

08-2023

NĂM THỨ 62

ISSN 2734-9888

# XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

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



# CÔNG TY CỔ PHẦN TASMANIA BÌNH ĐỊNH



## TASMANIA BÌNH ĐỊNH

**TỔNG MỨC ĐẦU TƯ GẦN 800** tỷ đồng

**DIỆN TÍCH QUY HOẠCH KHOẢNG 10** hecta

**QUY HOẠCH KHOẢNG 364** lô

**ĐẤT Ở KẾT HỢP THƯƠNG MẠI 142** lô

**ĐẤT Ở LIỀN KẾ 222** lô

Cty đã dành riêng quỹ đất thương mại dịch vụ hợp tác với Tập đoàn Central Retail, theo đó sẽ xây dựng siêu thị GO Tam Quan. Tại đây, dân cư sẽ mua sắm và tận hưởng các dịch vụ của GO.



### ĐỊA CHỈ TRỤ SỞ:

Trụ sở 215 đường 3/2, Phường Tam Quan,  
Thị xã Hoài Nhơn, Bình Định

- Khu đô thị phía Nam cây xăng dầu Việt Hưng (Khu đô thị Grand Việt Hưng), phường Tam Quan Bắc, thị xã Hoài Nhơn, tỉnh Bình Định.
- Sở hữu vị trí đắc địa phong thủy "Nhất cận thị, nhị cận giang", tiếp giáp với ba trục quốc lộ 1 cách tuyến cao tốc Hoài Nhơn - Quảng Ngãi, Hoài Nhơn - Quy Nhơn khoảng 3 km. Dự án có tổng mức đầu tư gần 800 tỷ đồng với diện tích quy hoạch khoảng 10 hecta trong đó quy hoạch khoảng 364 lô (trong đó đất ở kết hợp thương mại có 142 lô, đất ở liền kề có 222 lô); số diện tích còn lại là quỹ đất công viên cây xanh, đất dành cho công trình công cộng và thể dục thể thao.
- Vị trí chiến lược của dự án dễ dàng kết nối thuận tiện đến các khu vực khác. Cư dân sinh sống nơi đây có không gian sinh thái trong lành, chỉ cách bãi biển Tam Quan khoảng 1,5 km về phía đông.
- Khu đô thị có không gian công viên cây xanh thoáng mát với đầy đủ tiện ích để phục vụ cho công đồng dân cư trong khu vực.



# 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 chìa khoá trao tay (EPC) hoặc các dịch vụ đơn lẻ:**

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

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

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

# MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

## HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:

**TS Lê Quang Hùng** (Chủ tịch hội đồng)  
**PGS.TS Vũ Ngọc Anh** (Thường trực Hội đồng)  
**GS.TS Nguyễn Việt Anh**  
**GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng**  
**GS.TS Trịnh Minh 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:

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:** Quy hoạch xây dựng ĐBSCL gắn liền với ứng phó thiên tai và BĐKH. Ảnh: Internet

**Giá 55.000 đồng**

TS PHẠM VĂN KHÁNH  
GS.TSKH NGUYỄN NGỌC TRẦN  
THS.KS NGUYỄN VĂN LÂM

PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN  
PGS.TS LƯU ĐỨC HẢI, KTS LƯU ĐỨC ANH QUÂN  
THS.KTS LÊ THỊ THÚY HÀ, THS NGUYỄN VIỆT DŨNG

AN NHIÊN

NGUYỄN HOÀNG LINH

TS NGUYỄN HOÀI NGHĨA, KS PHẠM THIÊN PHÚC,  
THS TRẦN PHI HÙNG, THS PHẠM ĐỨC THẮNG,  
PGS.TS TRẦN ĐỨC HỌC  
TS.KTS NGUYỄN BẢO THÀNH

TS NGUYỄN HẢI QUANG, TS LÊ THANH TOÀN,  
PGS. TS VŨ QUỐC ANH, LÊ DŨNG BẢO TRUNG  
KS NGUYỄN THANH CƯỜNG, TS CHU VIỆT CƯỜNG,  
TS NGUYỄN VĂN MINH  
NGUYỄN THỊ THANH, PHẠM VIỆT HÙNG  
THS LÊ HOÀI BẢO, TS NGÔ VĂN THỨC,  
TS NGUYỄN VĂN XUÂN, LÂM QUỐC ĐẠT  
THS NGUYỄN VŨ BẢO MINH

TỔNG VĂN LŨY, PGS.TS LƯU TRƯỜNG VĂN

TS VŨ VĂN HOÀNG, TS NGUYỄN CHI THỌ  
THS NGUYỄN KHẮC QUÂN, NGUYỄN THỊ SONG TIẾN

THS HOÀNG TRUNG THỐNG, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT

LÊ QUỐC TIẾN  
NGUYỄN VINH SÁNG, PGS.TS NGUYỄN ANH DŨNG,  
PGS.TS NGUYỄN XUÂN HUY,  
PGS.TS TRẦN CAO THANH NGỌC  
PGS.TS TRẦN ĐỨC HỌC, THS PHẠM ĐỨC THẮNG,  
KS NGUYỄN VIỆT THÀNH VINH  
NGUYỄN SỸ HÙNG, TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYẾN,  
NGUYỄN TIẾN SĨ, PHAN THANH VŨ  
PGS.TS ĐOÀN VĂN DUẨN

NGÔ THỊ PHƯƠNG THẢO, PHẠM THỊ MINH LÀNH

THS.KTS PHÙ VĂN TOÀN  
PGS. TS NGUYỄN HỒNG SƠN

LÊ HOÀI LONG, TRẦN BÍCH TUYẾN

## TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG

- 4** Phân tích suất vốn đầu tư xây dựng đường cao tốc tại Việt Nam  
**8** Vi một hệ thống đường cao tốc động lực để phát triển bền vững ĐBSCL  
**14** So sánh giải pháp cầu cạn với các giải pháp nền đường đắp trên đất yếu trong bối cảnh khan hiếm vật liệu đắp nền  
**20** Điều kiện để khuyến khích sử dụng giao thông công cộng hiệu quả  
**24** Đánh giá về quy mô đô thị hóa  
**28** Quy hoạch và mô hình phát triển đô thị vùng ĐBSCL thích ứng với biến đổi tự nhiên

## GIỚI THIỆU SÁCH MỚI

- 33** Địa kỹ thuật và gia cố nền đất yếu

## GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN

- 34** Quản lý nhà chung cư: Nên có “Trường hợp khẩn cấp”?

## DOANH NGHIỆP 4.0

- 36** Giải pháp cấp bê tông các công trình trên sông, rạch vùng ĐBSCL

## NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

- 38** Ứng dụng hệ thống động hỗ trợ đánh giá phương án đầu tư căn hộ Smarthome  
**44** Đề xuất áp dụng công cụ Tái điều chỉnh đất đai trong cải tạo đô thị tại quận 3, TP.HCM  
**48** Nghiên cứu tính toán khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình của Kishi - Chen  
**52** Phân tích rào cản thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại TP.HCM  
**56** Ứng xử sàn bê tông cốt thép gia cường bằng vật liệu dán bề mặt FRP  
**62** Ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia siêu dẻo polycarboxylate đến cường độ nén vữa xi măng chứa graphene  
**66** Xây dựng cơ sở lý luận tham gia cộng đồng trong quản lý không gian công cộng phù hợp với điều kiện của khu chung cư cũ ở Hà Nội  
**70** Ứng dụng mô hình EFQM trong nghiên cứu quản lý xây dựng: Một đánh giá hệ thống (1998-2023)  
**75** Phân tích uốn tĩnh của tấm có lỗ rỗng  
**78** Những yếu tố ảnh hưởng đến tình trạng chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam  
**83** Tích hợp thuật toán Jellyfish Search với phương pháp phân tử hữu hạn để tối ưu trọng lượng kết cấu với ràng buộc tần số dao động riêng  
**90** Xây dựng cấp phối vữa sử dụng vật liệu phế thải tường xây chế tạo gạch không nung  
**95** So sánh khả năng chịu xoắn thuần túy của dầm BTCT theo tiêu chuẩn EC2-04, ACI 318-19 và TCVN 5574-2018  
**102** Kiểm soát an toàn công tác lắp đặt hệ mặt dựng bằng phương pháp lai ghép trí tuệ nhân tạo  
**107** Nghiên cứu sự làm việc của nhóm cọc ngắn trên nền địa chất yếu có cát san lấp sử dụng mô hình vật lý thu nhỏ Schneebeili  
**114** Nghiên cứu ổn định đàn hồi của thanh có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết bằng phương pháp chuyển vị cưỡng bức  
**119** Giải pháp nâng cao năng lực quản lý hạ tầng thoát nước mặt tại TP Rạch Giá tỉnh Kiên Giang theo định hướng đô thị xanh  
**126** Hình thái không gian công cộng khu vực lõi trung tâm TP.HCM  
**131** Nghiên cứu áp dụng EN 14015:2004 trong tính toán bê thép hình trụ đứng phù hợp với Việt Nam  
**136** Những yếu tố gây khó khăn khi thực hiện các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng phát triển nông thôn mới

**FROM POLICY TO LIFE**

- PHAM VAN KHANH 4 Analysis of the investment rate of highway construction in Vietnam  
 NGUYEN NGOC TRAN 8 For a highway system - the driving force for sustainable development of the Mekong Delta
- NGUYEN VAN LAM 14 Comparing the viaduct solution with embankment solutions on soft soil in the context of scarcity of embankment materials
- NGUYEN HONG TIEN 20 Conditions to encourage efficient use of public transport  
 LUU DUC HAI, LUU DUC ANH QUAN 24 Assessment of the scale of urbanization  
 LE THI THUY HA, NGUYEN VIET DUNG 28 Urban development planning and model in the Mekong Delta adapting to natural change

**ABOUT NEW BOOK**

- AN NHIEU 33 Geotechnical and soft ground reinforcement

**PERSPECTIVE TO PRACTICAL**

- NGUYEN HOANG LINH 34 Condominium Management: Should there be an "Emergency Case"?

**ENTERPRISE 4.0**

- 36 Solutions for concrete supply for works on rivers and canals in the Mekong Delta

**SCIENTIFIC RESEARCH**

- NGUYEN HOAI NGHIA, PHAM THIEN PHUC, TRAN PHI HUNG, PHAM DUC THANG, TRAN DUC HOC, NGUYEN BAO THANH 38 Applying system dynamics to assess Smarthome investment alternatives
- 44 Potential Application of land readjustment Tool in urban renovation in district 3, Ho Chi Minh City
- 48 Research calculation the semi-rigid connections steel frame with Kishi - Chen's model
- 52 Investigating barriers to renovating and reconstructing old apartments in Ho Chi Minh City
- 56 Behavior of reinforced concrete slab strengthened with fiber reinforced polymer (FRP) laminates
- 62 Effect of polycarboxylate superplasticizer content on the compressive strength of cement mortar containing graphene
- 66 Building theoretical basis on community participation in the management of public spaces that is suitable to the conditions of the old apartment buildings in Ha-noi
- TONG VAN LUY, LUU TRUONG VAN 70 Applications of the EFQM model in construction management research: A systematic review (1998-2023)
- VU VAN HOANG, NGUYEN CHI THO 75 Static bending analysis of porous plates
- NGUYEN KHAC QUAN, NGUYEN THI SONG TIEN 78 Factors influencing the delay of Factory construction progress in Vietnam
- HOANG TRUNG THONG, TRUONG DINH NHAT 83 Intergating Jellyfish search optimizer with finite element method to optimize structural weight under multiple natural frequency constraints
- LE QUOC TIEN 90 Design of mortar distribution using waste materials from masonry walls to make unburnt brick
- 95 Comparison pure torsion strength of reinforced concrete beams according to EC2 -04, ACI 318 - 19 and TCVN 5574-2018
- NGUYEN VINH SANG, NGUYEN ANH DUNG, NGUYEN XUAN HUY, TRAN CAO THANH NGOC, TRAN DUC HOC, PHAM DUC THANG, NGUYEN VIET THANH VINH 102 Safety control of facade system installation using hybrid artificial intelligence method
- NGUYEN SY HUNG, TRAN THI PHUONG HUYEN, NGUYEN TIEN SI, PHAN THANH VU, DOAN VAN DUAN 107 Study on the behavior of short pile groups on weak geology with sand leveling using a small-scale physical model with Schneebeli analog material
- 114 Study on elastic stability of bars considering actual stiffness of connections by forced displacement method
- NGO THI PHUONG THAO, PHAM THI MINH LANH 119 Solutions to improve the management capacity of surface water drainage infrastructure in Rach Gia city, Kien Giang province in the direction of green urban
- PHU VAN TOAN 126 The morphology of public space in the center core area of Ho Chi Minh City
- NGUYEN HONG SON 131 Study on application of EN 14015:2004 in design vertical cylindrical steel tanks suitable for Vietnam
- LE HOAI LONG, TRAN BICH TUYEN 136 Hindering factors in the implementation of infrastructure construction projects for rural development

**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: banbientapcx.d.bxd@gmail.com**

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

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

**Publication:**

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

**ISSN: 2734-9888**

**Account: 113000001172**

Joint Stock Commercial Bank of Vietnam

Industrial and Commercial Branch,

Hai Ba Trung, Hanoi

**Designed by: Thac Cuong**

Printed at Quang Minh Company Limited

Address: 418 Bach Mai - Hai Ba Trung - Hanoi

# Phân tích suất vốn đầu tư xây dựng đường cao tốc tại Việt Nam

> TS PHẠM VĂN KHÁNH\*

Việc xác định sơ bộ tổng mức đầu tư, tổng mức đầu tư đúng, đủ có ý nghĩa rất lớn cho việc mang lại hiệu quả đầu tư cho dự án đầu tư xây dựng, đặc biệt là các dự án lớn như xây dựng đường cao tốc.

## 1. PHÂN TÍCH SUẤT VỐN ĐẦU TƯ

Suất vốn đầu tư xây dựng là mức chi phí cần thiết cho một đơn vị theo diện tích, thể tích, chiều dài hoặc công suất hoặc năng lực phục vụ của công trình theo thiết kế. Suất vốn đầu tư là một trong những cơ sở phục vụ cho việc xác định sơ bộ tổng mức đầu tư, tổng mức đầu tư xây dựng, xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng ở giai đoạn chuẩn bị dự án.

Để xác định đúng, đủ sơ bộ tổng mức đầu tư, tổng mức đầu tư thì việc phân tích suất vốn đầu tư là rất cần thiết. Khi có suất vốn đầu tư của một loại công trình với một tiêu chuẩn thiết kế, ở một thời điểm, địa điểm; có cơ cấu chi phí xây dựng, chi phí thiết bị, tỷ trọng chi phí khác; có tỷ trọng chi phí gia cố nền đất yếu; tỷ trọng chi phí phần cầu thông thường, phần đường, phần đường trên cao; có tỷ trọng chi phí GPMB... sẽ xác định khá đúng, đủ tổng mức đầu tư của loại công trình này ở thời điểm khác, địa điểm khác cho dự án cần tính toán...

Việc xác định tổng mức đầu tư đúng, đủ sẽ góp phần bảo đảm tiến độ, chất lượng, an toàn, môi trường, cho các công trình của dự án đầu tư, góp phần nâng cao hiệu quả đầu tư của dự án, chống thất thoát, lãng phí do thiếu vốn, thừa vốn của dự án.

Nội dung của suất vốn đầu tư được công bố gồm: chi phí xây dựng, chi phí thiết bị, chi phí quản lý dự án, chi phí tư vấn đầu tư xây dựng, một số khoản mục chi phí khác và thuế VAT.

Suất vốn đầu tư xây dựng đường cao tốc là mức chi phí cần thiết cho một km đường cao tốc theo thiết kế. Suất vốn đầu tư đã được Bộ Xây dựng công bố hàng năm, năm 2023 được công bố tại Quyết định số 510/QĐ-BXD ngày 19/5/2023. Theo quyết định này thì:

*\*Trưởng ban Kinh tế tổng hợp - Tổng hội Xây dựng Việt Nam, nguyên Cục trưởng Cục Kinh tế xây dựng Bộ Xây dựng.*

## 2. SUẤT VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG ĐƯỜNG Ô TÔ CAO TỐC 4 LÀN XE

Bình quân cả nước, thời điểm quý IV/2022 (tỷ giá 1 USD bằng 24.378 VNĐ) là 186,181 tỷ đ/km (7,64 triệu USD/km), trong đó: Chi phí xây dựng 170,631 tỷ đ/km (6,99 triệu USD/km); Chi phí thiết bị 4,274 tỷ đ/km (0,175 triệu USD/km); Chi phí quản lý dự án, chi phí tư vấn đầu tư xây dựng, một số chi phí khác và thuế VAT 11,276 tỷ đ/km (0,46 triệu USD/km).

## 3. SUẤT VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG ĐƯỜNG Ô TÔ CAO TỐC CHƯA BAO GỒM CHI PHÍ XÂY DỰNG CẦU VÀ XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU 4 LÀN XE

Bình quân cả nước là 143,809 tỷ đ/km (5,9 triệu USD/km), trong đó: Chi phí xây dựng 132,293 tỷ đ/km (5,4 triệu USD/km); Chi phí thiết bị 4,274 tỷ đ/km (0,175 triệu USD/km); Chi phí quản lý dự án, chi phí tư vấn đầu tư xây dựng, một số chi phí khác và thuế VAT 11,276 tỷ đ/km (0,46 triệu USD/km).

Như vậy chi phí cho xây dựng cầu và xử lý nền đất yếu của đường cao tốc là 42,372 tỷ đ/km (1,74 triệu USD/km), tương đương với 22,7%.

## 4. SUẤT VỐN ĐẦU TƯ ĐƯỜNG CAO TỐC ĐƯỢC ĐIỀU CHỈNH CHO CÁC VÙNG TRONG CẢ NƯỚC (Bảng 1)

Trong đó, Vùng 1 bao gồm các tỉnh: Lào Cai, Yên Bái, Điện Biên, Hòa Bình, Lai Châu, Sơn La, Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Cạn, Lạng Sơn, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Phú Thọ, Bắc Giang.

Vùng 2 bao gồm các tỉnh, thành phố: Quảng Ninh, Bắc Ninh, Hà Nam, Hải Dương, Hưng Yên, Hải Phòng, Nam Định, Ninh Bình, Thái Bình, Vĩnh Phúc.

Vùng 3 bao gồm các tỉnh, thành phố: Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế, Đà



Bảng 1

STT	Tên công trình	Vùng1	Vùng 2	Vùng 3	Vùng 4	Vùng 5	Vùng6	Vùng7	Vùng8
1	Đường bê tông xi măng	0,903	0,905	0,909	1,083	1,055	1,042	0,909	1,020
2	Đường bê tông nhựa, láng nhựa	0,96	0,935	0,955	1,107	1,032	1,152	0,944	1,038
3	Công trình cầu đường bộ	0,925	0,955	0,974	1,073	1,088	1,053	0,918	1,091

Năng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Bình Thuận, Ninh Thuận.

Vùng 4 bao gồm các tỉnh: Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông, Lâm Đồng.

Vùng 5 bao gồm các tỉnh: Bình Phước, Bình Dương, Đồng Nai, Tây Ninh, Bà Rịa - Vũng Tàu.

Vùng 6 bao gồm các tỉnh, thành phố: Long An, Đồng Tháp, Tiền Giang, An Giang, Bến Tre, Vĩnh Long, Trà Vinh, Hậu Giang, Kiên Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Cần Thơ.

Vùng 7: Hà Nội.

Vùng 8: TP.HCM.

Qua số liệu trên ta thấy chênh lệch chi phí xây dựng đường cao tốc giữa các vùng tới 22,5%.

## 5. CHI PHÍ KHÁC

Suất vốn đầu tư trên chưa bao gồm các chi phí: bồi

thường, hỗ trợ và tái định cư; lãi vay trong thời gian xây dựng; vốn lưu động (đối với dự án sản xuất cần vốn lưu động); chi phí thuê tư vấn nước ngoài; đăng kiểm quốc tế; đánh giá tác động môi trường; gia cố nền móng đặc biệt.

Khi xác định tổng mức đầu tư của dự án cụ thể phải bổ sung các chi phí tại mục 5 và tính chuyển đổi mức chi phí theo vùng, chi phí theo thời gian về mặt bằng giá ta cần tính tổng mức đầu tư.

## 6. SO SÁNH CHI PHÍ XÂY DỰNG MỘT SỐ DỰ ÁN XÂY DỰNG ĐƯỜNG Ô TÔ CAO TỐC TẠI VIỆT NAM VÀ CÁC NƯỚC TRONG KHU VỰC (QUY ĐỔI VỀ MẶT BẰNG GIÁ QUÝ II/2012)

Để so sánh được suất đầu tư của các dự án đường ô tô cao tốc tại Việt Nam với các nước trong khu vực nói riêng và trên thế giới nói chung, cần phải có những dự án tương đồng về điều kiện địa hình, địa chất và các tiêu chuẩn thiết kế...



Thi công cao tốc Bắc - Nam đoạn Cam Lâm - Vĩnh Hào.

Nhưng thực tế không thể thu thập được các dự án xây dựng đường ô tô cao tốc có các điều kiện tương đồng.

#### 6.1.1 Tại Trung Quốc

Dự án đầu tư xây dựng đường ô tô cao tốc nối các tỉnh Thanh Hải - Lan Châu - Thiểm Tây với quy mô 4 làn xe, chiều dài tuyến 189 km, trong đó chiều dài cầu 2,664 km, chiều dài hầm 4,667 km, 8 nút giao (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 4%), vùng đồi, núi. Hoàn thành năm 2010 có chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu, hầm, nút giao) là 7,6 triệu USD.

Dự án đầu tư xây dựng đường ô tô cao tốc An Kang đến Xi'an tỉnh Shanxi với quy mô 4 làn xe, chiều dài tuyến 58,2 km, trong đó chiều dài cầu 33 km, chiều dài hầm 9,8 km (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 74%) có chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu, hầm, nút giao) là 14,3 triệu USD.

#### 6.1.2 Tại Việt Nam

Các dự án đường ô tô cao tốc tại Việt Nam tuyến Đà Nẵng - Quảng Ngãi và tuyến Hà Nội - Thái Nguyên có đoạn đi qua vùng đồi núi, trung du, có đoạn đi qua vùng đất yếu, cụ thể:

- Đường ô tô cao tốc Đà Nẵng - Quảng Ngãi với quy mô 4 làn xe, chiều dài tuyến 131,5 km, trong đó chiều dài cầu 15,472 km, chiều dài hầm 0,540 km, 9 nút giao (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 12%), vùng đồi, núi. Triển khai xây dựng từ năm 2013 đến năm 2017 có chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu, hầm, nút giao) là 7,92 triệu USD.

- Đường cao tốc Hà Nội - Thái Nguyên với quy mô 4 làn xe, chiều dài tuyến 62,5 km, trong đó chiều dài cầu 3,3 km, 5 nút giao (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 5,3%), vùng trung du. Khởi công tháng 9/2009 hoàn thành năm 2013 có chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu, hầm, nút giao) là 4,19 triệu USD.

Qua số liệu 4 tuyến đường trên ta thấy, mặc dù các tuyến đường đều là vùng đồi, núi và trung du nhưng có suất chi phí xây dựng cũng rất khác nhau (chưa tính đến các chi phí khác như: chi phí QLDA, tư vấn, GPMB, lãi vay...) và phụ thuộc rất

nhều vào tỷ trọng chiều dài cầu, hầm chiếm trên các tuyến.

#### 6.2.1 Tại Hàn Quốc

Theo số liệu do Quỹ hợp tác phát triển EDCF cung cấp, dự án đường cao tốc tuyến nối số 2 tại Busan - Hàn Quốc dài 15,26 km, với quy mô 4 làn xe, có chiều dài cầu 2,01 km, chiều dài hầm 8,96 km (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 72%), điều kiện địa hình đồng bằng, nền đất yếu. Hoàn thành năm 2011, chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu, hầm, xử lý đất yếu) là 19,16 triệu USD.

#### 6.2.2 Tại Việt Nam

Đường cao tốc Cầu Giẽ - Ninh Bình dài 50 km, quy mô 4 làn xe, chiều dài cầu 2,93 km (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 6%), vùng đồng bằng, nền đất yếu. Hoàn thành năm 2012, chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu) là 8,29 triệu USD.

Đường cao tốc TP. HCM - Long Thành - Dầu Giây dài 51 km, quy mô 4 làn xe, chiều dài cầu 9,8 km (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 19%), vùng đồng bằng, nền đất yếu. Khởi công tháng 10/2009 hoàn thành năm 2013, chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu) là 10,54 triệu USD.

Đường cao tốc Bến Lức - Long Thành dài 57,8 km, quy mô 4 làn xe, chiều dài cầu 25,7 km (tỷ trọng cầu, hầm trên tuyến là 44%), vùng đồng bằng, nền đất yếu. Dự kiến triển khai xây dựng từ năm 2013 - 2018, chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường (bao gồm cả cầu) là 17,64 triệu USD.

Qua số liệu trên cho thấy, cùng là điều kiện địa hình đồng bằng nhưng suất chi phí xây dựng bình quân cho 1 km đường phụ thuộc rất nhiều vào tỷ trọng chi phí cầu, hầm, xử lý nền đất yếu trên tuyến. Tuyến có nhiều sông ngòi (nhiều cầu), phải xử lý nền đất yếu với khối lượng lớn thì suất chi phí xây dựng sẽ cao hơn nhiều so với những tuyến có tỷ trọng cầu, hầm và xử lý nền đất yếu với khối lượng nhỏ.

#### 6.3 Tại Nhật Bản

Đường ô tô cao tốc triển khai xây dựng tại Nhật Bản từ



*Gói thầu XL03, đoạn qua tỉnh Đồng Nai, các công nhân đang thi công các khung bê-tông tạo mặt bằng trồng cây xanh trên phần ta-luy của tuyến cao tốc.*

năm 2005 đến nay có suất đầu tư xây dựng đường cao tốc rất cao so với Việt Nam. Một trong những nguyên nhân quan trọng là do Nhật Bản nằm trong khu vực xảy ra nhiều động đất với cường độ lớn, nên chi phí xây dựng để đáp ứng các tiêu chuẩn về động đất là rất lớn.

Trong đó, đường cao tốc 2 làn xe: Tomei (hoàn thành năm 2008) có suất đầu tư 39,6 triệu USD/km; Bắc Kanto (hoàn thành năm 2012) có suất đầu tư 65 triệu USD/km.

Đường cao tốc 4 làn xe: Vành đai II - Nagoya (hoàn thành năm 2011) có suất đầu tư 207 triệu USD/km; Shintomei (hoàn thành năm 2012) có suất đầu tư 206,7 triệu USD/km.

Qua các số liệu về các dự án xây dựng đường ô tô cao tốc của một số nước trong khu vực cho thấy, việc so sánh suất đầu tư đường ô tô cao tốc tại Việt Nam với một số nước trong khu vực chỉ là tương đối do: (1) Do đặc điểm của sản phẩm xây dựng (mỗi công trình có một giá riêng); (2) Thông tin về các dự án đường cao tốc triển khai tại các nước trong khu vực thu thập được còn ít; (3) Cơ cấu tỷ trọng cầu, nút giao, đường rất khác nhau giữa các dự án đường cao tốc; (4) Chưa thu thập được chi tiết các số liệu về điều kiện tự nhiên, tiêu chuẩn thiết kế, kết cấu đường; (5) Nước ta mới triển khai xây dựng đường cao tốc, trong khi các nước trong khu vực đã có nhiều kinh nghiệm triển khai xây dựng; (6) Thời điểm thực hiện khác nhau, trong khi mặt bằng giá của Việt Nam chịu nhiều biến động, nên việc quy đổi về mặt bằng so sánh chỉ mang tính chất tương đối.

## **7. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SUẤT VỐN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG ĐƯỜNG CAO TỐC Ở VIỆT NAM**

Qua phân tích suất vốn đầu tư các dự án xây dựng đường ô tô cao tốc đã và đang triển khai thực hiện trong thời gian qua, ta thấy chi phí đầu tư xây dựng đường cao tốc tại Việt Nam chịu ảnh hưởng của các yếu tố sau:

a. Điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn phức tạp nên phải

xây dựng nhiều công trình cầu, cống, phải xử lý nền đất yếu, xử lý sụt trượt, kiên cố hóa công trình với khối lượng lớn;

b. Đặc điểm canh tác nông nghiệp và quy hoạch dân cư sống tập trung đông nên phải xây dựng nhiều công trình cầu vượt, cống chui dân sinh và các nút giao, đường gom, đường nối, các công trình phụ trợ;

c. Chi phí đền bù GPMB, tái định cư cao, việc tổ chức thực hiện thường chậm trễ làm chậm tiến độ và tăng chi phí;

d. Thời gian xây dựng dự án bị kéo dài do GPMB, do thiếu vốn... làm tăng chi phí đầu tư do trượt giá, biến động giá;

đ. Nguồn cung cấp vật liệu không ổn định, chủ đầu tư thiếu chủ động trong chuẩn bị nguồn vật liệu nên giá vật liệu thường biến động lớn khi triển khai xây dựng, phát sinh chi phí;

e. Việc xác định các chủ trương đầu tư, áp dụng tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc không phù hợp với điều kiện cụ thể của từng dự án cũng ảnh hưởng tới chi phí đầu tư xây dựng công trình;

g. Nhiều loại máy móc, thiết bị thi công và các loại nguyên, nhiên vật liệu chủ yếu đều phải nhập khẩu; các dự án xây dựng đường cao tốc có tổng mức đầu tư lớn nên thường huy động nguồn vốn vay (ODA, OCR, vay thương mại) nên phải chịu thêm lãi vay và các điều kiện vay, làm tăng chi phí đầu tư.

Để góp phần xác định suất vốn đầu tư đường cao tốc gần hơn với thực tế hiện nay, cần phân tích thêm cơ cấu chi phí vật liệu chủ yếu để chủ động hơn trong xử lý sự thiếu hụt lớn nguồn cung vật liệu cũng như sự biến động giá lớn, góp phần bảo đảm tiến độ, chất lượng, chi phí xây dựng đường cao tốc, nâng cao hiệu quả đầu tư đường cao tốc.

Đặc biệt cần sớm có hệ thống cơ sở dữ liệu về định mức và giá xây dựng nói chung, suất vốn đầu tư nói riêng đầy đủ, phù hợp với yêu cầu thực tiễn để phân tích sâu hơn, độ tin cậy thông tin cao hơn về suất vốn đầu tư, chi phí và nguồn lực ngành Xây dựng góp phần quản lý nhà nước cũng như quản lý doanh nghiệp, quản lý dự án đầu tư xây dựng hiệu quả hơn.❖

# Vì một hệ thống đường cao tốc động lực để phát triển bền vững ĐBSCL

> **GS.TSKH NGUYỄN NGỌC TRÂN**

Bài viết này hệ thống hóa những gì tôi đã nghĩ và viết về hệ thống cao tốc tại ĐBSCL đã được quy hoạch khi được biết 2 trong 6 đường cao tốc ở ĐBSCL sẽ được xây dựng từ năm 2021-2025 đã được quyết định xây trên mặt đất; đồng thời đề cập đến công tác đánh giá tác động môi trường và sử dụng cát biển làm vật liệu san lấp thay cát sông.

## 1. BỐI CẢNH VÀ TIẾP CẬN BÀI TOÁN CAO TỐC Ở ĐBSCL

Cho đến cuối tháng 3/2023, việc xây dựng hai đường cao tốc này trên mặt đất được xem là đã an bài mặc dù nguy cơ bị chậm trễ, sa lầy do thiếu cát san lấp và những tác hại mà môi trường sẽ gánh chịu rõ mồn một.

Tìm một phương án cao tốc khác là cần thiết. Không phải là bàn lại mà là tìm cách thực hiện Nghị quyết Đại hội XIII đạt kết quả tốt nhất có thể, với nhận thức đầy đủ về các khó khăn và quyết tâm vượt qua một cách căn cơ và thông minh trong bối cảnh BĐKH, nước biển dâng, đúng như Đại hội Đảng lần thứ XIII đã nghị quyết: “Ưu tiên phát triển một số công trình trọng điểm quốc gia về giao thông, thích ứng với BĐKH”.

Xây dựng cao tốc ở ĐBSCL phải giải quyết nhiều thách thức: địa hình thấp, nền đất yếu, ngập vì sụt lún, vì nước biển dâng, cản truyền lũ và dềnh nước khi lũ lớn.

Trước nhiều thách thức cùng một lúc, có cách làm “giải quyết lần lượt từng thách thức một”. Thiếu cát? thì tận nạo vét mặc dù biết ĐBSCL đang bị sạt lở và xâm thực ngày càng trầm trọng. Nếu vẫn còn thiếu thì thử lấy cát biển thay cát sông để san lấp nền đường. Lún vì đất yếu? thì lún tới đâu, bù lún tới đó. Không đủ vốn đầu tư? thì chỉ làm hai làn mỗi chiều, không có làn cứu hộ...

Nhưng quan trọng còn là cách giải quyết này lại tạo ra những thách thức mới như chia cắt cảnh quan, gây nên những khác biệt hai bên cao tốc chẳng hạn. Bởi lẽ môi trường là một tổng thể.

Phải tìm một phương án cao tốc khác theo một hướng khác.

Từ hiểu biết về vùng đất, tôi cho rằng thiếu cát xây

dựng là thách thức mang tính tình huống, là hệ quả; các đặc thù là căn cơ, mang tính cấu trúc.

Vượt qua được các thách thức căn cơ sẽ tháo gỡ thách thức tình huống, không làm trầm trọng thêm nạn đói trầm tích, đồng thời giải quyết được cơn khát cao tốc của ĐBSCL.

Giải pháp được tìm theo hướng giải quyết cùng một lúc các thách thức mà cao tốc phải vượt qua.

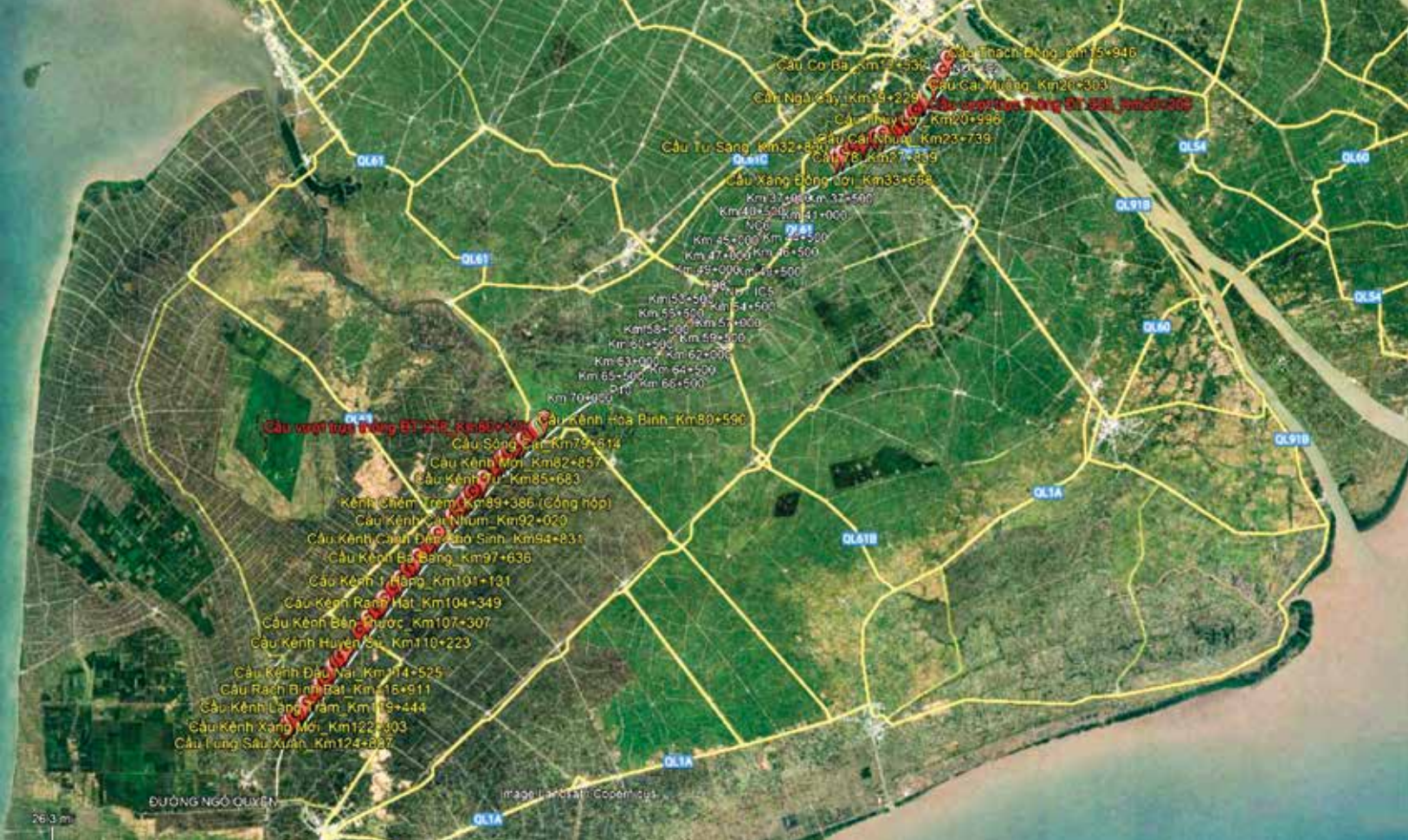
Kết luận đầu tiên là xây dựng tuyến cao tốc trên cao, toàn bộ hay một phần, là một giải pháp không thể bỏ qua và cần được nghiên cứu kỹ [1].

Chỉ trong mấy ngày sau khi bài viết được đăng, nhiều phản hồi, góp ý, cung cấp dữ liệu đã khuyến khích tôi viết bài “Xây dựng cao tốc Cần Thơ - Cà Mau trên cao là có cơ sở và khả thi” không chia cắt cảnh quan, cản lũ lại còn tiết kiệm đất [2].

Trả lời phóng vấn của VOVgiaoithong, tôi nhấn mạnh thêm là xây dựng cao tốc ở ĐBSCL phải phù hợp với đặc thù của vùng. Cụ thể ở các đồng lũ, trũng, cao trình mặt đất thấp, nền đất yếu, cao tốc xây dựng trên cao (cầu cạn) là phương án phù hợp nhất và tốt nhất. Phương án càng khả thi khi có sự đồng lòng đặt lợi ích của ĐBSCL trên lợi ích ngành, lợi ích địa phương và hiện thực hóa Nghị quyết Đại Hội XIII phải với trách nhiệm và trí tuệ [3].

## 2. ĐỔI MỚI TRONG XÂY DỰNG CAO TỐC VÀ SỰ PHÁT TRIỂN

Lý do thường nghe để khước từ giải pháp cao tốc trên cầu cạn là đầu tư cao hơn gấp 2, 3 lần nên không thể thực



hiện trong thời điểm hiện nay.

Lập luận này không đúng vũng khi hạch toán đầy đủ, toàn diện theo vòng đời của cao tốc. Đã đi trên những con đường không thông suốt vì phải bù lún, tôi nghĩ chi phí để sửa chữa, để bù lại những thiệt hại gây ra cho nền kinh tế, để khắc phục các tác hại xấu đến môi trường, đến an sinh của người dân cũng phải được hạch toán đầy đủ khi so sánh.

Một lập luận khác là “dự án đầu tư cao tốc Cần Thơ - Cà Mau đã được phê duyệt, có đánh giá tác động môi trường đầy đủ đúng quy định của pháp luật. Nếu đổi sang phương án cầu cạn phải làm lại các thủ tục... phải mất 2 - 3 năm, nếu bây giờ chúng ta dừng lại chờ cầu cạn thì nhân dân tiếp tục phải chờ đợi thì không biết đến bao giờ chúng ta mới có thể hoàn thành được”.

Đúng là không thể để dân chờ đợi lâu hơn nữa đường cao tốc Cần Thơ - Cà Mau hoạt động thông suốt và bền vững. Nếu ngay sau Nghị quyết XI của Đảng, cách đây 12 năm, Bộ GTVT nhận thức được ĐBSCL rất cần các cao tốc động lực phù hợp với các đặc thù trũng thấp, ngập lũ, đất yếu đến rất yếu... sớm bắt tay nghiên cứu các phương án cao tốc thích hợp thì liệu “nhân dân (có) tiếp tục phải chờ đợi không biết đến bao giờ” hay không? Còn bây giờ, phải bắt tay ngay, muộn còn hơn bắt nhân dân phải “gánh” một cao tốc sa lầy vì thiếu cát, tác động xấu đến môi trường, ngân sách nhà nước phải theo lao đã phóng. Muộn bao lâu tùy thuộc vào Bộ [4].

Xin trích Nghị quyết Đại hội Đảng lần thứ XI tháng 1/2011: “Xây dựng đồng bộ hệ thống kết cấu hạ tầng kinh

tế, nhất là hệ thống giao thông, yếu tố đang gây ách tắc, cản trở sự tăng trưởng kinh tế, gây bức xúc trong nhân dân”.

Nhưng mấu chốt, một mặt là phải từ bỏ bảo thủ, cứ “bổn cũ soạn lại”, viện nhiều lý do (vin vào “quy định hiện hành” chẳng hạn), ngăn ngại áp dụng tiến bộ khoa học công nghệ, và cách nghĩ “vì nguồn lực còn hạn chế chưa thể sử dụng công nghệ tiên tiến”. Mặt khác thay thế các điều kiện ràng buộc lỗi thời để áp dụng tiến bộ KHCN. Có thể thì ngành Giao thông mới không tụt hậu so với thế giới và mới là động lực cho sự phát triển bền vững của đất nước.

### 3. ĐTM ĐÚNG THEO LUẬT VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ CAO TỐC TRÊN MẶT ĐẤT ĐẶT RA

Tìm hiểu ĐTM của cao tốc Cần Thơ - Cà Mau xây trên mặt đất, sẽ nhận xét ngay rằng: Cao tốc có bao nhiêu dự án thành phần thì có bấy nhiêu ĐTM; thẩm định ĐTM không đi vào những nội dung chính yếu; chủ yếu quan tâm đến những tác động trong giai đoạn thi công dự án, không đề cập đến tác động sau khi hoàn thành công trình mà đây mới là một nội dung chính yếu [5].

Điều 3 của Luật Bảo vệ môi trường 2020 quy định “Đánh giá tác động môi trường là quá trình phân tích, đánh giá, nhận dạng, dự báo tác động đến môi trường của dự án đầu tư và đưa ra biện pháp giảm thiểu tác động xấu đến môi trường”. Không hề giới hạn vào giai đoạn thi công.

Điều 29 Đánh giá sơ bộ tác động môi trường quy định đối tượng phải thực hiện, thời điểm đánh giá thực hiện ngay trong giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi của dự án.



Mặt đường vừa được sửa chữa.



Mặt đường vừa được sửa chữa đã bong trở lại.



Lùn hai bên mô công thoát nước.



Lùn kết cấu nền và mặt đường ở một nút giao dự kiến.

Các dự án cao tốc Cần Thơ - Cà Mau, Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng thuộc nhóm đối tượng quy định tại Điều 28.

Như vậy, công tác ĐTM đã thực hiện không đúng luật. Mặc dù vậy ĐTM của 2 dự án thành phần vẫn được Bộ TN&MT phê duyệt.

Nếu Điều 29 đã được tuân thủ thì sớm đã thấy phương án xây dựng tuyến cao tốc trên mặt đất đặt ra rất nhiều vấn đề nan giải về môi trường và đã sớm thấy cần tìm một phương án cao tốc khác.

#### **ĐTM của các tuyến cao tốc trên mặt đất cần những quy định mới**

Có thể hiểu được việc chia một dự án cao tốc ra 2 hay nhiều hơn dự án thành phần để triển khai vì những lý do hành chính, quản lý nhà nước về đất đai cần GPMB, sổ hộ dân có thể phải tái định cư... Nhưng ĐTM cho một tuyến cao tốc có phải là ĐTM của các phân đoạn gộp lại?

Nếu ĐTM chỉ giới hạn trong giai đoạn thi công công trình thì có thể cho qua, nhưng nếu ĐTM dự án sau khi công trình hoàn thành, đi vào hoạt động thì ĐTM đó không phải là ĐTM của dự án.

ĐTM của hai cao tốc trên mặt đất xét riêng lẻ khác ĐTM của hai cao tốc xét cùng một lúc - và đây mới là bài toán thực cần có ĐTM. Bài toán tuyến và cản lũ của hai cao tốc

trên mặt đất Cần Thơ - Cà Mau và Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng đã được dẫn chứng và cho thấy ĐTM tổng hợp của cả hai cao tốc cùng một lúc là bắt buộc [6].

#### **Là bắt buộc nhưng thực hiện lúc nào? Đặc biệt cho 6 tuyến cao tốc ở ĐBSCL? (Hình 1)**

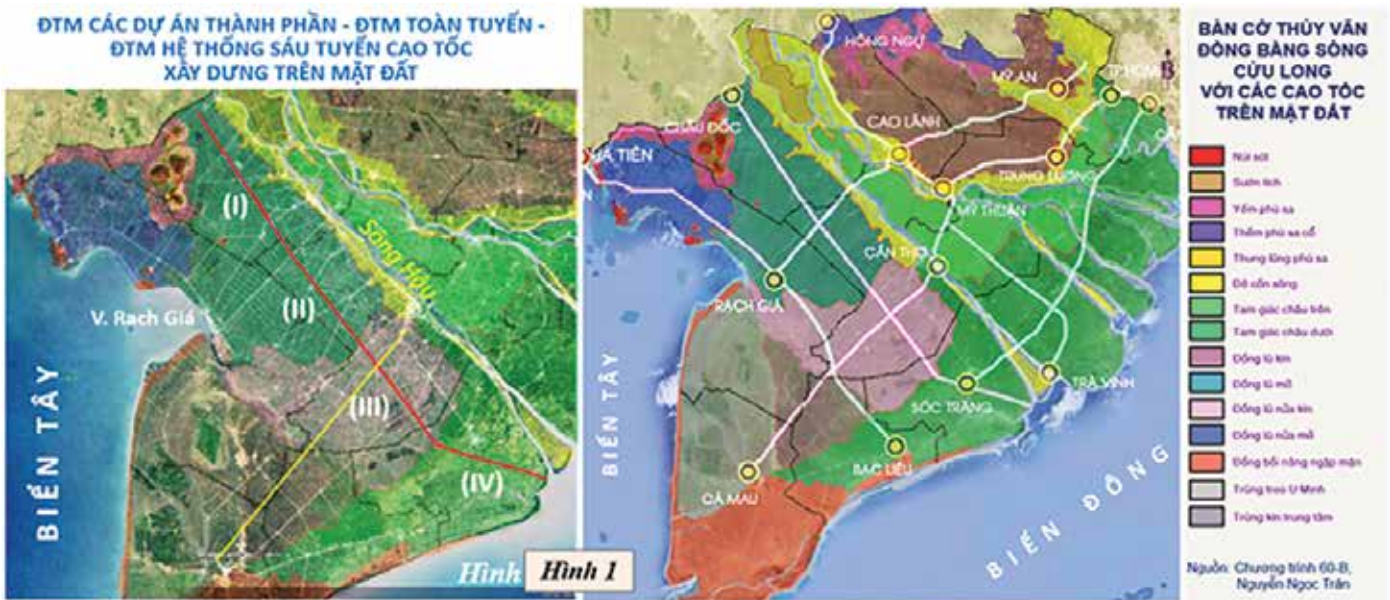
Định vị hệ thống cao tốc này trên nền bản đồ môi trường vật lý ĐBSCL, chúng ta đứng trước một đồng bằng chia ô như một bàn cờ, "bàn cờ thủy văn". Xây trên mặt đất, ĐTM của tuyến cao tốc sau có thể phủ định ĐTM của tuyến cao tốc trước [7].

Nhà nước cần sớm quy định về những vấn đề trên đây mà CT TMĐ đặt ra.

Càng thấy phương án cao tốc trên cầu cạn là ưu việt bởi lẽ, chí ít nó không tạo ra những bài toán môi trường mà phương án trên mặt đất tạo ra.

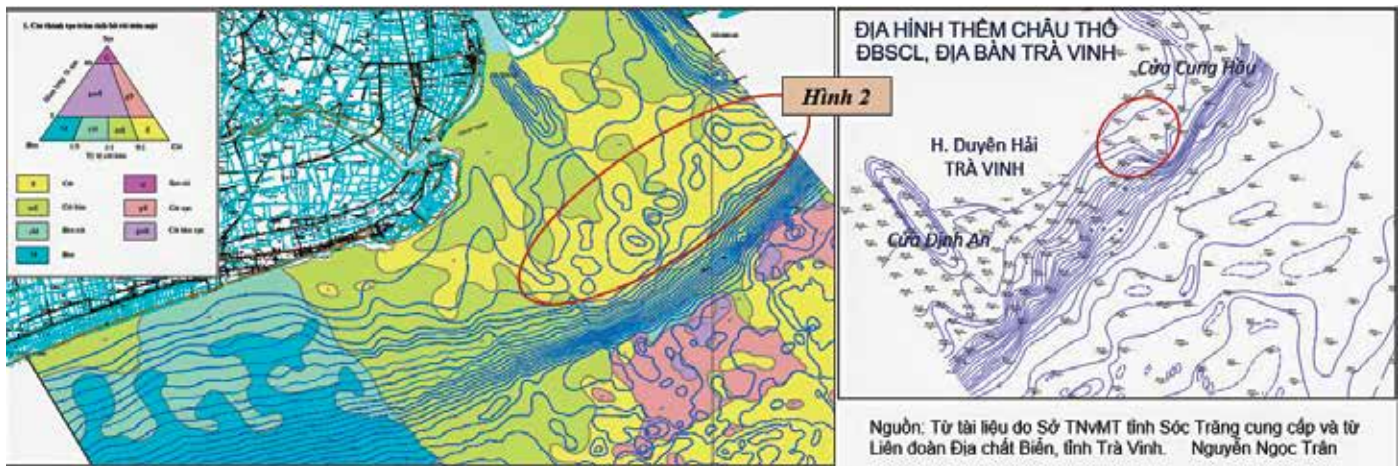
#### **4. HẾT SỨC THẬN TRỌNG TRONG SỬ DỤNG CÁT BIỂN ĐỂ SAN LẤP**

Trần trọng ý tưởng lấy cát biển thay cát sông làm vật liệu san lấp nền đường cao tốc xây dựng trên mặt đất ở ĐBSCL, tôi đã tra cứu thư mục xem có tiền lệ nào không, kết quả ra sao và bài học gì có thể rút ra bổ ích cho công việc đang thí điểm ý tưởng này.



DTM của cao tốc CT-CM riêng lẻ, ĐTM của cao tốc CD-CT-ST riêng lẻ không còn đúng khi tồn tại cả 2 cao tốc

Hình 1. Cao tốc Cần Thơ - Cà Mau và Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng (trái) và 6 tuyến cao tốc trên mặt đất định vị trên nền môi trường vật lý. ĐTM từng tuyến, 2 tuyến và cả 6 lúc nào?



Hình 2. Phần chìm sát bờ của châu thổ sông Mekong địa bàn tỉnh Sóc Trăng và tỉnh Trà Vinh.

Cho tới thời điểm này, tôi và một số đồng nghiệp trong và ngoài nước, tìm thấy một số công trình về sử dụng cát biển trong công nghệ bê tông (SSC); sử dụng nước biển, cát biển trong công nghệ bê tông (SSC) và sử dụng nước biển, cát biển trong công nghệ bê tông tính năng siêu cao (SSUHPC) trong những năm gần đây [8].

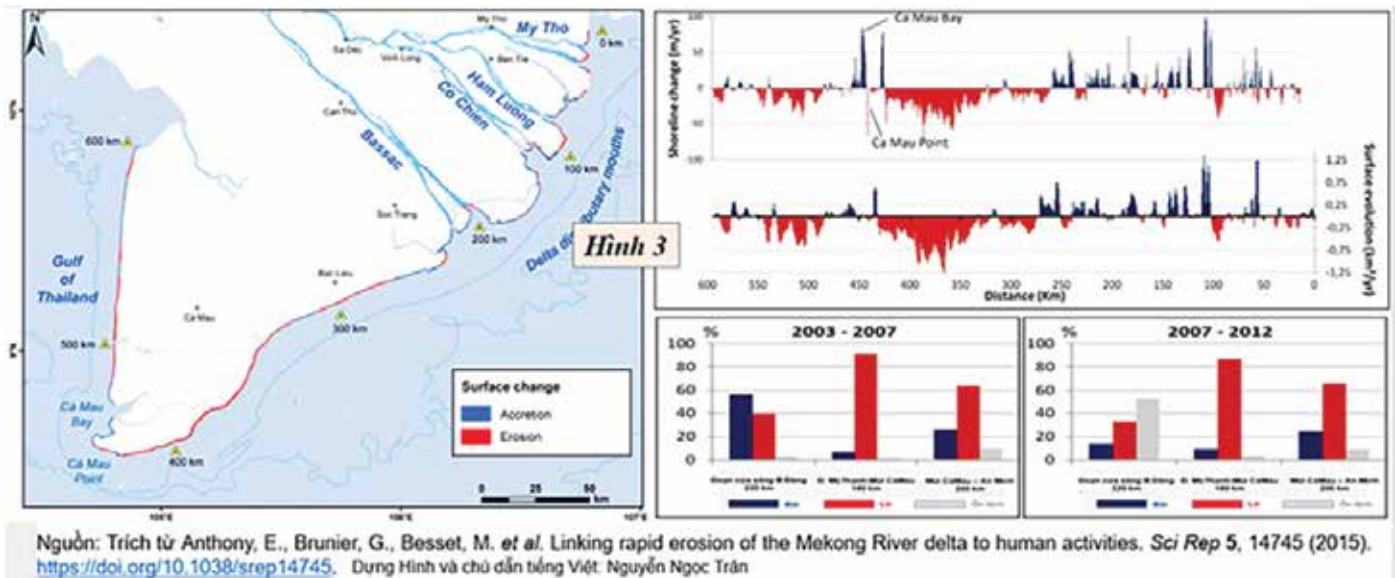
Có thể chưa đầy đủ nhưng cho đến thời điểm này cho thấy, việc lấy cát biển không được rửa mặn thay cát sông làm vật liệu san lấp nền đường cao tốc là chưa thấy có tiền lệ. Vì sao?

Nếu san lấp với cát biển được rửa mặn thì phương án thay thế có kinh tế không và ở ĐBSCL lấy nước ngọt ở đầu

để rửa mặn? Còn nếu san lấp với cát biển không được rửa mặn thì về thực chất đó là mang mặn vào giữa những hệ sinh thái ngọt. Ở ĐBSCL, vào giữa những đồng lũ, trũng, cao trình mặt đất thấp, nền đất yếu, chịu ảnh hưởng triều (lây lan theo triều).

Vì vậy xin kiến nghị: Không sử dụng cát biển không được rửa mặn thay cát sông để san lấp nền đường cao tốc xây dựng trên mặt đất ở ĐBSCL cho tới khi chứng minh được rằng cuộc đánh đổi không hy sinh môi trường và an sinh của người dân.

**Khai thác cát biển, nguy cơ sạt lở bờ biển, làm mất ổn định phân chìm của ĐBSCL (Hình 2)**



Hình 3 tổng kết biến động của bờ biển ĐBSCL trong 10 năm 2003-2012 (bên phải trên) và chia ra hai giai đoạn (2003-2007) và (2007-2012) trên 3 cung đoạn (bên phải dưới). Lờ ở đoạn Mỹ Thanh - Mũi Cà Mau và đoạn Sông Ông Đốc (Cà Mau) - Thuận Hóa (An Minh, Kiên Giang) là chủ đạo và quan trọng.

ĐBSCL là phần nằm trong lãnh thổ Việt Nam của châu thổ sông Mekong, có phần nổi và phần chìm dưới mực nước biển. Đốc của phần chìm của châu thổ địa bàn Trà Vinh - Sóc Trăng từ thoải gần bờ chui dần xuống đến đoạn dốc đứng. Hình 2.

Cát biển không thuần nhất. Sự phân bố theo phương từ sông ra biển theo trọng lượng trăm tích là cát, cát bùn, bùn cát và bùn. Dòng chảy ven bờ lại cuốn các tổ hợp này di chuyển dọc bờ theo hướng Đông Bắc - Tây Nam từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, và theo hướng Tây Nam - Đông Bắc từ tháng 5 đến tháng 10.

Sự dịch chuyển của cát biển ven bờ còn chịu ảnh hưởng của triều Biển Đông (nhịp điệu nửa ngày), lớn nhất vào những ngày triều cường (nhịp điệu tháng) và của gió chướng vào thời gian gió đổi chiều từ TN - ĐB sang ĐB - TN (nhịp điệu năm). Sự dịch chuyển là một nguyên nhân của biến động bờ biển. Trên từng đoạn bờ, sẽ bồi nếu cán cân trăm tích (hiệu số đầu vào trừ đầu ra) dương, lở nếu cán cân âm, ổn định nếu bằng không. Hồ mà khai thác cát gần bờ để lại do vậy sẽ gây lở đường bờ. Bồi lở trong năm tại đoạn sẽ tùy thuộc vào chênh lệch giữa hai mùa dòng chảy.

Khai thác cát biển gần bờ và gần dốc đứng của thềm châu thổ sẽ gây sạt lở bờ và có thể gây mất ổn định cho thềm châu thổ. Thế nhưng để có được cát có kích cỡ lớn, cát biển nhiều hơn bùn, độ mặn trong cát thấp nhất có thể, vì lợi nhuận và vì nhiều lý do khác, cát biển được khai thác gần bờ.

Để bảo vệ bờ biển và châu thổ, xin kiến nghị: Khi khai thác cát biển vì bất cứ mục đích gì, phải bảo đảm không làm bờ biển bị sạt lở trầm trọng thêm và gây mất ổn định phần chìm của châu thổ. Cụ thể không khai thác bên trong phần châu thổ chìm, gần bờ và gần những nơi dốc của

phần chìm thẳng đứng.

**Không tác hại đến môi trường là yêu cầu trước tiên và trên hết**

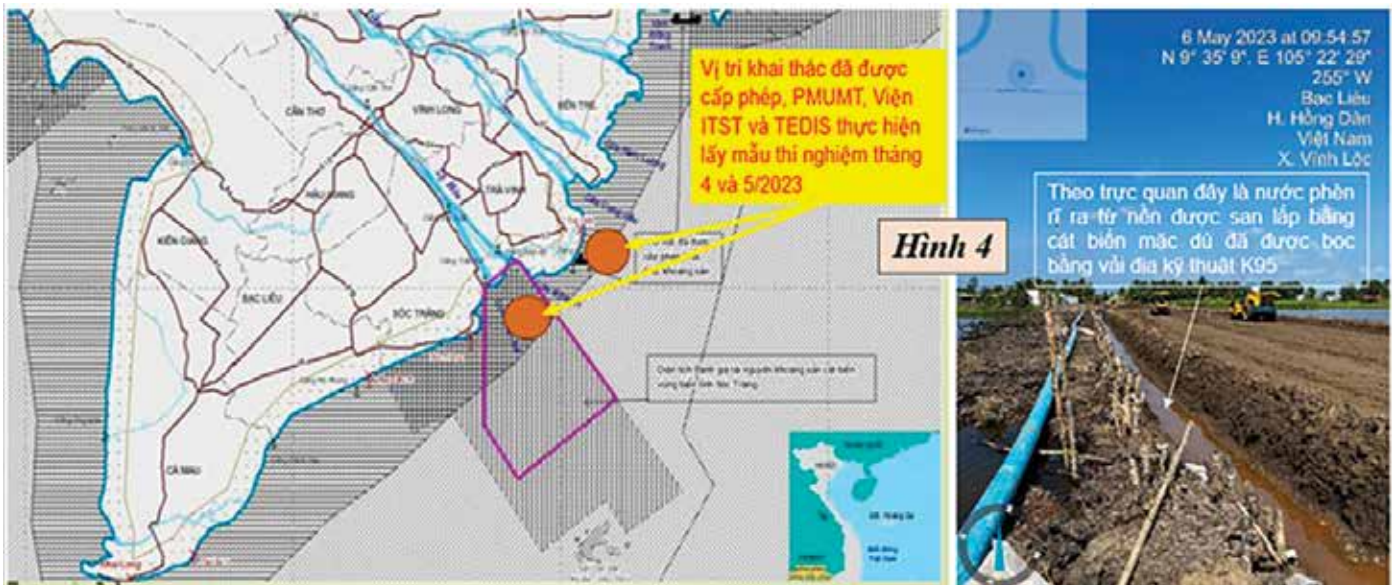
Phân tích trả lời chất vấn của Bộ trưởng Bộ GTVT liên quan đến kết quả thí điểm sử dụng cát biển để san lấp, tôi cho rằng với thời gian quan trắc chỉ có 7 tháng (tháng 6 - 12/2023) cho cả tính chất cơ lý, lún biến dạng và nước chiết ảnh hưởng đến môi trường hai bên tuyến, với khối tích thí điểm rất nhỏ so với khối tích đường cao tốc, chưa thể khẳng định điều gì [4].

Bộ GTVT vừa thông báo gần đây cập nhật tình hình nghiên cứu thí điểm, theo đó tại khu vực thí điểm, có thể đánh giá sơ bộ cát biển khu vực tỉnh Sóc Trăng có thể thay thế cát sông làm vật liệu đắp nền đường, các tính chất vật liệu của cát biển sử dụng đắp nền đường tương tự như cát sông. Việc sử dụng cát biển đắp nền đường cũng không có tác động lớn về chất lượng môi trường xung quanh, độ mặn của nước mặt và nước ngầm trước và sau khi thi công chưa thể hiện rõ ràng. Tuy vậy, công tác thí điểm vẫn cần theo dõi thêm để thu thập đầy đủ số liệu [9].

Báo cáo tình hình nghiên cứu thí điểm việc sử dụng cát biển làm vật liệu đắp nền đường của BQLDA Mỹ Thuận, tháng 6/2023 có 3 điểm cần quan tâm:

(1) Hai vị trí khai thác đã được cấp phép và thực hiện lấy mẫu thí nghiệm là có chủ đích: gần bờ, gần cửa sông để có cát nhiều và cát có độ mặn thấp. Vị trí Trà Vinh cách bờ 5 km, vị trí Sóc Trăng nằm giữa cửa Định An và cửa Trần Đề (Hình 4 trái) và gần khu vực dốc đứng của thềm châu thổ. Xem vòng khoanh đỏ trong Hình 2.

(2) Nước rỉ ra từ nền được san lấp bằng cát biển qua lớp vải bọc địa kỹ thuật là nước phèn có độ pH thấp mặc dù đã pha nước mưa (Hình 4 phải) theo trực quan, cần đo và



Nguồn: Bộ GTVT, BQLDA Mỹ Thuận, Nguyễn Ngọc Trân.

kiểm chứng.

(3) Các kết quả trong báo cáo chỉ mới sau khoảng một tháng của mùa mưa đầu tiên, và chưa có xe có trọng tải lưu thông.

Theo dõi tiếp diễn biến, đặc biệt về môi trường đất và nước do vậy là cần thiết.

Không chỉ có các chỉ số về cơ lý mặc dù chúng quan trọng, bởi lẽ thành bại của ý tưởng sử dụng cát biển không rửa mặn làm vật liệu san lấp còn tùy thuộc từ gốc vào hậu quả về môi trường của việc mang mặn vào địa bàn mà các cao tốc đi qua.

Từ đó xin kiến nghị: Không tác hại đến môi trường là yêu cầu trước tiên và trên hết. Kết luận nóng vội dựa trên đó triển khai việc san lấp bằng cát biển không rửa mặn mang mầm mống của tai họa khôn lường.

## 5. THAY LỜI KẾT

Ngày 12/07/2023, tôi nhận được văn thư của Văn phòng Chính phủ trong đó có đoạn: “Thủ tướng Chính phủ trân trọng cảm ơn những ý kiến đóng góp của Giáo sư đối với việc phát triển kết cấu hạ tầng giao thông vận tải. Thủ tướng Chính phủ đã giao Bộ trưởng Bộ GTVT chủ trì, cùng với Bộ trưởng các Bộ: TN&MT, Xây dựng, NN&PTNT, KH&ĐT, Tài chính và các cơ quan có liên quan nghiên cứu kỹ lưỡng và xử lý các ý kiến của Giáo sư”.

Mong rằng góp ý của các chuyên gia, các nhà khoa học sẽ được lắng nghe, cân nhắc và từ đó có những điều chỉnh, bắt đầu ngay với 2 cao tốc: Cần Thơ - Cà Mau và Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng, để ĐBSCL vẫn là một đồng bằng phì nhiêu, màu mỡ, không bị chia cắt, phân ô, với những tuyến cao tốc thông suốt, lâu bền, động lực cho ĐBSCL phát triển bền vững.

## TÀI LIỆU ĐÃ DẪN

- [1] Vì đường cao tốc Cần Thơ - Cà Mau cần cơ sở và bền vững (viettimes.vn), 27/3/2023.
- [2] Xây dựng cao tốc Cần Thơ - Cà Mau trên cao là có cơ sở và khả thi (viettimes.vn) 03/4/2023).
- [3] Khu vực ĐBSCL: Xây dựng đường cao tốc phù hợp với đặc thù vùng (vovgiaothong.vn) 17/5/2023.
- [4] Cao tốc Cần Thơ - Cà Mau: Động lực, cát sông và cát biển (daidoanket.vn) 13/6/2023.
- [5] Đánh giá tác động môi trường cao tốc Cần Thơ - Cà Mau liệu đã ổn? - Tạp chí Kinh tế Sài Gòn (thesaigontimes.vn) 01/6/2023.
- [6] Cao tốc Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng: Vẫn là cát san lấp và môi trường, nhưng vấn đề còn lớn hơn! - Tạp chí Kinh tế Sài Gòn (thesaigontimes.vn) 15/6/2023.
- [7] <https://thesaigontimes.vn/cao-toc-o-dong-bang-song-cuu-long-can-lang-nghe-can-nhac-va-dieu-chinh/>, 22/6/2023.
- [8] Ví dụ: (a) A review on seawater sea-sand concrete: Mixture proportion, hydration, microstructure and properties. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821013623>;
- (b) Development and mechanical behaviour of ultra-high-performance seawater sea-sand concrete <https://doi.org/10.1177/1369433219858291>
- [9] Dùng cát biển làm vật liệu đắp nền cao tốc ở ĐBSCL (vov.vn), 17/6/2023.

*GS.TSKH Nguyễn Ngọc Trân, nguyên Phó chủ nhiệm Ủy ban Khoa học kỹ thuật Nhà nước, Chủ nhiệm Chương trình Điều tra cơ bản tổng hợp ĐBSCL(1983-1990), đại biểu Quốc hội các khóa IX, X, XI, nguyên Phó chủ nhiệm Ủy ban Đối ngoại của Quốc hội.*

# So sánh giải pháp cầu cạn với các giải pháp nền đường đắp trên đất yếu trong bối cảnh khan hiếm vật liệu đắp nền

> **THS.KS NGUYỄN VĂN LÂM\***

Giải pháp cầu cạn cho phép giải quyết cùng một lúc nhiều thách thức: khan hiếm cát, ít tác động thô bạo vào tự nhiên, không ngăn cản thoát lũ, không chia cắt cảnh quan, sinh kế và xã hội, ưu việt về kinh tế, về lâu bền.

## 1. TỔNG QUAN

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng sông nước với hệ thống sông ngòi, kênh rạch chằng chịt, đặc điểm địa hình khá bằng phẳng và thấp, chiều cao trung bình của đồng bằng này so với mực nước biển chỉ là 2 m. Vùng ĐBSCL được hình thành từ những trầm tích phù sa và bồi dần qua những kỷ nguyên thay đổi mực nước biển; qua từng giai đoạn kéo theo sự hình thành những giồng cát (đất bằng) dọc theo bờ biển, vì vậy, địa chất nơi đây rất yếu và hầu như không gặp đá gốc khi xây dựng cầu.

Theo quy hoạch mạng lưới đường bộ thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, ĐBSCL được quy hoạch 6 tuyến cao tốc với tổng chiều dài khoảng 1.166 km, quy mô 4 - 6 làn xe. Trong đó có 3 tuyến cao tốc trục dọc và 3 tuyến cao tốc trục ngang. (Hình 1,2)

ĐBSCL hiện đang triển khai 8 dự án đường bộ cao tốc dài 463 km, tổng mức đầu tư 94.400 tỷ đồng. Dự kiến năm 2026 cơ bản hoàn thành đưa vào khai thác. Khó khăn lớn trong công tác xây dựng đường bộ cao tốc ở ĐBSCL là sự thiếu hụt về nguồn cát đắp nền. Nhu cầu cát cho các dự án đường cao tốc đang triển khai là khoảng 54 triệu m<sup>3</sup>, trong vùng chỉ có thể đáp ứng khoảng 26 triệu m<sup>3</sup>. Đơn cử cao tốc Cần Thơ - Cà Mau cần hơn 18 triệu m<sup>3</sup> nhưng mới có nguồn cát từ tỉnh An Giang và Đồng Tháp cam kết cung cấp gần 2 triệu m<sup>3</sup>.

Bên cạnh đó, các dự án giao thông cấp tỉnh đầu tư trong năm 2023, 2024 cần khoảng 36 triệu m<sup>3</sup> cát. Nhu cầu xây dựng của doanh nghiệp, người dân cũng cần khối lượng cát rất lớn. Do đó, khả năng cung cấp 26 triệu m<sup>3</sup> trong giai đoạn 2023 - 2025 của các địa phương ĐBSCL mới đáp ứng tỷ lệ nhỏ.

*(\*) TGD Công ty CP Tư vấn kỹ thuật và kiến trúc CTGT.*

Trước tình hình khó khăn này, ngày 08/7/2023, tại TP Cần Thơ, Thủ tướng Chính phủ Phạm Minh Chính chủ trì hội nghị làm việc với lãnh đạo các tỉnh, thành ĐBSCL và các bộ, ngành nhằm tháo gỡ khó khăn, thúc đẩy các dự án cao tốc và triển khai các dự án ODA. Thủ tướng Phạm Minh Chính chỉ đạo, nghiên cứu phương án sử dụng cát biển làm vật liệu đắp nền; đặc biệt là nghiên cứu các phương án xây dựng cao tốc trên cầu cạn.

## 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU KHU VỰC ĐBSCL

Các phương pháp xử lý nền đất yếu phù hợp với khu vực ĐBSCL hiện đang được áp dụng phổ biến bao gồm: Bấc thấm kết hợp gia tải; Trụ đất xi măng; Sàn giảm tải; Cống hộp dọc; Cầu cạn; Kết hợp nhiều giải pháp trong một công trình hoặc dự án.

Tùy theo chiều dày lớp đất yếu và chiều cao nền đường đắp mà tư vấn thiết kế sẽ đưa ra các giải pháp xử lý khác nhau. Dưới đây là các giải pháp kiến nghị cho một dự án cụ thể ở khu vực ĐBSCL được tác giả bài viết điều chỉnh cho phù hợp hơn. (Bảng 1,2)

## 3. PHẠM VI ÁP DỤNG CỦA GIẢI PHÁP CẦU CẠN

Phương án cầu cạn thường được cân nhắc lựa chọn trong những trường hợp đặc biệt, nhiều khi là bắt buộc, như:

- Cầu đi qua đô thị có nhiều điểm giao cắt (cầu cạn VĐ2, VĐ3 Hà Nội).

- Cầu đi qua khu bảo tồn thiên nhiên để không chia cắt môi trường sống của động vật hoang dã (cầu cạn qua rừng Cúc Phương, cầu cạn qua rừng Sóc). Trong quá trình nghiên cứu tuyến đường Hồ Chí Minh đoạn qua rừng Cúc Phương, các cơ



Một góc của TP. Cần Thơ.



Tổng quan về ĐBSCL.

quan quản lý về môi trường cũng yêu cầu làm cầu cạn với chiều dài 20 km. Về sau giải pháp hợp lý hơn là làm một số đoạn cầu cạn xen kẽ với các đoạn nền đường thông thường đã được lựa chọn áp dụng. (Hình 3,4)

- Cầu đi qua khu vực nền đường phải đào sâu, đắp cao để tránh sạt lở như cầu cao tốc Thái Nguyên - Bắc Kạn đi men sườn núi, cầu Móng Sến (Lào Cai) đi qua thung lũng sâu. (Hình 5,6)

- Cầu cần đảm bảo khả năng thoát lũ theo Quyết định số 19/2021/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ (Quy định về bảo đảm thoát lũ, thông thoáng dòng chảy, an toàn đề điều đối với việc xây dựng cầu qua sông có đê) như cầu Vĩnh Thịnh, Vĩnh Tuy, Nhật Tân... qua sông Hồng phải làm cầu cạn trên bãi sông.

- Cầu đi qua khu vực nền đường đắp trên đất yếu để đảm bảo ổn định nền đường, giảm phụ thuộc vào vật liệu đắp nền như các tuyến đường trong khu vực ĐBSCL.

+ Tuyến đường bộ cao tốc đầu tiên ở ĐBSCL là TP.HCM - Trung Lương dài 39,8 km, khởi công ngày 16/12/2004 và hoàn thành ngày 03/02/2010, có 3 đoạn cầu cạn dài 13,2 km, nền từ khi sử dụng đến nay, dù ở vùng địa hình khá phức tạp nhưng không có vấn đề về thoát lũ.

+ Tuyến cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây dài 55 km, có 7 km cầu cạn liên tục (gói 1A&1B), 1,7 km chiều dài cầu Long Thành & nhiều cầu khác.

+ Tuyến cao tốc Bến Lức - Long Thành có tổng chiều dài 57,7 km trong đó tổng chiều dài cầu (bao gồm nhiều đoạn cầu cạn liên tục) khoảng 20,5 km.

#### 4. SO SÁNH GIẢI PHÁP CẦU CẠN VỚI CÁC GIẢI PHÁP XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU

##### 4.1. Về chi phí xây dựng ban đầu

Cầu cạn có chi phí xây dựng (CPXD) ban đầu cao hơn các giải pháp nền đường đắp trên đất yếu. Thời gian thi công cầu là tương đương với các giải pháp xử lý đất yếu bằng công trình (sàn giảm tải, cống hộp dọc). (Bảng 3)

##### 4.2. Về nhu cầu sử dụng cát xây dựng

Giải pháp cầu cạn sử dụng vật liệu (cát) san lấp ít hơn nhiều so với giải pháp nền đường đắp (ngoại trừ giải pháp cống hộp dọc). Trong khi ĐBSCL thiếu hụt nguồn cát đắp nền và đang đối mặt với tình trạng sạt lở nghiêm trọng do khai thác cát quá mức thì giải pháp cầu cạn sẽ giải quyết được vấn đề này, đồng thời sẽ giải quyết được cả tình trạng dư thừa nguồn cung xi măng trong nước.

##### 4.3. Về phạm vi GPMB

Cầu cạn không phải làm taluy nền đường, vì vậy, có phạm vi GPMB hẹp hơn so với giải pháp nền đường đắp. Theo quy



Hình 1. Các tuyến cao tốc ở ĐBSCL.



Hình 2. Đường cao tốc cần vật liệu cát nền rất lớn.



Hình 3. Cầu cạn qua rừng Cúc Phương.



Hình 4. Cầu cạn qua rừng Sóc.



Hình 5. Cầu cao tốc Thái Nguyên - Bắc Kạn.



Hình 6. Cầu Móng Sên (Lào Cai).

Bảng 1

TT	Chiều cao đắp h (m)	Phương án xử lý nền	Thời gian thi công
1	$h < 2.5m$ bề dày bùn $\leq 10m$	- bắc thềm, $l=6-14m$ - cự ly: 1.3m - gia tải: $1.0 \div 1.5m$	12 ÷ 15 tháng
2	$2.5m \leq h < 3.5m$ bề dày bùn $\leq 10m$	- giếng cát, $l=6-27m$ - cự ly: 1.6m - gia tải: $1.5 \div 2.0m$	12 ÷ 15 tháng
3	$3.5m \leq h < 4.5m$ bề dày bùn $> 10m$	- Trụ đất gia cố xi măng	3 ÷ 5 tháng
		- Sàn giảm tải	
		- Cống hộp dọc	
4	$h \geq 4.5m$ bề dày bùn $> 10m$	- Cầu cạn	3 ÷ 5 tháng

định tại Bảng 22, Tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc TCVN 5729:2012, nền đường cao tốc nên được thiết kế với mái dốc như sau: (Bảng 4)

Như vậy, nếu xét trong phạm vi 30 km dọc tuyến với chiều cao nền đắp trung bình 2,5 m thì giải pháp cầu cạn sẽ giúp tiết kiệm diện tích GPBM:  $30000 \times 2.5 \times 3(2) \times 2 / 1000 = 45 (30)$  ha. Phần đất này có thể sử dụng để làm đường gom hoặc có thể tiếp tục canh tác nông nghiệp. (Hình 7)

#### 4.4. Về vấn đề thoát lũ

ĐBSCL là vùng đất khá bằng phẳng và chỉ cao trung bình 2.0 m với mực nước biển, thường xuyên bị ngập vào mùa nước nổi và gần đây là hiện tượng triều cường dâng cao gây ngập. Theo như bản đồ nguy cơ ngập của ĐBSCL dưới đây thì hầu như cả vùng có nguy cơ ngập sâu ứng với kịch bản nước biển dâng

Bảng 2. Phân tích so sánh các giải pháp xử lý nền

Giải pháp xử lý	Bắc thấm	Trụ đất xi măng	Sàn giảm tải hoặc cống hộp dọc
Phương pháp thi công	Giảm áp lực nước lỗ rỗng bằng thúc đẩy thoát nước nhờ gia tải	Đất trộn với XM và gia cố nền dưới dạng cọc bằng thiết bị trộn	Hệ cọc BTCT được cắm sâu vào lớp đất tốt
Khả năng áp dụng	Chiều sâu xử lý không quá 30m	Áp dụng tốt trong các trường hợp nền đường XLĐY	Áp dụng tốt trong các trường hợp nền đường XLĐY
Đường kính và khoảng cách hiệu quả	D=5cm. @1,3m, 1,8m	D=60cm - 80cm. @1,4 - 2,0	D=40cm. @1,8 - 2,2m
Thời gian thi công	12~15 tháng	3~5 tháng	~3 tháng
Giá thành XD (chiều sâu đất yếu <20m) ~1.3 tr/m <sup>2</sup>		~7.0 tr/m <sup>2</sup> chiều sâu đất yếu >20m) (10 tr/m <sup>2</sup> chiều sâu đất yếu >20m)	19~20 tr/m <sup>2</sup>
Ưu điểm	Giá thành thấp	Không cần gia tải. đáp ứng độ lún và ổn định	Thi công nhanh. đáp ứng độ lún và ổn định. dễ kiểm soát chất lượng
Nhược điểm	Quá trình cố kết chậm nhất. khó kiểm soát thi công khi đất yếu sâu	Giá thành cao. số lượng máy móc nhiều	Giá thành cao nhất
Kiến nghị áp dụng	Các đoạn nền đắp thông thường có chiều cao đắp <5m	Các đoạn chuyển đầu cầu. nền đường đắp cao	Các đoạn tiếp giáp sau móng cầu. nền đường đắp cao

Bảng 3.

Giải pháp	Bắc thấm	Cọc XMĐ	Sàn giảm tải hoặc cống hộp dọc	Cầu cạn
Suất CPXD	2,6 tr/m <sup>2</sup>	9.8 tr/ m <sup>2</sup>	20.8 tr/ m <sup>2</sup>	21,6 tr/ m <sup>2</sup>
Thời gian	12-15 tháng	3-5 tháng	3 tháng	5 tháng

*Ghi chú:*

Suất CPXD phần nền đường đất yếu được tham khảo dự án thành phần đoạn Hậu Giang - Cà Mau thuộc tuyến đường bộ cao tốc Bắc - Nam phía Đông. Suất CPXD phần xử lý đất yếu đã bao gồm kết cấu áo đường. Suất CPXD cầu tham khảo cầu Rạch Miễu 2, là cầu có chiều cao lớn. Theo đó, suất chi phí xây dựng cầu không cao hơn nhiều so với suất chi phí xây dựng nền đường trên đất yếu phải xử lý bằng công trình (cống hộp dọc, sàn giảm tải).

thêm 100 cm. Khi hoàn thành xây dựng như quy hoạch thì các tuyến đường cao tốc sẽ hình thành các "con đê" và nhiều khu vực sẽ hình thành các "hồ kín" ngăn cản lũ và triều cường rút xuống, làm tình trạng ngập úng sẽ thường xuyên hơn và thời gian ngập cũng kéo dài hơn.

Giải pháp cầu cạn sẽ hạn chế tối đa sự cản trở dòng chảy, giúp lũ và triều cường thoát nhanh hơn. Móng cọc của cầu cắm sâu vào nền đất tốt, không gây ra hiện tượng lún xung quanh khu vực nền đường do tải trọng nền đắp, góp phần giảm tốc độ lún của ĐBSCL. (Hình 8,9)

#### 4.5. Công tác bảo trì và khai thác

Giải pháp cầu cạn hầu như không phải đầu tư sửa chữa trong thời gian đầu khai thác (15 - 30 năm) và về sau cũng chủ yếu là sửa chữa hoặc thay thế khe co giãn. Đơn cử như cầu Đúc ở Long An được xây dựng từ thời Pháp thuộc với công nghệ thi công còn lạc hậu, mác thép và bê tông còn thấp. Sau hơn 100 năm khai thác, khi phá dỡ cầu chất lượng bê tông cốt thép vẫn tốt và còn có thể tiếp tục khai thác được thêm nhiều năm nữa. Ngoài ra, việc lưu thông trên cầu cạn luôn êm thuận và an toàn hơn so với việc lưu thông trên đoạn đường đắp trên đất yếu.

Dự án Xây dựng tuyến Lộ Tê - Rạch Sỏi giai đoạn 1 được xây dựng, hoàn thành và đưa vào khai thác vào tháng 01/2021, vừa qua Bộ GTVT đã phê duyệt chi 750 tỷ đồng để nâng cấp tuyến đường này. Việc thường xuyên phải đóng làn đường để sửa chữa, nâng cấp mặt đường đang khai thác sẽ gây cản trở giao

thông và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn giao thông. (Hình 10)

Kế hoạch Bảo trì tuyến đường cao tốc TP. HCM - Trung Lương năm 2021, ban hành theo QĐ số 2426/QĐ-BGTVT ngày 25/12/2020 của Bộ GTVT có chi phí dự kiến 147,7 tỷ đồng. Trong đó, hầu hết các nội dung sửa chữa là hư hỏng cục bộ mặt đường, sửa chữa hệ thống thoát nước đường dẫn, sửa chữa mặt đường BTXM khu vực trạm thu phí, duy chỉ có một nội dung sửa chữa khe co giãn cầu với số tiền 2,3 tỷ đồng.

Kinh phí bảo trì các tuyến đường của khu vực ĐBSCL nói chung cũng cao hơn các khu vực khác trong cả nước. Nguyên nhân là do khu vực có nhiều cầu, cầu lớn và nhất là điều kiện nền đường đắp trên đất yếu. (Bảng 5)

### 5. KIẾN NGHỊ MỘT SỐ GIẢI PHÁP KẾT CẤU CẦU CHO ĐBSCL

Hiện nay, chi phí đầu tư ban đầu của cầu cạn vẫn cao hơn hẳn so với đầu tư nền đường đắp trên đất yếu (xử lý bằng bắc thấm hoặc cọc xi măng đất). Trong khi nguồn lực đầu tư có hạn, việc tìm ra giải pháp kết cấu cầu kinh tế hơn là hết sức cần thiết, để có thể đầu tư được cầu cạn dài hơn.

Ngoài các kết cấu nhịp dầm I, dầm Super T truyền thống thì giải pháp dầm U với chiều dài nhịp tương đương, nhưng giảm số lượng dầm trong mỗi nhịp sẽ giảm được 12 -15% chi phí xây dựng kết cấu nhịp và rút ngắn thời gian thi công đáng kể (theo phân tích của ThS Nguyễn Trọng Nghĩa).



Hình 7. Giải pháp cầu cạn sẽ giúp tiết kiệm phạm vi GPMB.

Bảng 4.

Chiều cao đắp	Mái dốc nền đắp	Ghi chú
Đến 1.2m	1:4 (1:3)	Các trị số trong ngoặc áp dụng cho trường hợp địa hình khó khăn hoặc hạn chế về diện tích chiếm đất cho phép.
≥1.2m ÷ 3.0m	1:3 (1:2)	
≥3m ÷ 4.5m	1:2.5 (1:1.75)	
≥4.5m ÷ 6m	1:2 (1:1.5)	
Trên 6m	1:2 (1:1.5)	

Bảng 5.

TT	Khu vực quản lý	Chiều dài tuyến quốc lộ	Chi phí bảo trì (*)
1	Khu QLĐB I	1.451 (9.522) km	647,5 tỷ đồng
2	Khu QLĐB II	2.551 (4.840) km	608,7 tỷ đồng
4	Khu QLĐB III	1.552 (4.419) km	548,1 tỷ đồng
4	Khu QLĐB IV	2.224 (4.014) km	817,7 tỷ đồng

Ghi chú:

- Số trong (.) là tổng chiều dài tuyến quốc lộ trong vùng quản lý, bao gồm cả các tuyến đường ủy thác quản lý cho các Sở GTVT, các Công ty BOT, các nhà đầu tư phát triển đường cao tốc. Nguồn: Dự án VRAM.

- (\*) Từ trình số 158/TT-TCĐBVN ngày 04/12/2020 của Tổng cục Đường bộ VN.

Tuy nhiên, ĐBSCL với địa hình thuận lợi cho việc lao lắp dầm thì giải pháp tăng chiều dài nhịp từ 40 m lên 60 m sẽ giúp giảm đáng kể chi phí xây dựng công trình cầu cạn.

Tác giả bài viết đã làm một phép so sánh định lượng cho một công trình cầu cạn dài 360m sử dụng 9 nhịp \* 40m nhịp dầm Super-T với 6 nhịp \* 60m dầm T cải tiến (BH Girder). Kết quả, phương án dầm T cải tiến giảm được 3 trụ cầu, 14% chi phí xây dựng công trình và rút ngắn được 6 tháng thi công. Ngoài dầm T cải tiến thì giải pháp dầm cánh rộng (mặt cắt chữ I) đang được thiết kế, chế tạo thử và áp dụng trong dự án “Đánh giá công nghệ dầm cánh rộng áp dụng cho dự án giao thông ở Việt Nam” do Aus4Transport tài trợ với chiều dài nhịp đề xuất 60 m hoặc giải pháp dầm UHPC nhịp lớn do TS Trần Bá Việt đề xuất cũng là các giải pháp hữu hiệu để giảm chi phí xây dựng cầu cạn. (Hình 11,12).



Hình 8. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với kịch bản mực nước biển dâng 100 cm, khu vực Đồng bằng sông Cửu Long  
Nguồn: <http://vnma.gov.vn>



Hình 9. Bản cơ thủy văn ĐBSCL với các cao tốc trên mặt đất, do GS.TS Nguyễn Ngọc Trân vẽ.

## 6. ĐỀ XUẤT PHÂN KỲ ĐẦU TƯ (CẦU CẠN)

Do nguồn lực hạn chế, các tuyến đường thường được đầu tư phân kỳ theo từng giai đoạn. Tuy nhiên, với hiệu quả đầu tư rất cao của các tuyến đường cao tốc, chỉ sau ít năm đưa vào khai thác giai đoạn 1 đã nảy sinh nhu cầu mở rộng cho



Hình 10. Các hư hỏng, lún mặt đường Lộ Tê - Rạch Sỏi do GS.TSKH Nguyễn Ngọc Trân chụp.



Hình 11. Dầm cánh rộng (mặt cắt chữ I) đang được thiết kế, thử nghiệm trong dự án do Aus4Transport tài trợ

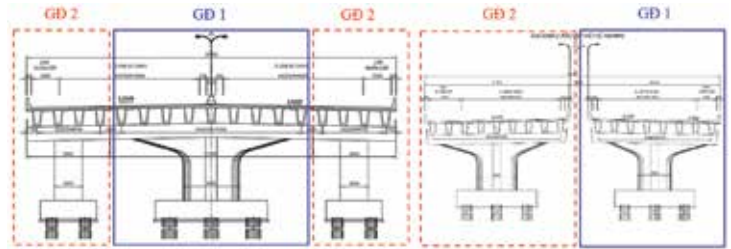


Hình 12. Dầm T cải tiến do Công ty Towoong (Hàn Quốc) nghiên cứu, thử nghiệm và áp dụng.

giai đoạn 2. Do việc mở rộng cầu khó khăn hơn so với mở rộng đường cho nên cần phải lựa chọn giải pháp đầu tư phân kỳ cho hợp lý để hạn chế tối đa việc điều chỉnh, cải tạo cầu ở giai đoạn 1 cho việc mở rộng giai đoạn 2. Hiện nay, có các giải pháp đầu tư phân kỳ cầu và cầu cạn như sau:

- Đầu tư hoàn chỉnh phần cầu ở giai đoạn 1 như Cao tốc Hà Nội - Thái Nguyên. Giải pháp này đòi hỏi chi phí đầu tư ban đầu lớn, khó áp dụng.

- Giai đoạn 1 xây dựng cầu ở giữa, giai đoạn 2 mở rộng sang hai bên như cầu cạn cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây. Giải pháp này rất bất hợp lý đối với các cầu cạn dài do giai đoạn 2 sẽ phải đập bỏ lan can, nối bản mặt cầu để mở rộng thêm 7,5 m về mỗi bên. Việc thi công mở rộng



Hình 13. Giải pháp phân kỳ đầu tư chưa hợp lý. Giai đoạn 2 mở rộng về mỗi bên 7,5 m.

Hình 14. Giải pháp đầu tư phân kỳ hợp lý. Giai đoạn 1 khai thác tốc độ 80 km/h, giai đoạn 2 khai thác tốc độ 120 km/h.

sẽ làm ảnh hưởng tới quá trình khai thác và khó đảm bảo chất lượng mối nối do sự lún lệch, từ biến, co ngót... giữa kết cấu cũ và mới.

- Giai đoạn 1 xây dựng cầu hai bên, giai đoạn 2 mở rộng vào giữa. Giải pháp này phù hợp với các khu vực nút giao khác mức như đã áp dụng ở cao tốc TP.HCM - Trung Lương.

- Giai đoạn 1 đầu tư cầu ở một bên tuyến, giữ nguyên tốc độ thiết kế, không làn dừng xe khẩn cấp như cầu Sông Hồng, Sông Lô (cao tốc Nội Bài - Lào Cai); cầu Long Thành (cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây).

- Giai đoạn 1 đầu tư cầu ở một bên tuyến, giảm tốc độ thiết kế còn 80 km/h, giai đoạn 2 xây dựng cầu ở bên còn lại (đoạn gói thầu A3 ~ J3, cao tốc Bến Lức - Long Thành). (Hình 13,14)

## 7. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

**Kết luận:** Giải pháp cầu cạn cho phép giải quyết cùng một lúc nhiều thách thức: khan hiếm cát, ít tác động thô bạo vào tự nhiên (khai thác cát gây sạt lở nghiêm trọng trong những năm qua), không ngăn cản thoát lũ, không chia cắt cảnh quan, sinh kế và xã hội, ưu việt về kinh tế, về lâu bền.

Một số kiến nghị:

- Khi đề xuất chủ trương đầu tư các dự án cần phân tích, so sánh đầy đủ các chỉ tiêu về chi phí xây dựng, GPMB, thoát lũ, môi trường, khả năng cung cấp vật liệu, duy tu bảo dưỡng, độ êm thuận khai thác... trong suốt vòng đời của dự án để có quyết định lựa chọn giải pháp tối ưu nhất.

- Nên làm cầu cạn đi qua các khu vực nền đường đắp trên đất yếu với chiều dày đất yếu từ 15 m trở lên và chiều cao nền đắp từ 3,5 m trở lên. Chuyển toàn bộ các đoạn đường đầu cầu cao trên 3,5 m phải làm tường chắn hoặc xử lý nền bằng công trình như sàn giảm tải hoặc cống hộp dọc thành cầu cạn.

- Cần cân nhắc giải pháp phân kỳ đầu tư hợp lý, tránh khó khăn cho việc đầu tư mở rộng sau này, gây lãng phí chi phí đầu tư.

- Thí điểm áp dụng các kết cấu cầu mới cho phép vượt khẩu độ nhịp lớn hơn để giảm chi phí xây dựng cầu cạn. Giải pháp đảm bảo đơn đúc sẵn với chiều dài nhịp 60 m sẽ là giải pháp tối ưu cho các đoạn cầu cạn nằm trên đường thẳng hoặc đường cong có bán kính lớn.❖

# Điều kiện để khuyến khích sử dụng giao thông công cộng hiệu quả

> PGS.TS NGUYỄN HỒNG TIẾN\*

Giao thông công cộng đóng vai trò quan trọng trong vận chuyển hành khách đi lại của người dân Thủ đô. Xe buýt nhanh (BRT), đường sắt trên cao Cát Linh - Hà Đông, nhiều tuyến xe buýt điện với hình thức, kiểu dáng đẹp, văn minh lịch sự trong vận hành khai thác... đã có những hiệu ứng rất tích cực trong việc thu hút người dân sử dụng giao thông công cộng. Tuy nhiên, do tốc độ đô thị hóa nhanh, dân cư tập trung vào các thành phố lớn, trong đó có Hà Nội, đã tạo một áp lực giao thông rất lớn và luôn là vấn đề đau đầu của các nhà quản lý.

Năm 2017, HĐND TP Hà Nội đã ban hành Nghị quyết số 04/2017/NQ-HĐND về việc thông qua đề án “Tăng cường quản lý phương tiện giao thông đường bộ nhằm giảm ùn tắc giao thông và ô nhiễm môi trường trên địa bàn TP Hà Nội giai đoạn 2017 - 2030, tầm nhìn đến 2050” và gần đây Chính phủ có Nghị quyết số 48/NQ-CP về Tăng cường bảo đảm trật tự, an toàn và chống ùn tắc giao thông giai đoạn 2022 - 2025. Theo đó, 5 thành phố trực thuộc Trung ương (Hà Nội, TP.HCM, Hải Phòng, Đà Nẵng và Cần Thơ) được giao tiến tới hạn chế hoặc dừng hoạt động xe máy trên một số quận vào năm 2030. Để triển khai các nghị quyết này, đòi hỏi phải có các giải pháp đồng bộ và lộ trình thực hiện cụ thể. Bài viết trình bày một số nội dung có liên quan đến kiểm soát/hạn chế phát triển xe máy và các điều kiện để khuyến khích sử dụng giao thông công cộng hiệu quả.

## 1. NHỮNG YẾU TỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN NHU CẦU ĐI LẠI<sup>[1]</sup>

(1) Yếu tố khách quan: Dân số, mật độ dân số và sự phân bố dân cư; cấu trúc và hình thái phát triển đô thị; đặc điểm, mức độ và mối quan hệ về kinh tế, xã hội; sự phát triển khoa học kỹ thuật; mức độ/ trình độ phát triển của kết cấu hạ tầng giao thông, giao thông công cộng; tốc độ di chuyển, giá/ chi phí vận chuyển; khoảng cách đi lại và thời gian của một chuyến đi.

(2) Yếu tố chủ quan: Đặc điểm sinh hoạt văn hóa của dân cư; yêu cầu về mức độ tiện lợi của giao thông công cộng; thói quen sử dụng phương tiện giao thông; khả năng tham gia giao thông.

Sự tác động của các yếu tố trên làm ảnh hưởng đến nhu

cầu đi lại một cách gián tiếp hay trực tiếp do có các yếu tố làm tăng hoặc giảm nhu cầu, có yếu tố mang tính định lượng, lại có yếu tố mang tính định tính. Vì vậy, khi phân tích cần đứng trên quan điểm tổng hợp.

## 2. NHỮNG YẾU TỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN VIỆC LỰA CHỌN PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG

(1) Quy mô đô thị bao gồm: Quy mô dân số và diện tích đô thị;

(2) Quy hoạch và tổ chức không gian đô thị đó là tính hợp lý của phân bố khu ở, các khu chức năng của đô thị (cơ quan, trường học, sinh hoạt văn hóa, thể dục, thể thao, không gian cây xanh, mặt nước, trung tâm thương mại, dịch vụ...); giữa khu ở, cơ quan, trường học... với các công trình giao thông...;

(3) Kết cấu hạ tầng giao thông: Mạng lưới đường, chiều rộng phần đường xe chạy, hè phố, đường xe đạp, đường đi bộ, khoảng cách các đường, đường kết nối giữa các khu chức năng đô thị, điểm đỗ, bến đỗ xe buýt, bãi đỗ xe;

(4) Hệ thống giao thông công cộng (phân bố mạng lưới, mức độ thuận tiện an toàn, văn minh, chất lượng dịch vụ, chi phí, thời gian chuyển đi, thời gian chờ đợi...);

(5) Thời tiết, khí hậu (nắng, mưa, gió, lạnh...);

(6) Thu nhập và việc làm (thu nhập cao, trung bình, thấp; việc làm: cán bộ, công chức, viên chức; sinh viên, học sinh; lao động thủ công; thương mại dịch vụ...);

(7) Tập quán và thói quen.

## 3. ĐẶC ĐIỂM CỦA XE MÁY - PHƯƠNG TIỆN ĐI LẠI PHỔ BIẾN HIỆN NAY

Xe máy là phương tiện giao thông phổ biến nhất tại Việt Nam. Theo thống kê vào năm 2017 Việt Nam có 56 triệu xe

<sup>(\*)</sup> Nguyên Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng.



*Loạt tuyến xe buýt điện trên địa bàn Hà Nội ngày càng thu hút nhiều hành khách sử dụng.*

máy và trung bình mỗi hộ gia đình sở hữu 2,4 chiếc xe máy (Hà Nội có trên 5 triệu xe và TP.HCM có trên 7,5 triệu xe máy); ở Hà Nội đến tháng 7/2022 có 6,5 triệu xe máy; TP.HCM có khoảng 7,7 triệu xe máy... Thực tế xe máy đã đáp ứng hơn 70% nhu cầu đi lại của người dân. (Hình 1)

Xe máy có những đặc điểm chủ yếu như sau:

(1) Tính cơ động, linh hoạt cao, tốc độ phù hợp; thích ứng với các loại đường khác nhau, phù hợp với quãng đường di chuyển ngắn; diện tích chiếm dụng đường thấp, sức tải phù hợp và có thể hoạt động 4 mùa.

(2) Phù hợp một bộ phận lớn người dân mà ở đó chủ yếu người có thu nhập trung bình và thấp; là phương tiện kiếm sống, mưu sinh của một phần dân cư thuộc nhóm người thu nhập thấp; phù hợp với thói quen đi lại (thói quen đi xe máy như đi bộ, 100 m cũng đi xe máy) và túi tiền để mua sắm phương tiện.

Tuy nhiên, xe máy là phương tiện có độ an toàn lưu thông khá thấp, dễ gây tai nạn giao thông và cùng với xe con, xe cá nhân, xe máy đang là một loại phương tiện góp phần làm trầm trọng thêm tình trạng ùn tắc giao thông tại các đô thị lớn.

#### **4. KHÁI QUÁT VỀ GIAO THÔNG VẬN TẢI Ở HÀ NỘI**

(1) Nhu cầu giao thông và phương tiện giao thông: Nhu cầu giao thông ngày càng cao và phân bố không đều về không gian, thời gian và trên mạng lưới.

(2) Mạng lưới đường đô thị thiếu và phân bố không đều, thiếu sự liên hoàn để tạo sự thông suốt trong giao thông. Hệ thống đường giao thông chủ yếu là giao thông hỗn hợp; bến, bãi đỗ xe thiếu. Tỷ lệ đất dành cho giao thông thấp 10,07%; tỷ lệ đất dành cho giao thông tĩnh chỉ khoảng 0,2%; thiếu hệ



*Hình 1. Xe máy đang đáp ứng hơn 70% nhu cầu đi lại của người dân.*

thống các cầu vượt nhẹ cho người đi bộ (khoảng hơn 30 cầu vượt nhẹ)...

(3) Dịch vụ vận chuyển hành khách đi lại trong thành phố: Hiện nay Hà Nội có các loại hình vận tải đường bộ là chủ yếu bao gồm:

- Dịch vụ xe buýt (2022) có 154 tuyến với 2.266 xe; 3.123 điểm dừng, 365 điểm dừng có nhà chờ, 5 điểm trung chuyển. Khối lượng vận chuyển hành khách 6 tháng đầu năm 2022 đạt 125,3 triệu người, đáp ứng nhu cầu đi lại của người dân bằng xe buýt khoảng 10%. Mạng lưới tuyến có dạng hỗn hợp, tổng chiều dài tuyến khoảng 5.300 km. Mạng lưới xe buýt đã tiếp cận đến 30/30 quận huyện, thị xã đạt 100%. (Hình 3,4).

- Dịch vụ vận chuyển đường sắt trên cao: Tuyến đường sắt có tổng chiều dài chính tuyến 13,05 km, điểm đầu là ga Cát Linh, điểm cuối là ga Yên Nghĩa, với 12 nhà ga trên cao.



Hình 2. Tàu đường sắt trên cao.



Hình 3. Xe buýt điện.

Từ 06/11/2021 đến 31/10/2022, tuyến đường sắt đô thị 2A Cát Linh - Hà Đông đã khai thác, vận hành 360 ngày an toàn, vận chuyển được gần 7,3 triệu lượt hành khách.

- Dịch vụ Ta xi, dịch vụ Grab ngày càng phổ biến đáp ứng khá tốt nhu cầu đi lại.

- Dịch vụ xe ôm, xe máy có đồng hồ tính tiền có tinh linh hoạt và cơ động cao giá cả vừa phải.

Kết cấu hạ tầng vận tải khách công cộng bằng xe buýt:

(1) Điểm dừng xe buýt: Số lượng điểm dừng có nhà chờ chiếm tỷ lệ thấp (đạt 12%); Các điểm dừng chủ yếu tận dụng hè, lề đường nhiều khi mất an toàn giao thông.

(2) Nhà chờ xe buýt: Chỉ tập trung chủ yếu khu vực nội thành. Do giới hạn mặt bằng nhà chờ lắp đặt kích thước nhỏ, kiểu dáng kiến trúc chưa đẹp, năng lực phục vụ hạn chế, nhiều thông tin về hoạt động xe buýt tại nhà chờ thiếu, do chật hẹp nhiều hành khách đứng tràn cả ra khỏi nhà chờ xe buýt để chờ xe. (Hình 4)

(3) Điểm trung chuyển xe buýt: Số lượng điểm trung chuyển còn thấp hơn so với nhu cầu.

(4) Điểm đầu, cuối xe buýt: Điểm đầu cuối xe buýt được bố trí trải đều trong thành phố. Tuy nhiên phần lớn bố trí trên lề đường, khoảng đất lưu không do vậy cơ sở vật chất tại các điểm này rất hạn chế và chỉ mang tính chất tạm thời.

(5) Đường dành riêng cho xe buýt nhanh: Tuyến thí điểm đã đi vào hoạt động, số lượng hành khách tăng nhanh, thời gian chạy, chờ đợi nếu không ùn tắc thì khá ổn định. Tuy nhiên, đưa tuyến vào hoạt động vẫn chưa đồng bộ, chưa thuận tiện cho người muốn tiếp cận, thiếu nơi đỗ xe, chỗ cho người đi bộ sang đường... mất an toàn.

Tóm lại, về khách quan, hoạt động xe buýt vẫn có những hạn chế nhất định, việc kết nối giữa các tuyến xe buýt - các khu dân cư; các tuyến xe buýt - các phương tiện giao thông, với nhau còn bất cập. Thời gian chạy nhiều khi chưa chính xác, di chuyển khó khăn khi vào giờ cao điểm. Các điểm dừng và nhà chờ với kiến trúc công trình còn xấu, mất vệ sinh,

thông tin nghèo nàn, việc tiếp cận đến xe buýt nhiều khi mất an toàn giao thông. Chất lượng dịch vụ/ văn minh trên xe tuy đã có nhiều tiến bộ nhưng vẫn chưa đáp ứng yêu cầu. Đây là các yếu tố tác động đến tâm lý người dân khi tham gia giao thông công cộng.

### 5. HẠN CHẾ XE MÁY HOẶC CAO HƠN LÀ CẤM XE MÁY - NGƯỜI DÂN ĐI BẰNG PHƯƠNG TIỆN GÌ?

Có rất nhiều ý kiến trao đổi và tranh luận về vấn đề này. Khi xem xét các yếu tố tác động đến nhu cầu đi lại, yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương tiện giao thông cũng như những bất cập hiện nay của giao thông vận tải Hà Nội, đặc biệt xem xét đến đặc điểm của phương tiện cá nhân - xe máy, cho thấy, người dân băn khoăn nhiều hơn khi thực hiện giải pháp này.

Để thay đổi hẳn thói quen đi lại của người dân từ phương tiện cá nhân sang phương tiện giao thông công cộng là một cuộc cách mạng. Để làm cuộc cách mạng này có hiệu quả, đòi hỏi mỗi người dân cần có nhận thức đúng đắn, vì lợi ích chung; đòi hỏi các cấp chính quyền phải có những giải pháp đồng bộ từ quy hoạch, đầu tư xây dựng, quản lý vận hành, khai thác hệ thống giao thông đô thị trước mắt, có kế hoạch cụ thể ưu tiên đầu tư hơn nữa vào kết cấu hạ tầng giao thông, cải thiện và nâng cao năng lực/ chất lượng của giao thông công cộng để thu hút người dân sử dụng phương tiện giao thông công cộng.

### 6. MỘT VÀI KIẾN NGHỊ

(1) Rà soát và tập trung hoàn thành công tác điều chỉnh quy hoạch chung đô thị, trong đó, xem xét điều chỉnh lại cấu trúc đô thị, phân bố không gian đô thị và điều chỉnh phân bố các khu chức năng cấp đô thị, cấp khu vực và phân bố lại khu dân cư của đô thị. Gắn kết phát triển đô thị theo các đầu mối giao thông (TOD).

(2) Rà soát quy hoạch giao thông vận tải, quy hoạch bến



Hình 4. Nhà chờ xe buýt ở Hà Nội.

bãi đỗ xe, quy hoạch giao thông công cộng đảm bảo tính thống nhất đồng bộ với quy hoạch đô thị. Xây dựng kế hoạch triển khai thực hiện quy hoạch mang tính khả thi.

(3) Đẩy nhanh tiến độ để dứt điểm hoàn thành các dự án đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông đô thị: Đường sắt trên cao số 3; các bến, bãi, điểm đỗ xe, cầu vượt cho người đi bộ...

(4) Nâng cao chất lượng dịch vụ để thu hút hành khách sử dụng giao thông công cộng cụ thể:[1]

- Ưu tiên sử dụng cơ sở hạ tầng và tổ chức giao thông: Lựa chọn một số tuyến đường để xây dựng đường dành riêng cho xe buýt để nâng cao tốc độ chạy xe, bảo đảm an toàn cho vận hành xe buýt. rà soát, điều chỉnh hợp lý và bổ sung các tuyến xe buýt. Tổ chức thêm các điểm trung chuyển để hành khách dễ dàng chuyển tuyến, nối tuyến thuận tiện đáp ứng mục đích chuyển đi của hành khách; ưu tiên quỹ đất bố trí, xây dựng nhà chờ, điểm dừng, điểm đầu, cuối xe buýt...

- Ưu tiên đổi mới đoàn phương tiện vận chuyển bằng xe buýt: Mua sắm phương tiện hiện đại và chất lượng cao, hình thức đẹp và đa dạng.

- Khuyến khích người dân sử dụng xe buýt: Ưu tiên về giá vé; phát hành vé miễn phí cho một số đối tượng xã hội; gia tăng các dịch vụ tiện ích tại các nhà chờ, điểm dừng, điểm đỗ, điểm trung chuyển tạo thuận lợi tối đa cho người sử dụng giao thông công cộng; Tổ chức các điểm trông giữ xe đạp, xe máy tại các điểm đỗ, điểm dừng, điểm trung chuyển; tổ chức các công trình tiếp cận giao thông công cộng bảo đảm an toàn cho người tham gia...; xây dựng hệ thống thông tin xe buýt thông qua các thiết bị như điện thoại, máy tính và đẩy mạnh công tác các dịch vụ chăm sóc khách hàng...

- Đảm bảo an ninh trật tự cho người dân tham gia giao thông công cộng, văn hóa, văn minh giao thông trong phục vụ trên xe.

(6) Xây dựng các tiêu chí để phân vùng hạn chế xe máy và thực hiện thí điểm việc phân vùng này cũng như lộ trình thực hiện. Trong phương án phân vùng, làm rõ những vùng, khu vực nào, đường phố nào cho xe máy hoạt động và những khu vực nào, đường phố nào cần hạn chế hoặc cấm xe máy hoạt động.

(7) Đổi mới phương pháp và hình thức tuyên truyền, vận động người dân tham gia sử dụng giao thông công cộng đi làm, sinh hoạt văn hóa, du lịch nghỉ ngơi, đi học... đặc biệt, chú trọng vào cán bộ, công chức, các tầng lớp thanh niên, sinh viên và học sinh. Tuyên truyền vận động tại các cơ quan, công sở, trường học.

## 7. KẾT LUẬN

Hà Nội đang hướng tới xây dựng thành phố thông minh, hiện đại, để giải quyết vấn đề ùn tắc giao thông, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, đòi hỏi phải có giải pháp tổng thể, đồng bộ và tổ chức thực hiện theo một lộ trình nhất định và một yếu tố rất quan trọng là phải có quyết tâm chính trị của lãnh đạo thành phố, các cơ quan chuyên môn và sự đồng tình ủng hộ của người dân.❖

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH "Đề xuất các giải pháp từng bước giảm trợ giá vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt trên địa bàn TP Hà Nội" Mã số 01C-04/07-2014-2.
2. Báo cáo tổng hợp đề tài NCKH cấp thành phố: "Nghiên cứu và đề xuất bộ tiêu chí để đánh giá hiệu quả vận tải hành khách công cộng bằng xe buýt trên địa bàn TP Hà Nội" Mã số 01C-04/05-2020-3.
3. NQ số 04/2017/NQ-HĐND về việc thông qua đề án "Tăng cường quản lý phương tiện giao thông đường bộ nhằm giảm ùn tắc giao thông và ô nhiễm môi trường trên địa bàn TP Hà Nội giai đoạn 2017 - 2030, tầm nhìn đến 2050".
4. Nguyễn Xuân Thủy (2015), "Giao thông đô thị - Tầm nhìn, chiến lược và chính sách", NXB Giao thông vận tải - Hà Nội 2015
5. Một số bài viết trên mạng.



# Đánh giá về quy mô đô thị hóa

> PGS.TS LƯU ĐỨC HẢI, KTS LƯU ĐỨC ANH QUÂN\*

## 1. CÁC KHÁI NIỆM

Đô thị: là khu vực tập trung dân cư sinh sống có mật độ cao và chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực kinh tế phi nông nghiệp, là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa hoặc chuyên ngành, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế xã hội của quốc gia hoặc một vùng lãnh thổ, một địa phương, bao gồm nội thành, ngoại thành của thành phố, nội thị, ngoại thị của thị xã, thị trấn (Luật Quy hoạch đô thị, 2009) [1].

Đô thị hóa: là quá trình dân số tập trung ở thành thị hoặc tăng tỷ lệ dân cư sống ở thành thị do dịch cư từ nông thôn ra thành thị hoặc do diện tích đất ở đô thị tăng lên (U.52 - UN Habitat, 1992) [2].

Quy mô đô thị hóa: là thước đo mức độ đô thị hóa dựa trên giới hạn quy mô đô thị tối thiểu và không phản ánh thứ bậc quy mô đô thị. Hai biện pháp được đề xuất làm giải pháp thay thế - quy mô đô thị hóa và quy mô tập trung dân số [3].

Tóm lại, khi nghiên cứu quy mô đô thị hóa, cần nghiên cứu quy mô dân số đô thị và quy mô diện tích đô thị.

Quy hoạch đô thị: Là việc tổ chức không gian, kiến trúc, cảnh quan đô thị, hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, công trình hạ tầng xã hội và nhà ở để tạo lập môi trường sống thích hợp cho người dân sống trong đô thị, được thể hiện thông qua đồ án quy hoạch đô thị (Khoản 4 điều 3 Luật Quy hoạch đô thị, 2009) [1].

Phát triển đô thị: phát triển đô thị theo quy hoạch, hoặc dưới dạng các đô thị mới hoặc mở rộng đô thị hiện hữu. Có thể bao gồm cải tạo cơ sở hạ tầng và cung cấp các dịch vụ đô thị (U.30 - UN Habitat, 1992) [2].

\*Viện Nghiên cứu đô thị và phát triển hạ tầng, Tổng hội Xây dựng Việt Nam.

Dân số: là tập hợp người sinh sống trong một quốc gia, khu vực, vùng địa lý kinh tế hoặc một đơn vị hành chính (Pháp lệnh dân số, 2003) [4].

Quy mô dân số: là người sống trong một quốc gia, khu vực, vùng địa lý kinh tế hoặc một đơn vị hành chính tại thời điểm nhất định (Pháp lệnh dân số, 2003) [4].

Dân số đô thị: là dân số thuộc ranh giới hành chính của đô thị, bao gồm: nội thành, ngoại thành, nội thị, ngoại thị và thị trấn (Nghị định 42/2009/NĐ-CP) [5]. Như vậy Dân số đô thị đồng nghĩa với Dân số toàn đô thị (Lưu Đức Hải và các cộng sự, 2021).

Dân số thành thị: là dân số của các đơn vị lãnh thổ được Nhà nước quy định là khu vực thành thị (phường và thị trấn) (Tổng điều tra dân số và nhà ở, 2019) [6]. Như vậy Dân số thành thị đồng nghĩa với Dân số nội thị (Lưu Đức Hải và các cộng sự, 2021).

Dân số toàn đô thị: bao gồm dân số thường trú và dân số tạm trú đã quy đổi khu vực nội thành, nội thị và ngoại thành, ngoại thị (NQ 1210/2016/UBTVQH13) [7]. Như vậy Dân số ngoại thị là hiệu số của Dân số toàn đô thị và Dân số nội thị (Lưu Đức Hải và các cộng sự, 2021).

## 2. TỔNG QUAN VỀ ĐÔ THỊ HÓA

Trong lịch sử phát triển đô thị, có thể chia đô thị hóa thành 3 thời kỳ: Thời kỳ đô thị hóa tiền công nghiệp với chiếc xa quay biểu trưng của nền văn minh nông nghiệp, tương ứng với thời kỳ cách mạng kỹ thuật I còn gọi là cách mạng thủ công nghiệp; Thời kỳ đô thị hóa công nghiệp với chiếc máy hơi nước biểu trưng của nền văn minh công nghiệp, tương ứng với thời kỳ cách mạng kỹ thuật II còn gọi là Cách mạng công nghiệp; Thời kỳ đô thị hóa hậu công nghiệp với chiếc máy điện tử biểu trưng của nền văn minh khoa học công nghệ hoặc văn minh tin học

tương ứng với thời kỳ cách mạng kỹ thuật III còn gọi là cách mạng khoa học kỹ thuật [8].

Đô thị hóa chính là sự mở rộng của đô thị và được đo lường bằng Quy mô dân số và Quy mô diện tích của đô thị.

Trên thế giới hiện có hơn 80% quốc gia phát triển với mức đô thị hóa cao, song vẫn có tốc độ đô thị hóa thấp hơn các nước đang phát triển. Ngược lại, những quốc gia đang phát triển có mức đô thị hóa thấp hơn các nước phát triển, bởi quá trình quản lý quy mô đô thị hóa còn yếu kém.

Ở Việt Nam, sự gia tăng dân số đô thị và diện tích đô thị thường diễn ra tại các đô thị lớn, phù hợp với quy luật chung của các đô thị trên thế giới. Cụ thể là:

- Dân số đô thị không ngừng gia tăng:

Năm 1800, chỉ có khoảng 2% dân số thế giới sinh sống tại các đô thị. Đến năm 1950, tỷ lệ này đạt khoảng 30%. Hiện nay, khoảng một nửa dân số hành tinh là các thị dân và cứ sau mỗi ngày lại có thêm 180 nghìn người nhập cư vào các đô thị. Dự báo đến năm 2050, dân số thành thị sẽ chiếm 2/3 trên tổng dân số toàn cầu và GDP sẽ chiếm khoảng 80% toàn bộ nền kinh tế thế giới. Đầu thế kỷ 21, 20% dân số thế giới đang sinh sống và làm việc tại 600 thành phố lớn nhất hành tinh, với 60% GDP toàn cầu. Đồ thị hình 2 cho thấy quá trình đô thị hoá là xu hướng tất yếu của nhân loại cả trong quá khứ, hiện tại và tương lai.

Theo các chuyên gia, cả trước mắt và về lâu dài, tại các nước kém phát triển hơn thì tốc độ đô thị hoá lại mạnh hơn so với tại các nước phát triển (Chương trình phát triển dân số Liên Hợp quốc) [9].

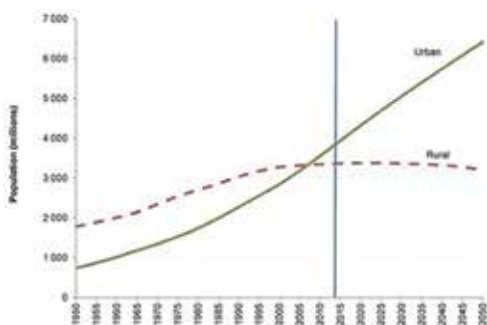
- Dân số tập trung vào những đô thị lớn:

Trong nửa đầu của thế kỷ 20, những đô thị có số dân từ 10 vạn người trở lên, có tổng dân số tăng từ 350 đến 960 triệu người, tương đương 5,5% đến 16% dân số thế giới. Theo dự báo, vào những năm đầu của thế kỷ tiếp theo, có khoảng 45% dân số đô thị sống trong các thành phố có từ 1 triệu dân trở lên. (hình 1)

- Diện tích đô thị không ngừng mở rộng:

Hiện nay, lãnh thổ của những đô thị ngày càng mở rộng, dẫn đến diện tích đô thị ngày càng gia tăng. Trên thế giới, các đô thị có diện tích gần 3 triệu km<sup>2</sup>, chiếm khoảng 2% lục địa. Tại khu vực Hoa Kỳ và châu Âu, các đô thị chiếm khoảng 5% toàn lãnh thổ. Riêng nước Anh, vào đầu thế kỷ tiếp theo mới tăng lên 5% là đô thị. Đầu thế kỷ 21 đã tăng thêm 6% và dự báo cuối thế kỷ này sẽ tăng thêm 14%.

Bộ Xây dựng đã chủ động ban hành nhiều Quyết định về chương trình, kế hoạch hành động của Ngành có liên quan



Hình 1: Dân số đô thị, nông thôn trên toàn thế giới giai đoạn 1950 - 2050 [9].

đến đô thị hóa, công tác quy hoạch đô thị và quản lý phát triển đô thị, nhằm thực hiện các chủ trương, chính sách của Đảng, Chính phủ, thúc đẩy quá trình đô thị hóa tại Việt Nam; các Thông tư hướng dẫn thực hiện các Luật, Nghị định, xây dựng các bộ Tiêu chuẩn, Quy chuẩn về lĩnh vực Quy hoạch đô thị, phát triển đô thị.

### 3 QUY MÔ DÂN SỐ ĐÔ THỊ

#### 3.1 Các phương pháp dự báo dân số và dân số đô thị

Việt Nam đang trong quá trình đô thị hóa nhanh chóng cả về diện tích và dân số, nhiều đô thị được mở rộng, ngày càng trở nên đông đúc hơn. Vì thế đánh giá quy mô đô thị hóa cần được đánh giá về quy mô dân số đô thị và quy mô diện tích đô thị.

Có nhiều phương pháp dự báo dân số được nghiên cứu và giảng dạy tại Khoa Quy hoạch Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, tại Khoa Kinh tế xây dựng đô thị của Liên Xô, tại ngành học về quy hoạch sử dụng đất của Trường Đại học Công nghệ châu Á - AIT. Các phương pháp thường được sử dụng là:

- Phương pháp nhóm đặc trưng - thành phần [10].

- Phương pháp ngoại suy [10].

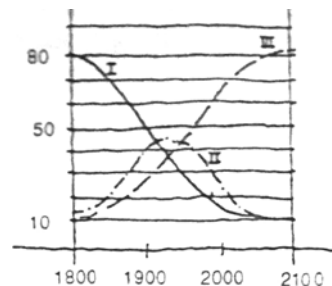
Đây là phương pháp thường được sử dụng khi dự báo dân số đô thị và lao động làm việc trong các đô thị.

Theo phương pháp này, lao động đô thị được phân loại như sau [10, 11]: Dân số trong tuổi lao động được tách thành nhóm lao động có nhu cầu làm việc và nhóm không có nhu cầu làm việc; Nhóm có nhu cầu làm việc bao gồm: sec-tơ I (ngành nông, lâm, ngư nghiệp); sec-tơ II (ngành công nghiệp, xây dựng); sec-tơ III (nhóm ngành dịch vụ, hành chính sự nghiệp) và lao động thất nghiệp; Nhóm không có nhu cầu làm việc: học sinh trong tuổi lao động, nội trợ, tàn tật mất sức lao động.

Lý thuyết về 3 thành phần lao động của J. Fourastier có ý nghĩa rất lớn trong quá trình đô thị hoá, giúp đánh giá trình độ phát triển của một vùng hoặc một đô thị, với mô hình lý thuyết như sau:

Trong thống kê dân số, dân số trong các KCN tập trung tại các khu vực nông thôn, nghề nghiệp chủ yếu là lao động công nghiệp, không phải lao động nông nghiệp. Song vì họ tạm trú tại nông thôn nên được thống kê là dân số nông thôn, như vậy là không hợp lý.

Công nghiệp và đô thị công nghiệp đã có từ lịch sử xa xưa. Do đô thị hóa và phát triển công nghiệp hình thành nên các KCN và đô thị công nghiệp. Nhóm nghiên cứu đề xuất thống kê dân số KCN cần được tính là dân số đô thị.



Hình 2: Mô hình về lý thuyết 3 thành phần lao động của J. Fourastier: Sector I: Lao động nông nghiệp; Sector II: Lao động công nghiệp; Sector III: Lao động khoa học, dịch vụ [11].

### 3.2 Đánh giá quy mô dân số đô thị Việt Nam

Theo Nghị quyết 1210/UBTVQH13 ngày 25/5/2016 của Ủy ban Thường vụ Quốc hội khóa XIII về phân loại đô thị, quy mô dân số toàn đô thị bao gồm dân số thường trú và dân số tạm trú đã quy đổi khu vực nội thành, nội thị và ngoại thành, ngoại thị [11]. Trong số 59 tiêu chuẩn, có 2 tiêu chuẩn về dân số đô thị, đó là dân số toàn đô thị và dân số nội thành, nội thị.

- Quy mô dân số đô thị loại đặc biệt: Quy mô dân số toàn đô thị từ 5 triệu người trở lên; Quy mô dân số khu vực nội thành, nội thị đạt từ 3 triệu người trở lên.

- Quy mô dân số đô thị loại I: Đô thị trực thuộc trung ương: quy mô dân số toàn đô thị đạt từ 1 triệu người trở lên; khu vực nội thành, nội thị đạt từ 500 nghìn người trở lên; Đô thị thuộc tỉnh hoặc thành phố thuộc thành phố trực thuộc trung ương: quy mô dân số toàn đô thị đạt từ 500 nghìn người trở lên; khu vực nội thành, nội thị đạt từ 200 nghìn người trở lên.

- Quy mô dân số đô thị loại II: Quy mô dân số toàn đô thị đạt từ 200 nghìn người trở lên; Quy mô dân số khu vực nội thành, nội thị đạt từ 100 nghìn người trở lên.

- Quy mô dân số đô thị loại III: Quy mô dân số toàn đô thị đạt từ 100 nghìn người trở lên; Quy mô dân số khu vực nội thành, nội thị đạt từ 50 nghìn người trở lên.

- Quy mô dân số đô thị loại IV: Quy mô dân số toàn đô thị đạt từ 50 nghìn người trở lên; Quy mô dân số khu vực nội thị (nếu có) đạt từ 20 nghìn người trở lên.

- Quy mô dân số đô thị loại V: Quy mô dân số toàn đô thị đạt từ 4 nghìn người trở lên.

Tỷ lệ dân số đô thị nước ta liên tục tăng: giai đoạn 1990 - 2000, từ 19,51% (1990) lên 24,12% (2000); giai đoạn 2000 - 2010, từ 24,12% (2000) lên 30,39% (2010); giai đoạn 2010 - 2020 tăng từ 30,9% (2010) lên 36,82% (2020). Tốc độ tăng dân số thành thị bình quân năm chỉ đạt 2,64%/năm giai đoạn 2010 - 2020, thấp hơn tốc độ tăng dân số thành thị của giai đoạn 2000 - 2010 (3,4%/năm).

Giai đoạn 2010 - 2020 cho thấy tỷ lệ gia tăng dân số đô thị ở nước ta có những biến đổi (hình 3):

Giai đoạn 2010 - 2011 tỷ lệ dân số đô thị tăng 31,4% (tăng 2.218.200 người); Giai đoạn 2011 - 2012 tỷ lệ dân số đô thị tăng 31,7% (tăng 596.300 người); Giai đoạn 2012 - 2013 tỷ lệ dân số đô thị tăng 32% (tăng 590.200 người); Giai đoạn 2013 - 2014 tỷ lệ dân số đô thị tăng 33,19% (tăng 1.404.600 người); Giai đoạn 2014 - 2015 tỷ lệ dân số đô thị tăng 33,48% (tăng 609.200 người); Giai đoạn 2015 - 2016 tỷ lệ dân số đô thị tăng 33,67% (tăng 515.100 người); Giai đoạn 2016 - 2017 tỷ lệ dân số đô thị tăng 33,86% (tăng 531.300 người); Giai đoạn 2017 - 2018 tỷ lệ dân số đô thị tăng 34,2% (tăng 708.600 người); Giai đoạn 2018 - 2019 tỷ lệ dân số đô thị tăng 35,05% (tăng 1.179.700 người); Giai đoạn 2019 - 2020 tỷ lệ dân số đô thị tăng mạnh nhất trong 10 năm qua đạt 36,82% (tăng 2.116.100 người).

Nhìn chung trong giai đoạn 2010 - 2020 dân số cả nước tăng dẫn mỗi năm, trung bình dân số cả nước trong 10 năm tăng 92.769 người/năm. Dân số thành thị cũng tăng dẫn mỗi năm trong giai đoạn 2010 - 2020, trung bình dân số thành thị cả nước trong 10 năm qua tăng 31.168 người/năm.

Trong hệ thống thống kê về dân số chúng ta còn thiếu số liệu thống kê về dân số toàn đô thị. Nhìn chung trong giai đoạn

2010 - 2020 tỷ lệ tăng dân số bình quân năm cả nước tương đối ổn định qua các năm, tỷ lệ tăng dân số bình quân cả nước là 1,15%/năm.

Tỷ lệ tăng dân số bình quân năm khu vực thành thị có những bước nhảy lớn; cao nhất trong năm 2014 và 2020; thấp nhất trong giai đoạn 2012 - 2013 và giai đoạn 2016 - 2017. Trung bình trong 10 năm qua dân số thành thị tăng bình quân 3,12%/năm.

Trong hệ thống thống kê về tỷ lệ tăng dân số bình quân/năm chúng ta còn thiếu số liệu thống kê về tỷ lệ tăng dân số bình quân/năm toàn đô thị.

## 4. QUY MÔ DIỆN TÍCH ĐÔ THỊ

Hệ thống đô thị cả nước đã không ngừng được mở rộng và phát triển. Năm 2010 cả nước có 722 đô thị, trong đó có 2 đô thị loại đặc biệt, 15 đô thị loại I, 14 đô thị loại II, 47 đô thị loại III, 64 đô thị loại IV và 630 đô thị loại V. Cuối năm 2018, cả nước đã có 833 đô thị trong đó có 2 đô thị loại đặc biệt, 19 đô thị loại I, 29 đô thị loại II, 45 đô thị loại III, 80 đô thị loại IV và 658 đô thị loại V. Sau 8 năm, cả nước đã tăng thêm 111 đô thị. Về phân cấp quản lý đô thị, cơ cấu hệ thống các đô thị sau gần 10 năm đã có sự thay đổi đáng kể: Đối với nhóm các thành phố trực thuộc tỉnh và thành phố trực thuộc trung ương từ 137 đô thị (2010) đã tăng lên 170 đô thị (2018); nhóm các thị trấn thuộc huyện từ 630 đô thị (2009) đã tăng lên 658 đô thị (2018).

Theo Quyết định số 445/QĐ-TTg ngày 07/4/2009 của Thủ tướng Chính phủ, hệ thống đô thị Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050 được phát triển theo mô hình mạng lưới (liên kết mạng), trên cơ sở kích bản phát triển theo từng giai đoạn, phù hợp với các yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội của đất nước theo từng thời kỳ và hội nhập kinh tế quốc tế. Từ năm 2009 đến 2015 ưu tiên phát triển các vùng kinh tế trọng điểm, các vùng đô thị lớn và các khu kinh tế tổng hợp đóng vai trò là cực tăng trưởng chủ đạo cấp quốc gia; từ sau năm 2016 đến 2025 ưu tiên phát triển các vùng đô thị hóa cơ bản, giảm thiểu sự phát triển phân tán, cục bộ; giai đoạn từ năm 2026 đến năm 2050 chuyển dần sang phát triển theo mô hình mạng lưới đô thị (Liên kết mạng).

Mạng lưới đô thị đã được hình thành rõ nét, đô thị trở thành hạt nhân, động lực thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội của từng vùng và trên cả nước. Các đô thị lớn, nhất là Hà Nội, TP.HCM là cực tăng trưởng chủ đạo, lan tỏa tri thức, đổi mới sáng tạo, đẩy mạnh cạnh tranh, hội nhập quốc tế, đa dạng hóa các hoạt động kinh tế, tác động lớn đến sự phát triển nền kinh tế thị trường năng động.

Đô thị hóa mạnh mẽ tại các vùng đô thị lớn, các cực tăng trưởng chủ đạo đang tạo hiệu ứng thúc đẩy đô thị hóa nhanh lan tỏa diện rộng trên phạm vi các tỉnh, các vùng và cả nước.

Đã hình thành hai vùng đô thị hóa quy mô lớn, mật độ cao (vùng Thủ đô Hà Nội và Vùng TP.HCM). Các đô thị khác tập trung vào các trung tâm cấp tỉnh (tỉnh lỵ) và gắn với các hành lang kinh tế, trục giao thông lớn của quốc gia.

Các đô thị trung bình và nhỏ, trên cơ sở khai thác triệt để các lợi thế, tiềm năng của tất cả các vùng, liên kết hỗ trợ nhau kể cả khu vực nông thôn, làm cho tất cả các vùng đều phát triển.

Trong giai đoạn 10 năm qua, diện tích đất đô thị đã tăng thêm bình quân hơn 38,5 nghìn héc-ta mỗi năm. Năm 2020



Hình 3: Dân số và tăng trưởng dân số đô thị giai đoạn 2010 - 2020 [6].

cả nước có 2.028,07 nghìn héc-ta đất đô thị (theo địa giới hành chính phường, thị trấn), chiếm 6,12% tổng diện tích tự nhiên được phân bố tại 6 vùng trên cả nước. Theo Bộ TN&MT, trong giai đoạn 2011 - 2020 diện tích đất đô thị tăng 385,65 nghìn héc-ta, tập trung nhiều tại vùng Bắc Trung bộ và Duyên hải miền Trung 122,74 nghìn héc-ta; vùng Trung du miền núi phía Bắc 102,69 nghìn héc-ta; vùng Đông Nam bộ 71,33 nghìn héc-ta; vùng Tây Nguyên tăng 49,39 nghìn héc-ta.

Như vậy có thể thấy, sự gia tăng diện tích đất đô thị đã góp phần hình thành hệ thống mạng lưới đô thị phân bố tương đối hợp lý trên các vùng lãnh thổ cả nước, thúc đẩy quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Nhìn chung, diện tích đất xây dựng đô thị cả nước tăng nhanh (gấp 1,25 lần so với năm 2010); bình quân đầu người 200 m<sup>2</sup>/người, cao hơn 1,07 lần so với chỉ tiêu cho năm 2010, cơ bản đạt được yêu cầu về mức bình quân diện tích đất đô thị trên người của một đô thị hiện đại.

Khi phân tích các thay đổi về mật độ đô thị thành những thay đổi ở khu vực đô thị và khu vực nông thôn trong phạm vi ranh giới của cùng một thành phố và so sánh với những thay đổi về quy mô quỹ đất, có thể thấy rằng, mật độ dân số đô thị tại các thành phố giảm, chủ yếu là do chuyển đổi nhiều diện tích đất nông thôn thành diện tích đất đô thị. Sự khác biệt này có thể được giải thích bằng nhiều yếu tố.

Diện tích đất xây dựng đô thị khoảng 3.450 km<sup>2</sup>, bằng 1,045% diện tích đất tự nhiên của cả nước. Diện tích đất tự nhiên của toàn đô thị (cả nội thành, nội thị và ngoại thành, ngoại thị) là 34.760 km<sup>2</sup>, bằng 10,53% diện tích đất tự nhiên toàn quốc. Đất đô thị (khu vực nội thành, nội thị) là 14.760 km<sup>2</sup>, chiếm 42,46% đất tự nhiên của đô thị cả nước, bằng 4,41% đất tự nhiên của cả nước. So với năm 2009, đất xây dựng đô thị đã tăng lên 1,2 lần và đất đô thị đã tăng thêm 1.261 km<sup>2</sup>.

Quy hoạch sử dụng đất đô thị còn có hạn chế, bất cập, do diễn ra song song với quá trình lập, điều chỉnh quy hoạch ngành dẫn đến quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất sau khi được phê duyệt có thể không còn phù hợp với quy hoạch các ngành, lĩnh vực khác. Việc điều chỉnh kế hoạch sử dụng đất hàng năm làm phá vỡ cơ cấu sử dụng đất xây dựng đô thị theo quy hoạch xây dựng đô thị được duyệt.

Quá trình đô thị hóa đã tác động không nhỏ đến sự biến động về sử dụng đất, dẫn đến thay đổi về cơ cấu sử dụng đất theo hướng giảm mạnh về diện tích đất nông nghiệp, đất chưa sử dụng và đồng thời tăng nhanh về diện tích đất chuyên dùng, đất đô thị. Theo Ngân hàng Thế giới, việc mở rộng không gian đô thị của Việt Nam trong 5 năm gần đây (2012 - 2017) lớn hơn tổng mở rộng trong 15 năm trước. Trên thực tế, diện tích đất quy hoạch lớn hơn rất nhiều diện tích đất xây dựng đô thị tập trung. Đến nay, tổng diện tích đất tự nhiên toàn đô thị đạt 34.017 km<sup>2</sup>, chiếm



Hình 4: Tỷ lệ tăng dân số bình quân năm cả nước và dân số thành thị giai đoạn 2010 - 2020 [12].

khoảng 10,26% diện tích đất tự nhiên của cả nước; nội thành nội thị 14.760 km<sup>2</sup>, chiếm khoảng 4,42% diện tích đất tự nhiên của cả nước (tăng hơn so với dự báo tại QĐ 445 khoảng trên 3%).

## 5. MỘT SỐ KIẾN NGHỊ

Về mặt thuật ngữ, Dân số đô thị đồng nghĩa với Dân số toàn đô thị; Dân số thành thị đồng nghĩa với Dân số nội thị; Dân số ngoại thị là hiệu số của Dân số toàn đô thị và Dân số nội thị (Luu Đức Hải và các cộng sự, 2021).

Công nghiệp và đô thị công nghiệp đã có từ lịch sử xa xưa. Do đô thị hóa và phát triển công nghiệp hình thành nên các KCN và đô thị công nghiệp. Nhóm nghiên cứu đề xuất thống kê dân số KCN cần được được tính là dân số đô thị (Luu Đức Hải và các cộng sự, 2021).

Trong hệ thống thống kê về tỷ lệ tăng dân số bình quân/năm chúng ta còn thiếu số liệu thống kê về tỷ lệ tăng dân số bình quân/năm toàn đô thị, vì thế cần được bổ sung trong quy trình thống kê dân số đô thị.

Hiện còn sự chồng chéo trong quy hoạch sử dụng đất giữa Luật Đất đai và Luật Quy hoạch đô thị. Kiến nghị trong Luật Đất đai sửa đổi sẽ không có quy hoạch sử dụng đất đối với các đô thị (thành phố, thị xã, thị trấn, đô thị mới...) mà chỉ lập kế hoạch sử dụng đất. Kế hoạch sử dụng đất này phải phù hợp với nội dung quy hoạch sử dụng đất của đồ án quy hoạch chung đô thị đã được phê duyệt.

Cần bổ sung trong phần giải thích từ ngữ của Luật Đất đai sửa đổi (dự thảo 2023) hoặc trong Luật Quy hoạch đô thị bổ sung các thuật ngữ "Đất đô thị" và "Đất xây dựng đô thị".

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Luật Quy hoạch đô thị số 30/2009/QH12 của Quốc hội.
2. UN Habitat - "Multilingual Glossary of Human Settlements Terms" - 1992.
3. Jack P. Gibbs - "Measures of Urbanization" - 1966.
4. Pháp lệnh Dân số số 06/2003/PL-UBTVQH11 ngày 09/01/2003 của Ủy ban thường vụ Quốc hội.
5. Nghị định 42/2009/NĐ-CP ngày 07/5/2009 của Chính phủ về Phân loại đô thị.
6. Tổng cục Thống kê - "Các số liệu thống kê về dân số đô thị 2009, 2019" - 2009, 2019.
7. Nghị quyết 1210/2016/UBTVQH13 ngày 25/5/2016 của Ủy ban Thường vụ Quốc hội khóa XIII.
8. GS Đàm Trung Phụng - "Đô thị Việt Nam" - NXB Xây dựng - 1995.
9. Ban Dân số của Bộ Kinh tế và Xã hội Liên Hợp quốc (UN DESA) - "Đánh giá Triển vọng Đô thị hóa Thế giới" - 2019.
10. KS Phạm Thị Huệ Linh và nnk - "Phương pháp dự báo dân số trong quy hoạch chung xây dựng đô thị" - Viện Quy hoạch đô thị nông thôn, 2000.
11. GS.TS Nguyễn Thế Bá - "Quy hoạch xây dựng phát triển đô thị" - NXB Xây dựng, 1999.
12. Tổng cục Thống kê - "Các số liệu về dân số, mật độ dân số, diện tích giai đoạn 2010 - 2020" - 2020.

# Quy hoạch và mô hình phát triển đô thị vùng ĐBSCL thích ứng với biến đổi tự nhiên

> THS.KTS LÊ THỊ THÚY HÀ\*, THS NGUYỄN VIỆT DŨNG\*\*

Quy hoạch xây dựng ĐBSCL gắn liền với ứng phó thiên tai và BĐKH, trong đó, ngập lụt là yếu tố quan trọng hàng đầu tác động đến chiến lược thích ứng. QHXD cần lựa chọn chiến lược sống chung với lũ, đảm bảo xây dựng các giải pháp linh hoạt, mềm dẻo, hiệu quả, lâu dài và “không hối tiếc” trong điều kiện BĐKH.

## MỞ ĐẦU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nổi tiếng với sự đa dạng hệ sinh thái bởi vị trí địa lý nằm ở hạ lưu của sông Mekong, với ba hệ sinh thái tiêu biểu của vùng là rừng ngập mặn, đầm nội địa và vùng cửa sông. ĐBSCL là địa bàn đang có các thay đổi tự nhiên lớn, chịu tác động lớn bởi biến đổi khí hậu (BĐKH) do thiên nhiên và cả con người gây ra. Các tác động điển hình là ảnh hưởng của lũ ở vùng đầu nguồn; xâm nhập mặn ở vùng ven biển; đất nhiễm phèn và sự lan truyền nước chua ở những vùng thấp trũng; thiếu nước ngọt cho sản xuất và sinh hoạt ở những vùng xa sông, gần biển; xói lở bờ sông, bờ biển xảy ra nhiều nơi và ngày càng nghiêm trọng. Ngoài ra, việc xây dựng các thủy điện trên thượng nguồn đã ảnh hưởng rất lớn đến sinh kế, văn hóa và định cư của gần 30 triệu cư dân đang phụ thuộc hoàn toàn vào tài nguyên nước trong vùng. BĐKH vừa là mối đe dọa vừa là cơ hội, là nét đặc trưng tự nhiên ở vùng ĐBSCL. Đây là yếu tố tạo nên bản sắc thiên nhiên đa dạng. Nếu biết khai thác kinh tế và tổ chức định cư phù hợp với sự thay đổi của tự nhiên và BĐKH (như ngập lụt, xâm nhập mặn, hạn hán...), vùng ĐBSCL sẽ không phải chống chế với tự nhiên, mà sẽ luôn đổi mới và tạo nên nhiều cơ hội phát triển. Vì vậy, việc xem xét các yếu tố biến đổi tự nhiên và BĐKH trong quy hoạch và phát triển đô thị ở ĐBSCL hết sức cần thiết.

## 1. TÁC ĐỘNG CỦA THƯỢNG NGUỒN VÀ BĐKH ĐẾN QUY HOẠCH VÀ PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ VÙNG ĐBSCL

(\*) Phó trưởng phòng Nghiên cứu chiến lược và chính sách phát triển đô thị, Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn quốc gia.

(\*\*) Giám đốc Viện Quy hoạch môi trường, hạ tầng kỹ thuật đô thị và nông thôn, Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn quốc gia.

## Tác động thượng nguồn

Theo báo cáo của Ủy ban sông Mekong, Trung Quốc đã xây dựng 11 đập thủy điện, Lào và Campuchia có 11 dự án thủy điện trên dòng chính và hơn 100 các đập, hồ thủy điện nhỏ được quy hoạch hoặc đang xây dựng trên các nhánh. Khi dân số và nền kinh tế ở các quốc gia dọc sông Mekong bùng nổ, dự báo sẽ có thêm đập được xây dựng ở lưu vực trong vòng vài thập kỷ tới.

Theo Báo cáo Môi trường chiến lược của Ủy hội sông Mekong đưa ra các đánh giá về tác động của các đập thủy điện đến vùng hạ nguồn sông Mekong và vùng ĐBSCL bao gồm các vấn đề chính như sau: Làm thay đổi chế độ dòng chảy và bản chất của sông Mekong; tác động lên đánh bắt thủy sản nội vùng và an ninh lương thực; ảnh hưởng đến đa dạng thủy sinh học; làm thay đổi trong hệ sinh thái trên bờ; giảm khối lượng trầm tích; ảnh hưởng tới sinh kế và văn hóa.

## Tác động của BĐKH và nước biển dâng (NBD) đến phát triển đô thị trong vùng

Theo “Kịch bản BĐKH, NBD ở Việt Nam” của Bộ TN&MT, đối với vùng Nam bộ (trong đó có ĐBSCL), ứng với mức theo kịch bản phát thải trung bình, nhiệt độ trung bình năm vùng đến năm 2050 tăng 0,5 - 1,6°C và đến năm 2100 tăng 1,5 - 2,8°C. Lượng mưa trung bình năm đến 2050 tăng 2 - 4% và năm 2100 tăng 4 - 8%. Đáng lưu ý lượng mưa trong các tháng mùa khô và đầu mùa mưa (từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau) giảm 2,3 - 7,9% vào năm 2050, giảm 4,3 - 15,1% vào năm 2100. Như vậy, tuy lượng mưa cả năm có xu thế tăng, nhưng lượng mưa đầu mùa mưa giảm là nguy cơ thiếu hụt nước khiến nhu cầu nước lấy từ sông kênh lớn hơn.



Mức nước trung bình biển Đông vùng ĐBSCL tăng thêm 19 - 37 cm vào năm 2050 và cuối thế kỷ là 52 - 106 cm. Nếu mực nước dâng 100 cm thì 47,29% diện tích vùng có nguy cơ bị ngập. Các tỉnh Kiên Giang, Cà Mau, Bạc Liêu, Hậu Giang bị ảnh hưởng nặng nề nhất.

Tác động BĐKH và NBD đối với vùng ĐBSCL có liên quan mật thiết đến BĐKH vùng thượng lưu sông Mekong. Theo Quy hoạch thủy lợi ĐBSCL trong điều kiện BĐKH và NBD, dưới tác động của BĐKH và NBD, ngập lụt và xâm nhập mặn sẽ là 2 tác động lớn nhất, chi phối các tác động khác đến vùng ĐBSCL.

**Xâm nhập mặn:** Ứng với kịch bản dòng chảy kiệt thượng lưu giảm 15%, đối với ranh mặn cao nhất, độ mặn 4 g/l, trên sông Tiền qua TP Mỹ Tho 17 km (cao hơn hiện nay 20 km) và trên sông Hậu ngang TP Cần Thơ (cao hơn hiện nay 15 km). Nguồn nước các đô thị bị nhiễm mặn, ngoài các đô thị: Bến Lức, Tân An, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Rạch Giá, Hà Tiên, có thêm: Mỹ Tho, Vĩnh Long và Cần Thơ.

**Ngập lụt:** Kết quả mô phỏng thủy lực cho thấy, đến năm 2050 do lũ thượng lưu tăng 15%, mực nước lũ tùy từng vùng có thể tăng 30 - 40 cm. Do mực NBD, mực nước trong đồng bằng có thể tăng 12 - 17 cm. Tổng hợp tác động bởi 2 yếu tố trên, mực nước ở ĐBSCL có thể gia tăng từ 50 - 60 cm. Điều này dẫn đến ngoài các đô thị như: Châu Đốc, Long Xuyên, Cao Lãnh thường xuyên ảnh hưởng bởi ngập lũ hiện nay, sẽ có thêm: Sa Đéc, Vĩnh Long, Tân An, Mỹ Tho, Cần Thơ, Vị Thanh, Sóc Trăng, Rạch Giá và Hà Tiên bị ngập trên 1,0 m, nghiêm trọng nhất là Cần Thơ và Vĩnh Long. Trong mùa lũ, việc thoát nước của các đô thị càng khó khăn hơn, đặc biệt các đô thị như: Mỹ Tho, Bến Tre, Trà Vinh, Bạc Liêu, Cà Mau, có

thể phải nhờ đến sự hỗ trợ của tiêu dòng lực. Thời gian ngập (xét với mức ngập >0,5 m) kéo dài từ 2 - 5 tháng hiện nay sẽ tăng lên 5 - 7 tháng.

## 2. CÁC GIẢI PHÁP ĐÃ VÀ ĐANG THỰC HIỆN

Chính phủ, các Bộ, ngành và địa phương đã có những chương trình, quy hoạch để phát triển vùng bền vững và ứng phó với BĐKH (*Nghị quyết số 120/NQ-CP ngày 17/11/2017 về phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng với BĐKH; Nghị quyết số 13/NQ/TW ngày 02/4/2022 của Bộ Chính trị về phương hướng phát triển kinh tế - xã hội và bảo đảm quốc phòng, an ninh vùng ĐBSCL đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045; Quy hoạch vùng ĐBSCL thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050; Quy hoạch cấp nước, thoát nước Vùng kinh tế trọng điểm vùng ĐBSCL năm 2020; Quy hoạch thủy lợi vùng ĐBSCL trong điều kiện BĐKH và NBD; Chương trình củng cố, nâng cấp hệ thống đê biển từ Quảng Ngãi đến Kiên Giang; Chương trình xây dựng cụm, tuyến dân cư và nhà ở vùng ngập lũ ĐBSCL...*). Các chính sách, chương trình, quy hoạch này đã và đang góp phần nâng cao năng lực ứng phó với BĐKH của vùng.

Tuy nhiên, bên cạnh những mặt tích cực thì một số giải pháp ứng phó thiên tai trở nên kém hiệu quả trong điều kiện thay đổi tự nhiên và BĐKH. Phát triển cơ sở hạ tầng trong vùng đang ngày một khó khăn trước điều kiện tự nhiên thay đổi. Chẳng hạn như hệ thống đê điều kiên cố đã làm mất đi các khu trữ nước, gây ra tác động tiêu cực đến công tác phòng chống lũ lụt ở hạ lưu, cung cấp nước ngọt ngày càng khó khăn trong mùa khô, xung đột về sử dụng đất giữa thủy sản và lúa, lún đất và cạn kiệt nguồn tài nguyên nước ngầm, lũ lụt và hạn hán, xâm nhập mặn ngày càng nghiêm trọng...

Giải pháp cấp nước vùng (Cần Thơ và An Giang) mặc dù giảm thiểu rủi ro xâm nhập mặn, nhưng vấn đề kết nối mạng lưới tới các đô thị không phải dễ dàng. Về thoát nước, hiện nay một số đô thị cũng đã xây dựng hệ thống thoát nước bằng trạm bơm, kết hợp van 1 chiều cùng với hệ thống đê bao, kè chắn (ví dụ như Bạc Liêu) nhưng cũng mang tính chất tình thế và chưa chắc đảm bảo an toàn trong tương lai nếu gặp phải các sự cố như vỡ đê hay nước lũ, triều và mực NBD quá cao kết hợp với mưa lớn... Vì vậy, cần phải có các giải pháp tổng hợp (kết hợp giữa giải pháp công trình và giải pháp phi công trình, tận dụng các giá trị của tự nhiên), đa ngành, đa lĩnh vực và có tham gia của các bên liên quan từ cấp vùng đến chi tiết tại đô thị nơi trực tiếp bị ảnh hưởng. Phát triển cơ sở hạ tầng trong vùng đang ngày một khó khăn trước điều kiện tự nhiên và BĐKH như: Nhu cầu về phòng chống lũ lụt và sử dụng tài nguyên nước ngày càng tăng, hệ thống đê điều kiên cố làm mất đi các khu trữ nước, gây ra tác động tiêu cực đến công tác phòng chống lũ lụt ở hạ lưu.

### 3. PHÂN VÙNG TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH ĐẾN PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ

ĐBSCL chỉ phải chịu thiệt hại do ngập lụt từ đợt lũ định kỳ hàng năm ở thượng nguồn sông Mekong (người dân vốn đã sống thích nghi tốt), thì dưới sự cộng hưởng của NBD, diện tích ngập lụt sẽ mở rộng, đặc biệt là vùng duyên hải. Cùng với đó là sự lấn sâu của nước biển vào đất liền, kéo theo quá trình nhiễm mặn. Chính từ hai tác động tiến đề này mới dẫn đến hàng loạt các tác động khác: Sụt lún, sạt lở bờ sông, bờ biển hay thiếu nước ngọt cho tưới tiêu và sinh hoạt hàng ngày. Căn cứ vào các tác động chính này có thể phân loại thành 5 vùng tác động tới quy hoạch và phát triển đô thị:

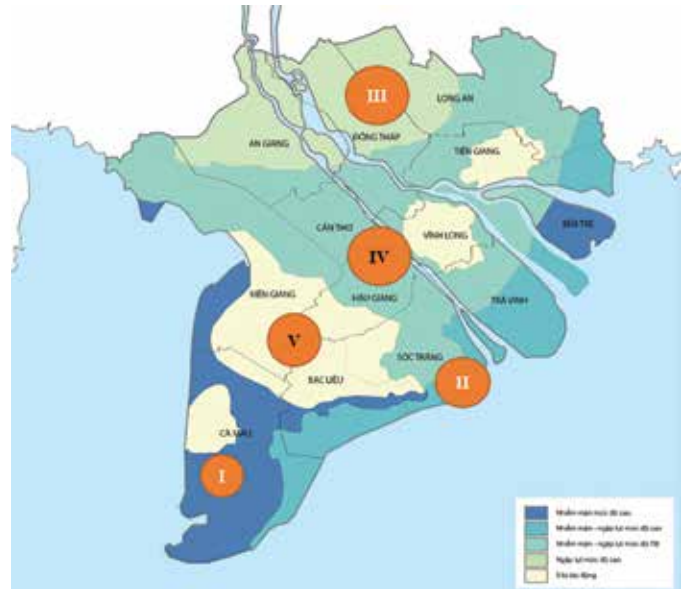
**Vùng I:** Vùng duyên hải phía Tây, chịu xâm nhập mặn khá nặng (tuy nhiên, không chịu ảnh hưởng nặng như vùng duyên hải phía Đông) và đồng thời chịu ngập lụt do lũ ở mức độ thấp. Do vậy, giải pháp thích ứng với BĐKH cho vùng này phần lớn tập trung vào các giải pháp công trình và phi công trình ứng phó và thích ứng với môi trường ngập mặn và nước biển dâng.

**Vùng II:** Vùng duyên hải phía Đông, chịu xâm nhập mặn nặng và ngập lụt khá nặng (mức ngập lụt chỉ đứng sau vùng trung III). Giải pháp thích ứng tập trung cả hai vấn đề ngập và mặn. Vùng này sẽ là vùng bảo vệ vùng IV khỏi hoặc giảm tác động xâm mặn.

**Vùng III:** Vùng ngập nặng do lũ, nhưng không bị mặn hoặc mặn ít. Giải pháp chủ yếu thích ứng với ngập lụt. Vùng này có thể dùng làm khu trữ nước mùa lũ cho các vùng còn lại.

**Vùng IV:** Vùng nước ngọt, ngập lụt trung bình, ít nhiễm mặn. Giải pháp thích ứng hướng tới vấn đề thích ứng ngập lụt mức nhẹ và giảm thiểu xâm nhập mặn bằng giải pháp thủy lợi tới vùng II.

**Vùng V:** Vùng chịu ít tác động của ngập lụt do lũ nhất (1 - 1,5 m) và ít có hiện tượng xâm nhập mặn. Đây là vùng tương đối "lý tưởng" cho phát triển đô thị, tập trung dân cư đô thị cao, mô hình phát triển đô thị nén. Các vùng này cần được bảo vệ.



Sơ đồ phân vùng phát triển đô thị dưới tác động của BĐKH.

### 4. GIẢI PHÁP QUY HOẠCH VÀ MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ

#### Chiến lược thích ứng

**Sống chung với lũ:** Quy hoạch xây dựng ĐBSCL gắn liền với ứng phó thiên tai và BĐKH, trong đó, ngập lụt là yếu tố quan trọng hàng đầu tác động đến chiến lược thích ứng. QHXD cần lựa chọn chiến lược sống chung với lũ, đảm bảo xây dựng các giải pháp linh hoạt, mềm dẻo, hiệu quả, lâu dài và "không hối tiếc" trong điều kiện BĐKH.

**Quản lý tổng hợp hệ thống sông Mekong:** Hợp tác với các nước trong lưu vực sông Mekong để cùng chia sẻ lợi ích chung của sông Cửu Long trong việc phát triển cả lưu vực để giảm thiểu lũ lụt và hạn hán.

**Phát triển kinh tế trong một quy hoạch tổng thể:** Cần tính toán lại, xây dựng một quy hoạch tổng thể, gắn phát triển của các ngành kinh tế với không gian của vùng, phù hợp với điều kiện tự nhiên môi trường của từng khu vực.

#### Giải pháp về quy hoạch vùng

**Lựa chọn mô hình phát triển vùng:** Do tác động của BĐKH, các yếu tố tạo vùng có thể bị tác động ở mức độ khác nhau. Với những cực đoan về lũ và hạn - mặn ngày càng thường xuyên, các biện pháp ứng phó khác nhau tại mỗi tiểu vùng sẽ ảnh hưởng đến các yếu tố của mô hình phát triển vùng, vùng giáp biên giới chịu ảnh hưởng của lũ, vùng giáp biển đồng chịu tác động của mặn, vùng trung tâm đồng bằng chịu ảnh hưởng của cả 2 yếu tố. Sự phân hóa về tác động của BĐKH làm mất đi sự đồng nhất vốn có của vùng. Trung tâm vùng hiện nay là Cần Thơ đứng trước nguy cơ vừa chịu tác động của lũ thoát ngày càng nhanh từ thượng lưu, vừa chịu ảnh hưởng NBD sẽ ngập ngày càng trầm trọng. Khi dòng chảy cạn kiệt, hệ thống giao thông thủy, vốn là thế mạnh của trục trung tâm, là yếu tố hạ tầng, bị ảnh hưởng lớn nhất, từ đó ảnh hưởng đến trục trung tâm dọc sông Tiền và sông Hậu. Một mặt các cực phát triển đô thị giáp biên giới phía Tây

chịu tác động của lũ, mặt khác, các cực phát triển phía Đông, giáp biển chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn và NBD. Vì vậy, trong nghiên cứu mô hình phát triển vùng cần quan tâm chi tiết đến tác động trên diện rộng của BĐKH và NBD. Theo đó, vùng phát triển theo mô hình bán tập trung, thay vì tập trung, chỉ phát triển tập trung ở những cực đô thị an toàn. Ngoài ra, cần chuyển dần sang phát triển các hành lang theo trục ngang dọc quốc lộ thay vì các trục dọc sông hiện nay.

**Cấu trúc không gian và phân vùng chức năng:** Trong điều kiện BĐKH và NBD, cấu trúc không gian vùng cần tính đến sự suy giảm dòng chảy kiệt có thể ảnh hưởng lớn đến các hành lang đường thủy và mức độ khai thác các cảng đường sông. Do đó, cấu trúc không gian cần dựa trên mạng lưới đường bộ, vốn đã phát triển rất mạnh trong thời gian gần đây. Sự hình thành các tuyến đê biển theo Quyết định số 667/QĐ-TTg kết hợp tuyến đê biển vùng ĐBSCL với đường giao thông ven biển có thể tạo ra một hành lang ven biển mới gắn với kinh tế biển. Ngoài ra, các đô thị hạt nhân trong tiểu vùng trung tâm giữa sông Tiền - sông Hậu có thể bị ảnh hưởng nghiêm trọng dưới tác động của lũ, đặc biệt là thành phố Cần Thơ, dưới tác động kép từ lũ thượng nguồn và triều cường - NBD từ phía biển. Do đó, nên phát triển theo cấu trúc bán tập trung, phân tán và dành không gian cho nước nhiều hơn. Việc phân vùng chức năng cũng cần thực hiện lại theo chức năng phù hợp hơn, gồm 3 vùng: Vùng giảm lũ (vùng trên), vùng phát triển (vùng giữa), vùng thích nghi (ven biển).

**Hạ tầng kỹ thuật vùng:** Hai vấn đề lớn nhất mà quy hoạch hạ tầng vùng phải giải quyết là ngập lụt (do lũ, NBD) và hạn hán - xâm nhập mặn.

**Thích ứng với hạn hán và xâm nhập mặn:** Giữ nước ngọt trong đồng bằng bởi các công trình ngăn sông quy mô vừa như thiết lập hệ thống cống đầu kênh, nạo sông, kênh và rạch, thiết lập hồ chứa nước... Ngoài ra, cần biến một số đầm lầy, ao hồ... thành hồ chứa nước ngọt, khuyến khích việc tích trữ nước mưa trong các thùng hoặc bể xây. Nghiên cứu áp dụng đập ngầm cửa sông.

**Thích ứng với ngập lụt và triều:** Thiết lập đê biển theo Quyết định số 667/QĐ-TTg, kết hợp tuyến đê biển vùng ĐBSCL với đường giao thông ven biển; chuyển nước giảm lũ bằng hướng thoát lũ ra biển Tây, sang sông Vàm Cỏ và qua sông Tiền, tận dụng khả năng trữ lũ, chậm lũ của sông, hồ, kênh...; sử dụng đê bao với quy mô nhỏ, đê mềm, cao trình và tuyến phù hợp; nâng cấp cơ sở hạ tầng dân cư, kết hợp chặt chẽ các công trình thủy lợi, giao thông, dân cư trong tổng thể phát triển cơ sở hạ tầng chung. Tiếp tục thực hiện Chương trình xây dựng cụm, tuyến dân cư và nhà ở vùng ngập lụt ĐBSCL.

#### **Mô hình quy hoạch và phát triển đô thị**

Các ý tưởng quy hoạch đô thị trong vùng ĐBSCL cần xuất phát từ yếu tố nước trong đô thị.

- Đối với các đô thị vùng thượng lưu ĐBSCL (Tứ giác Long Xuyên và Đồng Tháp Mười), mô hình phát triển đô thị theo nguyên tắc thích ứng với lũ. Các đô thị hạn chế phát triển tập trung, dành không gian chứa nước và chuyển nước kết nối với hồ chứa.

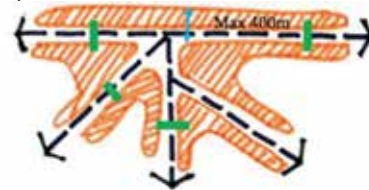
- Đối với các đô thị trung tâm ĐBSCL, là các đô thị thường

xuyên chịu tác động kép của lũ và NBD, triều cường. Do đó, một mặt dành không gian giữ nước tạm thời, mặt khác cần kiểm soát ngập lụt phát triển tập trung với đê bao, cống kiểm soát lũ, triều.

- Đối với các đô thị ven biển, chịu tác động của NBD, triều cường, xâm nhập mặn. Đô thị phát triển phi tập trung, gắn với không gian mở dựa trên khung thiên nhiên (rừng ngập mặn, sông nước...).

Dựa trên việc phân vùng tác động của BĐKH tới phát triển đô thị một số mô hình cho quy hoạch và phát triển đô thị được đề xuất như sau:

**Mô hình 1:** Không có yếu tố nước, dạng xương cá theo cả quốc lộ và tỉnh lộ.



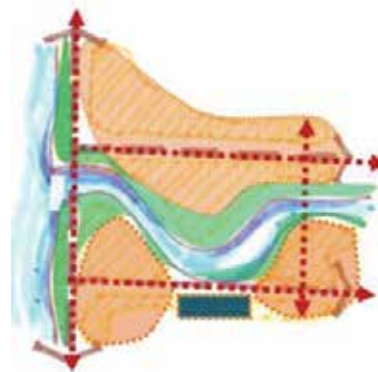
Quốc lộ, tỉnh lộ, kè cứng được nâng cao hơn mực nước dâng dự báo, hai bên tập trung các khu vực trung tâm có các tiện ích công cộng từ cấp đô thị đến cấp khu dân cư.

Vùng phát triển an toàn cho phép bán kính không quá đi bộ 400m tới đường/ đê/ kè cứng (với đô thị quy mô nhỏ).

Để tăng an toàn cho người dân đô thị và giao thông liên tỉnh, có thể xây dựng đường song hành nội bộ, cầu vượt đi bộ để tránh xung đột giao thông

Kè mềm phân tán theo cụm dân cư phân tán bên ngoài quốc lộ/ tỉnh lộ như lối thoát hiểm, tránh nạn

**Mô hình 2:** Đô thị tại cửa sông/ biển, yếu tố nước đi xuyên và giao thông cắt ngang đô thị.

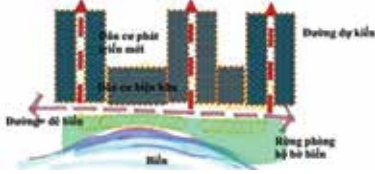


Quốc lộ, tỉnh lộ được nâng cao hơn mực nước dự báo - liên kết với các cụm chức năng đô thị.

Các cụm dân cư và trung tâm đô thị kết nối với nhau bằng các trục giao thông/ đê cứng. Để tăng an toàn cho giao thông đô thị và liên tỉnh có thể xây dựng đường song hành nội bộ, cầu vượt đi bộ để tránh xung đột giao thông. Nên xem xét nắn tuyến quốc lộ, tỉnh lộ ngoài đô thị.

Kè mềm dọc sông/ biển và xen kẽ các cụm chức năng. Giữ khoảng cách an toàn với mép nước đối với công trình. Phát triển mô hình công viên sinh thái bờ sông nhằm tăng mặt phủ xanh, tạo thêm không gian chứa lũ.

**Mô hình 3:** Vị trí ven sông, biển có quốc lộ đi qua.



Khu vực phát triển về một bên trục giao thông chính nhằm giảm giao cắt đường liên tỉnh và nội đô. Khu vực bờ sông/ biển tạo thành các công viên, không gian xanh sinh thái tự nhiên.

Khi đô thị phát triển, đặc biệt các đô thị tại vùng IV, xem xét giải pháp “kéo” đô thị vào sâu bên trong bằng các trục đường giao cắt quốc lộ/ tỉnh lộ, dân cư có thể tập trung 2 bên các trục giao thông này. Mô hình góp phần giảm giao cắt giao thông và thích ứng tốt với ngập lụt.

Kè mềm dọc sông/ biển - bố trí kè mềm phân tán dọc theo khu vực dân cư tùy vào mực nước dâng.

**Mô hình 4:** Nước chia nhánh, có giao thông quốc lộ/ tỉnh lộ cắt ngang đô thị.

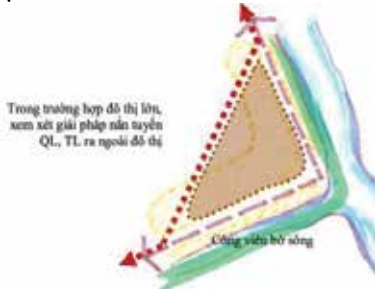


Quốc lộ, tỉnh lộ được nâng cao hơn mực nước dự báo - các tiện ích công cộng từ cấp đô thị đến cấp khu dân cư dọc hai bên, Khu vực dân cư phát triển về một bên quốc lộ/ tỉnh lộ nhằm giảm giao cắt đường liên tỉnh và nội đô. Khu vực bờ sông dành cho mô hình công viên sinh thái tự nhiên

Trong trường hợp các đô thị lớn, xem xét nắn tuyến quốc lộ/ tỉnh lộ ra ngoài. Khu vực đô thị được bao quanh bởi các đường giao thông cũ và mới đóng vai trò đề bao bảo vệ.

Đối với các đô thị nhỏ, mô hình đảo chức năng liên kết với nhau bằng các quốc lộ/ tỉnh lộ và đường đô thị lúc này đóng vai trò là đề. Xen kẽ giữa các cụm phát triển là không gian cảnh quan tự nhiên, điều tiết nước. Có thể xem xét giải pháp hồ điều hòa giữa các cụm phát triển cùng không gian xanh.

**Mô hình 5:** Nước chia nhánh có quốc lộ/ tỉnh lộ nằm một bên, đô thị một bên

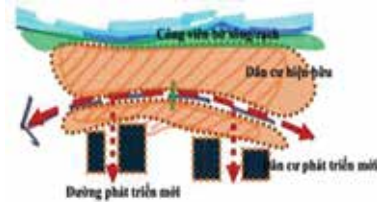


Đối với các đô thị lớn có lịch sử phát triển lâu đời vai trò con nước nằm một bên đô thị rất quan trọng, nên cần xem

xét khả năng nắn tuyến quốc lộ/ tỉnh lộ ra ngoài đô thị, tránh xung đột với giao thông và các hoạt động công cộng liên hệ với mặt nước. Giải pháp công viên sinh thái bờ sông áp dụng tại các đô thị này.

Kè mềm phân tán dọc theo khu vực dân cư tùy theo mực nước. Tổ chức các lối thoát nước và cây xanh trong các khu dân chức năng đô thị.

**Mô hình 6:** Nước dạng tuyến và quốc lộ/ tỉnh lộ cắt chia cắt một phần đô thị



Kè mềm phân tán dọc theo khu vực dân cư tùy theo mực nước dâng.

Ưu tiên phát triển trong phạm vi được bảo vệ và có kế hoạch di dời các khu vực sát nước trả lại không gian xanh, tầng không gian chứa nước, giảm thiểu thiệt hại do rủi ro sạt lở. Trong trường hợp phát triển mở rộng, xem xét giãn dân vào sâu một bên quốc lộ/ tỉnh lộ.

## KẾT LUẬN

Tóm lại, trước những tác động ngày một cực đoan, khó lường của diễn biến thiên tai và BĐKH tại ĐBSCL, việc rà soát, xem xét lại các quy hoạch xây dựng trong vùng đặt ra hết sức cấp bách, đảm bảo các giải pháp được thực hiện là hợp lý và “không hối tiếc”. Việc thích ứng với BĐKH vùng ĐBSCL mà trọng tâm là lũ lụt cần được kết hợp giữa các giải pháp công trình và phi công trình, phù hợp với đặc trưng tác động của từng tiểu vùng. Công tác ứng phó cũng cần được thực hiện ở tất cả các cấp độ, từ quản lý tổng hợp trên phạm vi lưu vực đến cấp vùng và trong mỗi đô thị, khu dân cư, từ chiến lược sử dụng không gian lãnh thổ đến sử dụng đất đai, thiết kế hạ tầng kỹ thuật hợp lý.❖

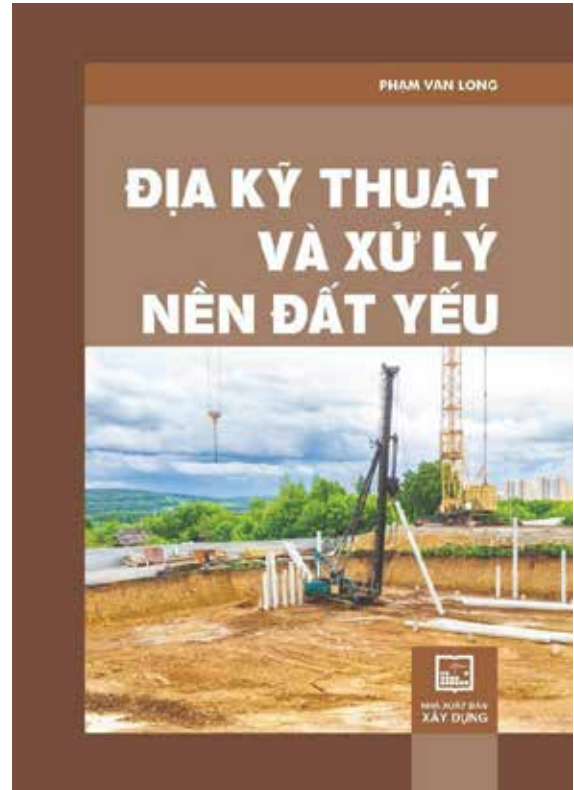
## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề tài Nghiên cứu các mô hình đô thị lồng ghép ứng phó BĐKH, thí điểm để xuất mô hình phát triển đô thị tại vùng ĐBSCL. VIUP, 2021.
2. Hướng dẫn lồng ghép BĐKH trong quy hoạch đô thị. VIUP, 2018.
3. Kịch bản BĐKH cho Việt Nam. Bộ TN&MT, 2020.
4. Đô thị nước nhằm ứng phó với BĐKH. VIAP, 2013.
5. Kế hoạch châu thổ sông Cửu Long (dự thảo). Hợp tác Việt Nam-Hà Lan, 2013.
6. Quy hoạch vùng ĐBSCL giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
7. Quy hoạch thủy lợi ĐBSCL trong điều kiện BĐKH và NBD.
8. Tác động của BĐKH tới hạ tầng đô thị ĐBSCL - Hiện trạng và giải pháp. Lưu Đức Cường, Nguyễn Việt Dũng, 2013.
9. Ứng phó BĐKH và NBD từ quy hoạch xây dựng. Lưu Đức Cường, Nguyễn Huy Dũng. Tạp chí Kiến trúc, 2015.
10. Báo cáo thường niên của Ủy ban sông Mekong, 2021.
11. <https://www.mrcmekong.org/our-work/topics/hydropower/>
12. Đề tài Xây dựng giải pháp thích ứng BĐKH và NBD cho các đô thị thuộc vùng ĐBSCL, Viện Quy hoạch xây dựng Miền Nam (2016).

# Địa kỹ thuật và gia cố nền đất yếu

## > AN NHIÊN

Cuốn sách giúp các kỹ sư nắm vững các cơ sở lý thuyết, nguyên lý căn bản, tương quan thực nghiệm và kinh nghiệm thực tiễn trong cơ học đất và địa kỹ thuật, để có thể áp dụng trong khảo sát, thí nghiệm, nghiên cứu và tính toán thiết kế nền móng, công trình đất và xử lý nền đất yếu.



Các nội dung chính của cuốn sách được trình bày trong 10 chương, trong đó Chương 9 trình bày về nền đất yếu và các phương pháp gia cường nền đất yếu bao gồm các đặc điểm của nền đất yếu, các vấn đề của nền đất yếu, và các phương pháp xử lý nền đất yếu. Các phương pháp gia cường nền đất yếu hạt mịn như cọc cát đầm nén (SCP), cọc xi măng đất (DCM), và cọc tiết diện nhỏ (MCP) được trình bày chi tiết trong chương này.

Chương 10 trình bày các nội dung về cố kết nền đất yếu bằng bắc thấm thoát nước đứng (PVD), bao gồm các nội dung về đặc điểm của PVD, các công nghệ gia tải trước với PVD, tính toán cố kết, tính toán lún, tính toán ổn định, lựa chọn thông số tính toán, và quan trắc đánh giá xử lý nền.

Đặc biệt, nội dung cuốn sách nêu trường hợp thực tế về xử lý nền với PVD đến độ sâu 35 m trên diện tích gần 40 ha bằng phương pháp đắp gia tải có và không có kết hợp bơm hút chân không tại công trình cảng CMIT ở Bà Rịa - Vũng Tàu, gồm yêu cầu thiết kế, trình tự thi công, kết quả quan trắc và tính toán phân tích ngược các thông số về nén lún (Cc), cố kết (ch), vùng xáo động xung quanh bắc thấm (ds/dm, kh/ks), hệ số ổn định FS trong quá trình đắp gia tải và độ lún dư trong thời kỳ vận hành...

Qua ví dụ thực tế, tác giả đúc rút ra các vấn đề cần lưu ý như: Xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm có hoặc không kết hợp bơm hút chân không với bắc thấm có chiều dày lớn hơn hoặc bằng 3 mm, bố trí cách khoảng từ 0,9 - 1,2 m, chiều sâu cắm bắc lên đến 35 m đã được áp dụng thành công ở nhiều công trình lớn trong và ngoài nước như: Cảng Quốc tế Cái Mép CMIT, đường cao tốc TP.HCM - Long Thành, nhà máy điện đập PM3 - Cà Mau, sân bay Suvarnabhumi ở Bangkok...

Với phương pháp sử dụng bắc thấm và gia tải bằng trọng lượng đất đắp và đệm cát thoát nước ngang truyền thống, cần thiết phải bố trí hệ thống thoát nước ngang trong đệm cát dẫn về hố thu nước thấm để bơm ra ngoài nhằm kiểm soát cao độ mực nước ngầm trong đệm cát. Chiều dày đệm cát không nhỏ hơn 0,5 m và có thể sử dụng cát có đường kính d50 lớn hơn hoặc bằng 0,25 mm.

Với phương pháp cố kết chân không VCM, số liệu quan trắc từ một số công trình thực tế cho thấy, áp lực chân không hữu hiệu trong bắc thấm có thể đạt được 60 kPa, 65 kPa và 70 kPa, tương ứng với các công nghệ hút chân không VCM-MS, VCM-MB và VCM-MT.

Kết quả đo áp lực nước bên trong bắc thấm ở nhiều độ sâu khác nhau cho thấy, áp lực chân không hữu hiệu hầu như không thay đổi theo chiều sâu bắc thấm.

Lưu ý rằng, kết quả tính toán thiết kế xử lý nền bằng PVD phụ thuộc rất nhiều vào các thông số cố kết và vùng xáo động. Tuy nhiên, cả 3 thông số này đều không thể xác định được trực tiếp từ thí nghiệm trong phòng hoặc hiện trường. Vì vậy, cần phải tham khảo các tương quan thực nghiệm cùng với kinh nghiệm thực tế ở các công trình tương tự để có thể lựa chọn thông số phù hợp.

Phương pháp tính lún nêu trong chương X của cuốn sách có thể áp dụng cho các trường hợp tải trọng gia tải tăng dần theo nhiều cấp, có hoặc không có kết hợp bơm hút chân không và kể cả trường hợp mực nước ngầm bị hạ thấp do khai thác nước ngầm quá mức...

Sách được biên soạn bởi tác giả Phạm Văn Long, NXB Xây dựng phát hành dưới 02 hình thức sách in và sách điện tử tại địa chỉ: [nxbxaydung.com.vn./](http://nxbxaydung.com.vn/)❖

## QUẢN LÝ NHÀ CHUNG CƯ:

# Nên có “Trường hợp khẩn cấp”?

Chung cư Osaka Complex.

### > NGUYỄN HOÀNG LINH

**K**hoa học quản lý đã chứng minh rằng, nguyên tắc quản lý tài sản chung rắc rối và phức tạp hơn quản lý tài sản riêng gấp nhiều lần. Chẳng thế, trong khoảng chục năm trở lại đây, mặc dù các cơ quan quản lý Nhà nước đã ban hành nhiều văn bản có tính pháp lý nhằm điều chỉnh những hành vi liên quan đến lĩnh vực quản lý nhà chung cư, nhưng rắc rối vẫn xảy ra ở nhiều nơi, đôi lúc còn căng thẳng tựa như “một mất một còn” vậy!

Xin được nêu 2 câu chuyện nóng bỏng những ngày gần đây để chúng ta cùng đi tìm lời giải đáp cho câu hỏi: Khi an sinh của người dân bị đe dọa, cơ quan chức năng cần xử lý như thế nào?

Câu chuyện thứ nhất, những ngày cuối tháng 7/2023, nhiều cư dân tại tòa nhà B với khoảng 300 căn hộ chung cư Osaka Complex tại phường Hoàng Liệt, quận Hoàng Mai (Hà Nội) đã phải sống trong cảnh rác thải ngập ngụa. Cùng với đó, Ban quản lý tòa nhà là Công ty TNHH Nam Minh Hoàng đã khóa 5 trong 6 thang máy cư dân cùng với 2 thang máy vận chuyển rác với một lý do bất khả kháng: Không có kinh phí bảo trì!

Nhiều cư dân tại đây bất bình bởi lẽ, có đến 95% số hộ đã đóng 2% phí bảo trì theo quy định của pháp luật nhưng họ vẫn phải sống trong một nỗi thấp thỏm, lo âu do bị ảnh hưởng tới việc đi lại, vệ sinh môi trường trong tòa nhà và tiềm ẩn những rủi ro liên quan tới an toàn cháy nổ, tính mạng con người...

Tìm hiểu ra thì được biết, người đại diện pháp luật của chủ đầu tư dự án - Công ty CP Quốc tế CT Việt Nam là ông Phan Anh Minh - đã bị Cơ quan điều tra (Công an TP Hà Nội) khởi tố tội "Lừa đảo chiếm đoạt tài sản" và đang chấp hành án phạt tù.

Dự án đã hình thành quỹ bảo trì chung cư này với số tiền trong tài khoản khoảng 13 tỷ đồng mở tại ngân hàng MB. Quỹ bảo trì này vẫn được giữ nguyên và chưa có chi phí và có phát sinh lãi suất ngân hàng. Tuy nhiên, tài khoản này đang được Công an TP Hà Nội phong tỏa(!?).

Câu chuyện thứ hai căng thẳng không kém nhưng trong một hoàn cảnh khác qua cái đầu đề của báo Tuổi trẻ: “Vụ cả chung cư bị cắt điện: Có người đang thở oxy vẫn cắt, vì sao?” diễn ra hồi cuối tháng 6/2023.

Cái tit bài báo này đã gây chấn động tâm can không biết bao nhiêu người bởi “nghĩa tử là nghĩa tận”, sao lại có những con người vô cảm đến thế, sao lại tàn nhẫn đến thế, rồi pháp luật ở đâu, chính quyền ở đâu?...

Chuyện cũng rất đơn giản như “chuyện thường ngày ở... chợ” vậy! Chẳng là vào 11 giờ trưa một hôm xấu trời, tự nhiên 170 hộ dân chung cư Nguyễn Quyền (số 279 Phan Anh, phường Bình Trị Đông, quận Bình Tân, TP.HCM)... bị cúp điện! Thang máy dừng, tủ lạnh tắt ngóm khiến đá tan chảy, các thiết bị điện tử cảm lạnh...



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

**HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC**

Theo Công ty Điện lực Bình Phú - người bán điện cho chung cư này, nguyên nhân cắt điện là vì bán điện mà không thu được tiền!

Các cư dân ở đây cho hay, Công ty TNHH Nguyễn Quyền (chủ đầu tư chung cư) chưa lắp đặt trạm biến áp cho chung cư để bàn giao điện kể cho Công ty Điện lực Bình Phú; hiện các điện kể bán điện cho các căn hộ đều do Công ty TNHH Nguyễn Quyền lắp đặt và thu tiền điện.

Hằng tháng, các hộ dân đều trả tiền điện cho Công ty TNHH Nguyễn Quyền, song việc thanh toán từ công ty cho phía điện lực gặp nhiều trắc trở. Khi giải trình thì sự trắc trở lộ ra.

Công ty Điện lực Bình Phú cho biết, trong quá trình dùng điện, Công ty TNHH Nguyễn Quyền thường xuyên chậm thanh toán, khi nhận được thông báo nhắc nợ hoặc thông báo ngừng cấp điện thì công ty này lại gửi đơn xin chậm thanh toán tiền điện với nhiều lý do, như gia đình có người mắc Covid mất, thu tiền điện bị hao hụt không đủ thanh toán cho Công ty Điện lực Bình Phú... hoặc khiếu nại với một số nội dung lập đi lập lại để trì hoãn việc thanh toán tiền điện.

Từ đầu năm 2022 đến nay, Công ty Điện lực Bình Phú đã có nhiều văn bản gửi Công ty TNHH Nguyễn Quyền về việc đề nghị thanh toán tiền điện và phản hồi kết quả giải quyết các yêu cầu của Công ty TNHH Nguyễn Quyền.

Theo Công ty Điện lực Bình Phú, qua quá trình làm việc, phía điện lực đã triển khai quyết liệt nhiều giải pháp nhưng Công ty TNHH Nguyễn Quyền vẫn tìm đủ mọi lý do để trì hoãn việc thanh toán tiền điện.

Tính đến ngày 15/6/2023, Công ty TNHH Nguyễn Quyền còn nợ tổng cộng 8 hóa đơn tiền điện với tổng số tiền hơn 400 triệu đồng, buộc phía Điện lực Bình Phú phải cắt điện như đã thông báo...

Đến đây, nếu ai đã theo dõi quãng thời gian cỡ ngót hai chục năm, kể từ khi “nền kinh tế chung cư” ra đời, rồi hàng loạt các văn bản có tính pháp quy liên quan đến chung cư được ban hành, sẽ dễ dàng nhận thấy, cuộc sống quá đa dạng và biến động. Cùng với đó, theo thời gian, mọi hệ thống pháp lý sẽ phải dần dần điều chỉnh để khiến mọi hoạt động xã hội ngày càng chuẩn chỉ hơn, văn minh hơn, đi vào cuộc sống dễ dàng hơn.

Xin nêu ví dụ, nếu ai không để ý thì có thể không biết, hệ thống văn bản pháp lý về quản lý chung cư của nước nhà nó “nóng bỏng” như thế nào. Chẳng hạn, khi Bộ Xây dựng sửa đổi Thông tư số 02/2016/TT-BXD ngày 15/2/2016 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng ban hành Quy chế quản lý, sử dụng nhà chung cư thành Văn bản hợp nhất số 05/VBHN-BXD ngày 07/9/2021 về quy chế quản lý, sử dụng nhà chung cư thì đã phải quan tâm đến gần đây văn bản trước đó (tuy hơi dài nhưng xin bạn đọc dành thời gian theo dõi):

1. Thông tư số 22/2016/TT-BXD ngày 01/7/2016 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng bãi bỏ toàn bộ hoặc một phần văn bản quy phạm pháp luật có quy định về điều kiện đầu tư kinh doanh do Bộ Xây dựng ban hành hoặc liên tịch ban hành, có hiệu lực thi hành kể từ ngày 01/7/2016;

2. Thông tư số 28/2016/TT-BXD ngày 15/12/2016 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng sửa đổi, bổ sung một số quy định của

Thông tư số 10/2015/TT-BXD ngày 30/12/2015 của Bộ Xây dựng quy định việc đào tạo, bồi dưỡng kiến thức chuyên môn, nghiệp vụ quản lý vận hành nhà chung cư, Thông tư số 11/2015/TT-BXD ngày 30/12/2015 của Bộ Xây dựng quy định việc cấp chứng chỉ hành nghề môi giới bất động sản; hướng dẫn việc đào tạo, bồi dưỡng kiến thức hành nghề môi giới bất động sản, điều hành sàn giao dịch bất động sản, việc thành lập và tổ chức hoạt động của sàn giao dịch bất động sản và một số quy định của Quy chế quản lý, sử dụng nhà chung cư ban hành kèm theo Thông tư số 02/2016/TT-BXD ngày 15/02/2016 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng, có hiệu lực thi hành kể từ ngày 01/02/2017;

3. Thông tư số 06/2019/TT-BXD ngày 31/10/2019 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng sửa đổi, bổ sung một số điều của các Thông tư liên quan đến quản lý, sử dụng nhà chung cư; có hiệu lực thi hành kể từ ngày 01/01/2020;

4. Thông tư số 07/2021/TT-BXD ngày 30/6/2021 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng sửa đổi, bổ sung, bãi bỏ một số điều của Thông tư số 19/2016/TT-BXD ngày 30/6/2016 và Thông tư số 02/2016/TT-BXD ngày 15/02/2016 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng, có hiệu lực thi hành kể từ ngày 15/8/2021.

Vậy đó, thống kê những văn bản trên để bạn đọc thấy rằng, quản lý chung cư vốn là lĩnh vực khoa học quản lý mới, rất nhiều tình huống khó thể lường trước, rất nhiều hành vi xảy ra do nhu cầu “vạn biến” của con người mà hệ thống pháp lý luôn phải ghi nhận và hoàn thiện.

Trở lại như hai ví dụ xảy ra trên đây, nếu cứ theo các quy định hiện hành thì người dân sẽ bị chịu đựng thời gian dài và bất lực, chính quyền cũng bất lực!

Ta hãy phân tích, trong trường hợp thứ nhất, chủ đầu tư đang chấp hành án tù, tài khoản Quỹ bảo trì đang có 13 tỷ đồng nhưng Công an TP Hà Nội phong tỏa, người dân không thể nộp quỹ bảo trì lần thứ hai, vậy giải tòa khúc mắc này bằng cách nào?

Nếu coi đây như trường hợp khẩn cấp vì an sinh của địa phương và pháp luật cho phép, chính quyền phường có thể đứng ra xử lý vụ việc trước sự đồng thuận của dân cư, mọi chi tiêu minh bạch và sẽ được khấu trừ vào quỹ bảo trì của người dân đang bị phong tỏa. Vậy là mọi khúc mắc sẽ được tháo gỡ nhanh chóng chứ không phải đợi ra đến tòa án!

Xin khuyến nghị thêm với các cơ quan chức năng trong trường hợp này, quỹ bảo trì thuộc sở hữu của cư dân chứ không phải của chủ đầu tư. Việc này chính quyền phường có thể cùng với cơ quan công an làm rõ để giải tòa sớm, vì hành vi phạm tội không phải là cư dân, ai làm người đó chịu!

Trong trường hợp thứ hai, nếu coi đây là trường hợp khẩn cấp, tình trạng tài chính của chủ đầu tư vẫn trong vòng kiểm soát của pháp luật thì chính quyền phường hoàn toàn có thể đứng ra bảo lãnh để người dân yên ổn sinh kế. Thiết nghĩ, con số hơn 400 triệu đồng không phí là quá lớn để chính quyền phường sở tại phải quá lo lắng một khi pháp luật cho phép.

Quả như các cụ xưa nói “Mỗi cây mỗi hoa, mỗi nhà mỗi cảnh”, nếu trong các quy định của pháp luật liên quan đến quản lý nhà chung cư để “mở” một chút để chính quyền địa phương có thể xử lý tình huống thì người dân sẽ đỡ vất vả hơn nhiều! ❖

## Giải pháp cấp bê tông các công trình trên sông, rạch vùng ĐBSCL

> KTS PHẠM THANH TÚ\*

Đối với vùng ĐBSCL, các trạm cấp bê tông tươi phải được lắp đặt trên phương tiện thủy để tránh gây ảnh hưởng đến hạ tầng đường bộ. Cao độ trạm phải thấp và tự hành để có thể di chuyển linh động qua các cầu dân sinh...

### TRẠM TRỘN BÊ TÔNG CÓ THỂ NÂNG HOẶC HẠ ĐỘ CAO

Vùng ĐBSCL có hệ thống sông ngòi chằng chịt, cùng rất nhiều cầu dân sinh với đa số hạ tầng giao thông tải trọng thấp do nền địa chất vùng yếu. Công tác thi công, xây dựng công trình tại vùng ĐBSCL luôn gặp rất nhiều khó khăn và thách thức lớn về việc cung cấp bê tông tươi chất lượng cho các công trình.

Các biện pháp cấp bê tông thường sử dụng như: Trộn bê tông bằng cối trộn tay, lắp đặt trạm trộn tại vị trí công trình, sử dụng trạm bê tông tích hợp trên phao sà lan nổi hoặc sử dụng trạm bê tông thương phẩm gần công trình thường có nhiều mặt hạn chế về tiến độ, chất lượng bê tông, chi phí GPMB và thời gian lắp đặt trạm, hạn chế xe tải trọng lớn tiếp cận công trình do hạ tầng giao thông đường bộ yếu kém.

Để đẩy nhanh tiến độ cùng chất lượng cho công trình, thì giải pháp về công nghệ trang thiết bị sản xuất bê tông tươi và cung cấp nguyên vật liệu phù hợp với đặc thù vùng là rất quan trọng. Trong đó, các trạm cấp bê tông tươi phải được lắp đặt trên phương tiện thủy - tránh gây ảnh hưởng đến hạ tầng đường bộ, cao độ trạm phải thấp và tự hành để có thể di chuyển linh động qua các cầu dân sinh của vùng.

Công ty CP Bê tông Đường Thủy với giải pháp “Trạm trộn bê tông có thể nâng hoặc hạ độ cao, được lắp đặt trên phương tiện thủy” đã phần nào giải được bài toán khó cho việc cung cấp bê tông tươi vùng ĐBSCL.

Khi di chuyển, trạm được hạ xuống cao độ chưa đến 3 m so với mặt nước - mớn nước sâu tối đa 1,5 m - ngang 6,5 m - dài 28 m, và khi đến vị trí công trình, trạm được nâng lên để

phục vụ sản xuất. Trên trạm có đầy đủ các thiết bị của trạm bê tông thương phẩm như: Phòng điều khiển trung tâm, silo chứa xi măng, phểu chứa cát, đá, bồn chứa nước, cối trộn bê tông và máy bơm bê tông.

Với những ưu điểm của trạm trộn bê tông đường thủy, Cục Sở hữu trí tuệ - Bộ KH&CN đã cấp bằng độc quyền sáng chế cho giải pháp trên.

### CẤP BÊ TÔNG KHỐI LỚN TRONG THỜI GIAN NGẮN NHẤT

Để trạm trộn có thể sản xuất cung cấp bê tông hiệu quả, cần có hệ thống các tàu hậu cần phục vụ cung cấp nguyên vật liệu đồng bộ với trạm, như: Tàu chở xe cuốc, tàu chở cát, đá, tàu chở xi măng sá. Tất cả các tàu được neo đậu ngay tại vị trí công trình, tạo thành hệ thống trạm trộn bê tông đường thủy sản xuất cung cấp bê tông liên tục.



Trạm trộn bê tông di chuyển qua cầu thấp.

<sup>(\*)</sup> Giám đốc Công ty CP Bê tông đường thủy.



Việc cấp bê tông liên tục phải đi đôi với việc cấp bê tông khối lớn và trong thời gian ngắn nhất, mang lại hiệu quả tốt nhất cho dự án. Vì vậy, mỗi vị trí công trình luôn có bãi tập kết vật liệu, sẵn sàng đáp ứng tiến độ của dự án.

Để tránh bị ảnh hưởng bởi thủy triều và phục vụ hiệu quả nhất, các điểm tập kết vật liệu thường cách công trình khoảng 5 km là phù hợp. Tùy theo khối lượng bê tông yêu cầu và tùy vị trí sông lớn hoặc nhỏ mà có thể bố trí một hoặc nhiều hệ thống trạm cấp bê tông cùng lúc.

Công tác cấp bê tông cho công trình trong rạch nhỏ mà các tàu của hệ thống trạm trộn không tiếp cận được, hệ thống trạm sẽ neo đậu trên sông lớn và bơm bê tông lên trệt bồn để trung chuyển đến vị trí công trình. Mỗi trệt bồn chứa tối đa 12 m<sup>3</sup> bê tông, độ cao 2,2 m so với mặt nước - mớn nước sâu 0,8 m - ngang 3,9 m - dài 14 m.



Trạm trộn được nâng lên khi hoạt động sản xuất.

Đối với các công trình gần bờ, việc cấp bê tông được sử dụng bơm ngang để cung cấp bê tông trong khoảng cách 500 - 700 m, và với vị trí xa hơn sẽ được sử dụng bơm ngang thứ 02 để bơm chuyển.

Đối với các công trình trên khu vực tách biệt như trên cồn (cù lao), hoặc trong khu nội thị bị giới hạn tải trọng đường bộ và có đường công vụ trong nội khu, việc cấp bê tông sẽ được trạm trộn bê tông đường thủy bơm lên xe bồn để trung chuyển đến vị trí công trình.

Với giải pháp cấp bê tông tươi của hệ thống trạm trộn bê tông đường thủy nêu trên, các dự án sẽ được đẩy nhanh tiến độ, rút ngắn thời gian thi công, sớm đưa công trình vào vận hành, sử dụng, khai thác, mang lại hiệu quả kinh tế tốt nhất cho đơn vị thi công và chủ đầu tư, góp phần vào sự phát triển bền vững của vùng ĐBSCL.❖



Hệ thống 03 hệ thống trạm trộn cấp 2.000 m<sup>3</sup> bê tông cho bê trụ cầu Mỹ Thuận 2 trong thời gian <10 h.

# Ứng dụng hệ thống động hỗ trợ đánh giá phương án đầu tư căn hộ Smarthome

Applying system dynamics to assess Smarthome investment alternatives

> TS NGUYỄN HOÀI NGHĨA<sup>1</sup>, KS PHẠM THIÊN PHÚC<sup>2</sup>, THS TRẦN PHI HÙNG<sup>3</sup>,  
THS PHẠM ĐỨC THẮNG<sup>2</sup>, PGS.TS TRẦN ĐỨC HỌC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa KT và QLXD, Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia TP.HCM; Email: nhnghia@hcmu.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Email: ptpduc.sd21@hcmu.edu.vn; thang.bmkt@hcmu.edu.vn; tdhoc@hcmu.edu.vn

<sup>3</sup>Công ty CP Tư vấn xây dựng Đại Đồng Tâm; Email: phihungk99@gmail.com

## TÓM TẮT

Tiến bộ khoa học tạo ra các công nghệ mới giúp con người cải thiện các hoạt động cuộc sống hàng ngày thông qua việc giao tiếp giữa người với đồ vật và giữa chính đồ vật mà không có sự can thiệp của người sử dụng. Căn hộ thông minh - Smarthome cho phép các thiết bị chia sẻ trạng thái và dữ liệu của họ với nhau, khách hàng không cần phải có mặt tại nhà mà chỉ cần sử dụng phần mềm và phần cứng để có thể ra lệnh cho các thiết bị trong nhà nhờ có Smarthome mà khách hàng đã tiết kiệm được thời gian và điện năng để tận hưởng cuộc sống. Nghiên cứu này xác định được yếu tố ảnh hưởng đến đầu tư xây dựng căn hộ Smarthome và ước tính các mức độ ảnh hưởng của những yếu tố này. Đồng thời, mô hình động (System Dynamics) được sử dụng để đánh giá các tác động của các yếu tố và đưa ra phương án đầu tư tối ưu và hiệu quả cho loại căn hộ này. Kết quả cho biết được không phải lúc nào tăng tỷ lệ xây dựng căn hộ Smarthome sẽ mang lại lợi nhuận cao nhất. Do đó, cần cân nhắc và đánh giá các tác động của các yếu tố nhằm tạo ra lợi nhuận cao nhất và cũng tránh những rủi ro gặp phải khi đầu tư.

**Từ khóa:** Căn hộ thông minh; đầu tư; phân tích nhân tố; hệ thống động.

## ABSTRACT

Advanced scientific creates new technologies that help people improve daily life activities through daily communication between people and objects and between objects themselves without the intervention of users. Smarthome allows devices to share their status and data with each other, customers do not need to be at home, but only need to use software and hardware to be able to give commands to devices. Smarthome helps customers saved time and electricity to enjoy life. This study identifies factors affecting investment in building Smarthome apartments and estimates the influence levels of these factors. Simultaneously, a system dynamics is used to evaluate the impacts of factors and come up with an optimal and effective investment plan for this type of apartment. The results show that increasing the rate of building smarthome will not always bring the highest profit. Therefore, it is necessary to consider and evaluate the effects of factors in order to create the highest profit and also avoid the risks encountered when investing.

**Keywords:** Smarthouse; investment; factor analysis; system dynamics.

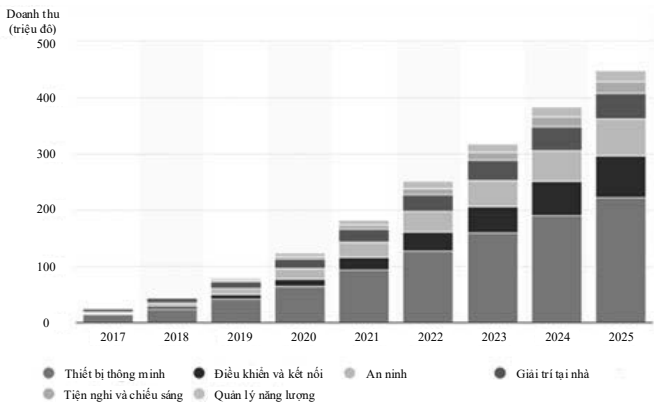
## 1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, Việt Nam đang có một nền kinh tế lớn mạnh và đa dạng hoá, do đó nhu cầu về mức sống và nhà ở tăng cao. Căn hộ Smarthome là căn hộ ứng dụng các công nghệ máy tính, những kỹ thuật điều khiển hiển thị hình ảnh và công nghệ giao tiếp sẽ được kết nối cùng với các phương tiện khác lại với nhau để tạo ra được sự tự động hoá của toàn bộ hệ thống nhằm điều khiển và quản lý thuận tiện hơn. Có thể hiểu, căn hộ Smarthome là ngôi nhà thông minh với việc tích hợp các các thiết bị trong nhà như bộ điều hòa, đồ điện tử và ánh sáng thông minh để phục vụ cho gia đình một cách nhanh chóng và tự động.

Tình hình phát triển Smarthome tại Việt Nam rất giàu tiềm năng và tốc độ cao. Theo công bố báo cáo VietNam Smarthome

Report 2022 của Công ty cổ phần Lumi Việt Nam: “Qua khảo sát ở mức độ nhận biết cơ bản, 80.5% số người tham gia khảo sát đã từng nghe khái niệm Smarthome, tuy nhiên chỉ có 10.9% đã từng sử dụng trực tiếp”. Hình 1 công bố doanh thu trong lĩnh vực Smarthome ở Việt Nam theo báo cáo của trang Statista.com.

Tốc độ tăng trưởng doanh thu trong lĩnh vực Smarthome ở Việt Nam qua từng năm cụ thể như sau: năm 2020 (124 triệu USD); năm 2021 (183 triệu USD); năm 2022 (251 triệu USD). Cũng theo Statista, tình hình phát triển của căn hộ thông minh trong tương lai thì số người sử dụng căn hộ thông minh sẽ lên đến 5,6 triệu người dùng vào năm 2027 và tỷ lệ căn hộ thông minh thâm nhập vào hộ gia đình là 11,9% vào năm 2022 và dự kiến sẽ đạt 22,6% vào năm 2027.



**Hình 1.** Tình hình doanh thu Smarthome ở Việt Nam

Thị trường nhà thông minh Smarthome đang trên đà phát triển ở Việt Nam. Nhu cầu được sở hữu căn hộ Smarthome tăng lên theo thời gian và số người sử dụng đến nhà thông minh ở Việt Nam vẫn còn khá thấp. Lắp đặt nhà thông minh thường sẽ có giá từ 2% đến 6% giá trị căn hộ; việc lắp đặt căn hộ sẽ có thể có giá cao hơn khi căn hộ có diện tích lớn và người sử dụng muốn lắp đặt thêm những thiết bị có những tính năng đặc biệt khác.

Mục tiêu nghiên cứu này bao gồm: (1) xác định các yếu tố ảnh hưởng đến đầu tư xây dựng căn hộ Smarthome; (2) đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến dự án đầu tư căn hộ Smarthome; (3) sử dụng mô hình động lực học (system dynamic) để đánh giá các tác động của các yếu tố và đưa ra giải pháp đầu tư xây dựng căn hộ Smarthome.

**2. CÁC NGHIÊN CỨU TRƯỚC ĐÂY**

Thu [1] đã xác minh và kiểm định mô hình một số nhân tố mà có ảnh hưởng đến quyết định của khách hàng khi lựa chọn căn hộ chung cư cao cấp của khách hàng tại TP.HCM và việc kiểm định cho thấy 2 tác nhân chính ảnh hưởng đến sự đồng ý mua căn hộ chung cư. Tuan and Nhung [2] đã tập trung nghiên cứu mối liên kết giữa các tác nhân và hành vi mua sắm của người mua căn hộ, nghiên cứu thực tế đối với căn hộ chung cư cao cấp tại TP Đà Nẵng và đưa ra được 3 nhân tố thúc đẩy hành vi mua bất động sản của người dùng đối với căn hộ chung cư cao cấp trên địa bàn TP Đà Nẵng. Dũng and Hà [3] mô tả mô tả các biến làm ảnh hưởng đến giá nhà tại khu vực quận 6, TP.HCM. Đồng thời, các tác giả kiểm chứng được những vấn đề lý thuyết quan trọng quanh phương pháp định giá bất động sản ứng dụng mô hình Hedonic [4].

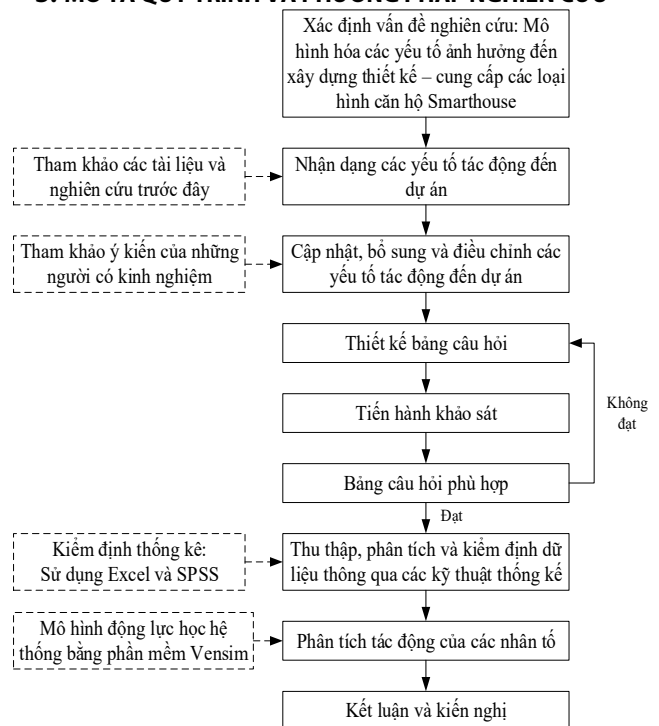
King [5] báo cáo tiềm năng tiết kiệm năng lượng của các công nghệ thông minh và mô tả 8 công nghệ của ngôi nhà thông minh và sau đó kiểm tra chức năng và tiềm năng tiết kiệm năng lượng của các công nghệ này. Morris, et al. [6] đánh giá tính hiệu quả và tính khả thi của các công nghệ nhà thông minh trong việc thúc đẩy sự độc lập, sức khỏe, hạnh phúc và chất lượng cuộc sống ở người lớn tuổi và bài nghiên cứu này cho thấy người lớn tuổi sẵn sàng chấp nhận các công nghệ nhà thông minh. Guo and Wang [7] nghiên cứu giá nhà ở dựa trên mô hình động lực học. Bài nghiên cứu đã dựa trên lý thuyết về động lực học mà đã xây dựng mô hình liên quan đến giá nhà ở. Các thử nghiệm được thực hiện dựa trên triển vọng về dân số, đất đai và thuế. Mô hình được dựng lên đã cung cấp định hướng ví mô cho chính phủ trong việc quản lý thị trường nhà ở thương mại, cũng như cơ sở quyết định tương ứng cho người mua nhà và nhà phát triển nhà ở thương mại trong việc mua và đầu tư.

Ali, et al. [8] đưa ra phương pháp tiếp cận động lực học hệ thống để nghiên cứu tăng trưởng dân số và thị trường nhà ở dân

cư ở Hoa Kỳ. Thị trường xây dựng ở Hoa Kỳ rộng lớn và nhiều rủi ro nên bài nghiên cứu này đưa ra những dự đoán về hành vi của thị trường qua các năm để thực hiện đầu tư sinh lời chiến lược cho các kế hoạch dài và tốn kém. Mô hình được xây dựng mô phỏng thị trường nhà ở bằng cách kết nối tình trạng dân số tăng và nhu cầu mua nhà theo từng tháng. Kết quả nghiên cứu sẽ đưa ra mô hình mô phỏng thị trường nhà ở và sẽ mang lại lợi ích cho các nhà phát triển bất động sản lớn, các chủ đầu tư, chính phủ và những cơ quan tài chính. Hwang, et al. [9] đã phân tích khả thi động lực học của các chiến lược cung cấp nhà ở trong thời kỳ suy thoái: Thị trường nhà ở Hàn Quốc. Nghiên cứu này sử dụng hệ thống động lực học và đưa ra một mô hình tích hợp bao gồm hành vi vì lợi nhuận của từng bên tham gia thị trường, phân tích các chính sách cung ứng và đề xuất các chính sách phù hợp và hiệu quả. Mô hình được đề xuất mô phỏng xu hướng giá nhà trong tương lai, sự cân bằng giữa cung và cầu, thu nhập của các công ty xây dựng và tỷ lệ trống khi các kịch bản nguồn cung nhà ở khác nhau được áp dụng.

Özbaş, et al. [10] mô hình hoá và mô phỏng các động lực nội sinh của chu kỳ thị trường nhà ở. Mục đích bài nghiên cứu này là cấu trúc hoá và diễn giải bằng cách mô phỏng động lực các dao động nội sinh tạo ra trong giá bất động sản nhà ở. Mô hình mô phỏng động lực học hệ thống được xây dựng để hiểu một số nguồn cấu trúc của chu kỳ trong các biến số thị trường nhà ở quan trọng, từ quan điểm của các công ty xây dựng. Tezerjani, et al. [11] điều tra chu kỳ thị trường nhà ở Iran và những tình huống có thể xảy ra trong ngắn hạn và trung hạn bằng cách sử dụng động lực học hệ thống. Trong điều kiện hiện tại ở Iran, do không có sự rủi ro về yếu tố tài sản sụt giảm, khả năng đầu tư lớn... nhưng thị trường nhà ở đang trong tình trạng trì trệ sâu sắc. Bài nghiên cứu này đã điều tra nguyên nhân và tương lai của thị trường nhà ở bằng công cụ hệ thống động. Theo nghiên cứu cho thấy sẽ có ít sự đầu tư trong lĩnh vực nhà ở. Tốc độ tăng trưởng nhà ở trong tương lai sẽ ở mức lạm phát hoặc thấp hơn.

**3. MÔ TẢ QUY TRÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**



**Hình 2.** Quy trình nghiên cứu

### 3.1 Cách thức lấy mẫu

Đối với nghiên cứu này có thể sử dụng kỹ thuật lấy mẫu thuận tiện để khảo sát cũng không ảnh hưởng nhiều đến kết quả trả lời phỏng vấn của người tham gia. Đồng thời, kỹ thuật lấy mẫu thuận tiện này có thể giúp tác giả đến những nơi mà tác giả có nhiều khả năng gặp được đối tượng mà tác giả muốn khai thác thông tin mà tác giả cảm thấy tiện lợi. Nếu kích thước mẫu quá lớn thì sẽ tiêu hao tài nguyên công sức và thời gian làm. Còn nếu kích thước mẫu quá nhỏ thì độ tin cậy sẽ không cao. Vì thế, kích thước phải được xác định hợp lý.

### 3.2 Công cụ hỗ trợ nghiên cứu

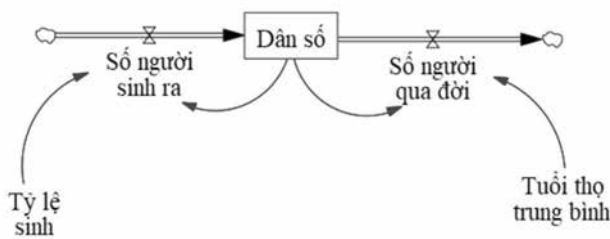
Nghiên cứu sử dụng công cụ thống kê mô tả và phần mềm SPSS cho việc phân tích, mô tả dữ liệu. Đồng thời sử dụng mô hình động lực học hệ thống (System Dynamic) thông qua phần mềm Vensim để thiết lập mô hình động.

### 3.3 Hệ thống động lực học (System Dynamics)

Hệ thống động (System Dynamic - SD) là phương pháp nghiên cứu những ứng xử của hệ thống phức tạp. SD phản ánh sự ảnh hưởng của những vòng tương tác phản hồi nội tại và sự trì hoãn thời gian đối với toàn bộ hệ thống. Khác biệt của hệ thống động so với hệ thống khác đó là hệ thống động mô tả hiện thực bằng cách sử dụng những vòng quay lặp phản hồi nội tại và những biến kho (stocks) cũng như tác động ảnh hưởng.

Theo Garcia [12], thì "System Dynamic là công cụ dùng để biết được các sự việc thay đổi theo thời gian bằng các phương trình hữu hạn hoặc phương trình vi phân. Đó là tập hợp các yếu tố liên quan với nhau, mọi sự thay đổi của một mặt nào của một yếu tố cũng làm thay đổi toàn bộ hệ thống. Để nghiên cứu hệ thống, chúng ta phải biết các yếu tố cấu thành và các mối liên hệ giữa chúng"

Động lực học hệ thống là một phương pháp luận và kỹ thuật mô hình toán học để tạo khung, hiểu và thảo luận phức tạp vấn đề và vấn đề. Được phát triển ban đầu vào những năm 1950 để giúp nâng cao sự hiểu biết trong việc quản lý các quy trình công nghiệp của các nhà quản lý, SD hiện tại đang được áp dụng trong khu vực công và tư nhân để phân tích và thiết kế chính sách.



Hình 3. Mô hình minh họa hệ thống động

### Quan hệ nhân quả

Với các biến và giả thuyết có được chúng ta thể hiện mối quan hệ giữa chúng dạng sơ đồ minh họa như sau:

- + Quan hệ đồng biến: khi biến A tăng thì kéo theo biến B tăng và ngược lại.
- + Quan hệ nghịch biến: khi biến A tăng thì biến B giảm và ngược lại.

### Sơ đồ kho và dòng (Stock and Flow)

Kho (Stock): dùng để diễn tả một đại lượng có tính chất tích lũy, nó thường diễn tả trạng thái nào đó của hệ thống. Bằng cách quan sát kho, chúng ta có thể suy đoán tình hình hoạt động của hệ thống, xác định xem hệ thống có thể trở thành

như thế nào trong tương lai. Theo một cách diễn đạt khác, kho (stock) có tính tích lũy được, thể hiện trạng thái theo thời gian của hệ thống và tạo ra thông tin từ đó đưa ra quyết định và hành động trên những thông tin đó.

### Các dạng mô hình

- Mô hình định tính (mô hình nhân quả): Sơ đồ nhân quả đóng vai trò quan trọng rất lớn trong lý thuyết hệ thống động. Sơ đồ này giúp người lập thấy được những điểm tương quan trong hệ thống trong các nhân tố một cách rõ ràng.

- Mô hình định lượng (sơ đồ cấu trúc): Trong mô hình định tính, các biến của hệ thống được kết nối bằng mũi tên thể hiện mối quan hệ nhân quả. Các mối quan hệ này có thể được khai bằng các phương trình nhằm thể hiện cụ thể (định lượng) quan hệ của các biến. Việc khai báo này cùng với các thông số dữ liệu đầu vào, giúp việc mô phỏng và đánh giá hệ thống có những kết quả mong đợi, cung cấp cho chúng ta lượng thông tin có ích khi hệ thống vận hành.

## 4. KẾT QUẢ KHẢO SÁT

### 4.1 Đặc điểm của mẫu

Về độ tuổi của mẫu khảo sát, có 43.4% nằm trong độ tuổi từ 18 - 25 tuổi và 56.6% nằm trong độ tuổi từ 26 - 35 tuổi. Khoảng độ tuổi từ 26 - 35 tuổi đã có được tỷ lệ cao trong nhóm đối tượng được khảo sát. Từ kết quả này, nhóm đối tượng được khảo sát còn khá trẻ nên việc tìm hiểu và ứng dụng những thành tựu và những công nghệ mới đưa vào cuộc sống sẽ dễ dàng.

Về thu nhập của người khảo sát, thu nhập từ 05 - 08 triệu đồng chiếm tỷ lệ 9.43%, thu nhập từ 09 - 15 triệu đồng là 50.94%, thu nhập từ 16 - 25 triệu đồng là 28.3%, thu nhập trên 25 triệu đồng là 9.43% và khoảng thu nhập khác là 1.89%. Khoảng thu nhập chiếm tỷ lệ lớn nhất nằm ở khoảng từ 09 - 25 triệu đồng là 50.94% và thấp nhất là ở khoảng thu nhập khác với 1.89%. Từ kết quả trên, đối tượng được khảo sát nằm ở mức thu nhập khá thấp nên tỷ lệ xây dựng căn hộ xây dựng căn hộ Smarthome chỉ ở mức thấp.

Về trình độ chuyên môn, chuyên môn là kỹ sư xây dựng chiếm tỷ lệ là 86.79%, với vị trí là cử nhân quản lý dự án là 3.77%, với kỹ sư kinh tế xây dựng là 7.55% và với vị trí chuyên môn khác là 1.89%. Qua biểu đồ trên, ta thấy được chuyên môn của những người được khảo sát là kỹ sư xây dựng chiếm tỷ trọng khác cao với 86.79% và chiếm đa số trong những đối tượng được khảo sát. Chiếm tỷ lệ thấp nhất là những người làm ngành khác với 1.89%. Qua đây, nhóm đối tượng được khảo sát sẽ có mức độ am hiểu về ngành xây dựng tương đối nhiều.

Về vị trí công tác của người được khảo sát, với chức vụ giám đốc có tỷ lệ 1.89%, với chức vụ là trưởng/phó bộ phận là 18.87%, chức vụ nhân viên là 77.36%, vị khác là 1.89%. Qua cuộc khảo sát, Nhóm đối tượng giữ chức vụ nhân viên chiếm đa số với tỷ lệ 77.36%. Cuộc điều tra khảo sát này, cũng đã nhận được dữ liệu của một số trưởng/phó bộ phận và các lãnh đạo cấp cao và đây là những người đã có độ am hiểu về ngành xây dựng giúp tăng độ tin cậy cho bài nghiên cứu.

Về số năm kinh nghiệm trong ngành xây dựng, những đối tượng từ 0 đến 5 năm kinh nghiệm chiếm 79.25% và đối tượng có kinh nghiệm từ 5 đến 10 năm là 20.75%.

Về tình trạng từng sử dụng Smarthome của đối tượng khảo sát, với tình trạng đã được sử dụng là 33.96% và với tình trạng chưa từng sử dụng là 66.04%. Qua đây, cho thấy tỷ lệ thâm nhập căn hộ Smarthome còn khá thấp.

### 4.2 Đánh giá các yếu tố được khảo sát

Bảng 1. Xếp hạng các yếu tố được khảo sát

Yếu tố	Giá trị trung bình	Xếp hạng
Chi phí xây dựng.	3.981	1
Chi phí thiết bị Smarthome.	3.906	2
Giá bán căn hộ Smarthome.	3.868	3
Lãi suất cho vay xây dựng.	3.774	4
Lợi nhuận từ đầu tư căn hộ Smarthome.	3.717	5
Thời gian trả vay đầu tư xây dựng.	3.660	6
Chênh lệch giá bán giữa căn hộ Smarthome và căn hộ thông thường.	3.660	7
Giá bán căn hộ thông thường.	3.566	8
Tỷ lệ giao dịch căn hộ.	3.472	9
Quy mô vốn chủ sở hữu.	3.434	10
Tỷ lệ nợ vay trên vốn chủ sở hữu.	3.377	11
Lợi nhuận từ đầu tư căn hộ thông thường.	3.358	12
Số lượng căn hộ của dự án.	3.170	13
Tỷ lệ căn hộ Smarthome so với căn hộ thông thường trong dự án.	3.094	14

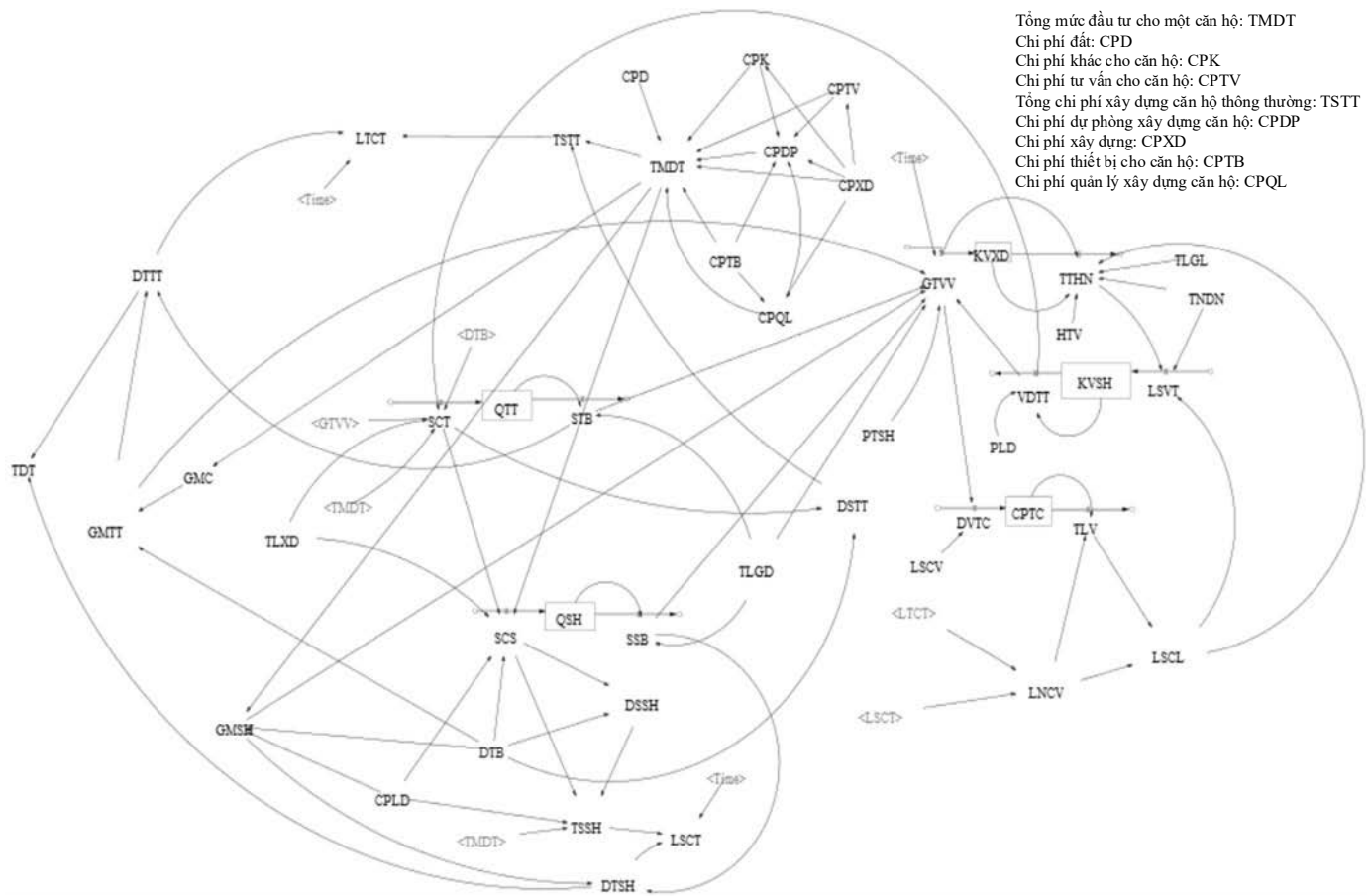
Yếu tố “Chi phí xây dựng” được xếp hạng 1 theo giá trị trung bình. Khi thực hiện dự án loại chi phí này sẽ có tác động rất lớn đến

tổng mức chi phí đầu tư cho căn hộ. Yếu tố “Chi phí thiết bị Smarthome” được xếp hạng 2 theo giá trị trung bình. Yếu tố này giúp chủ đầu tư xác định được phân khúc đầu tư Smarthome và với mỗi mức giá khác nhau sẽ có các giải pháp đầu tư khác nhau.

Yếu tố “Giá bán căn hộ Smarthome” được xếp hạng 3 theo giá trị trung bình. Qua đây, việc bỏ thêm một khoản nhằm đầu tư căn hộ Smarthome thì cũng sẽ làm giá bán căn hộ Smarthome cũng sẽ ảnh hưởng theo. Yếu tố “Lãi suất cho vay xây dựng” được xếp hạng 4 theo giá trị trung bình. Yếu tố lãi suất này sẽ trực tiếp gây ra việc trả lãi và trả vay khi đầu tư xây dựng. Yếu tố “Lợi nhuận từ đầu tư căn hộ Smarthome” được xếp hạng 5 theo giá trị trung bình. Dựa vào yếu tố lợi nhuận này chủ đầu tư sẽ có thể quyết định có nên đầu tư vào dự án hay không và đầu tư với tỷ lệ xây dựng căn hộ Smarthome như thế nào là hợp lý. Các yếu tố này được sử dụng để phát triển mô hình SD ở phần tiếp theo.

### 5. MÔ TẢ MÔ HÌNH ĐỘNG

Qua nghiên cứu này, tác giả đề xuất mô hình động tổng quát (Hình 4) sẽ giúp chủ đầu tư có cái nhìn tổng quát hơn về lĩnh vực đầu tư xây dựng căn hộ Smarthome. Phần này tác giả sẽ trình bày công thức và giải thích các biến trong các mô hình động. Qua kết quả từ mô hình động, với các tỷ lệ xây dựng căn hộ Smarthome 0%, 4%, 8%, 12%, 16%, 20% thì lợi nhuận lớn nhất sẽ ứng với tỷ lệ 16%. Vì thế, chủ đầu tư nên xây dựng với tỷ lệ căn hộ Smarthome là 16% sẽ an toàn và hiệu quả.

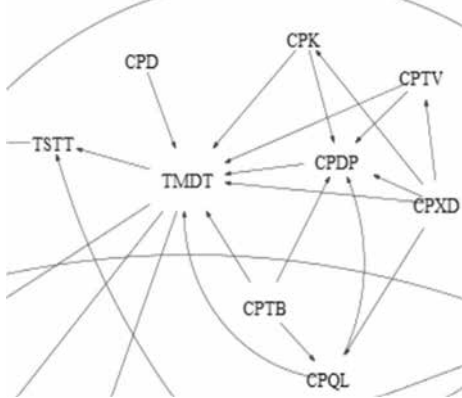


- Tổng mức đầu tư cho một căn hộ: TMDT
- Chi phí đất: CPD
- Chi phí khác cho căn hộ: CPK
- Chi phí tư vấn cho căn hộ: CPTV
- Tổng chi phí xây dựng căn hộ thông thường: TSST
- Chi phí dự phòng xây dựng căn hộ: CPDP
- Chi phí xây dựng: CPXD
- Chi phí thiết bị cho căn hộ: CPTB
- Chi phí quản lý xây dựng căn hộ: CPQL

Hình 4. Mô hình động tổng quát

**5.1 Mô hình động về tổng mức đầu tư**

Hình 5 thể hiện nội dung tổng mức đầu tư (TMDT) xây dựng, gồm: chi phí bồi thường, hỗ trợ và tái định cư (nếu có); chi phí xây dựng; chi phí thiết bị; chi phí quản lý dự án; chi phí tư vấn đầu tư xây dựng; chi phí khác; chi phí dự phòng.

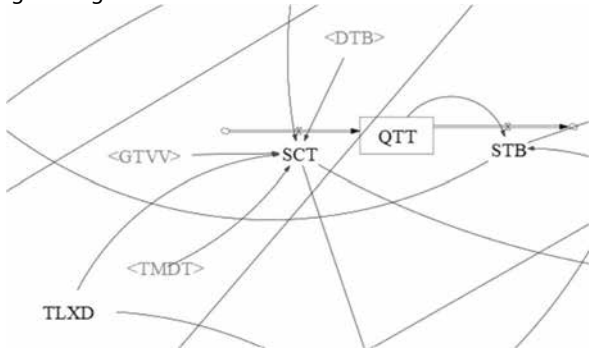


Hình 5. Cấu trúc tổng mức đầu tư

**5.2 Mô hình động về số lượng căn hộ thông thường**

Hình 6 thể hiện kho dòng về căn hộ thông thường bao gồm số lượng cung căn hộ thông thường, quỹ căn hộ thông thường và số lượng căn hộ bán ra.

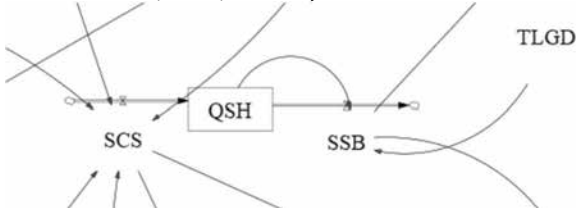
Khi lượng cung căn hộ thông thường sẽ được đưa vào quỹ căn hộ thông thường và từ đó sẽ nhân với tỷ lệ giao dịch được số lượng bán căn hộ và từ đó sẽ xác định được doanh thu bán căn hộ thông thường.



Hình 6. Cấu trúc số lượng căn hộ thông thường

**5.3 Mô hình động về số lượng căn Smarthome**

Sau khi xác định được số lượng cung căn hộ thông thường ta sẽ xác định số lượng cung căn hộ Smarthome thông qua tỷ lệ xây dựng căn hộ Smarthome (Hình 7). Và khi có được số lượng cung này rồi sẽ được chuyển vào kho căn hộ Smarthome. Và cũng từ tỷ lệ giao dịch căn hộ cho trước sẽ suy ra được số lượng căn hộ Smarthome được bán ra. Từ các dòng ra là số lượng căn hộ Smarthome được bán ra ta sẽ xác định được doanh thu khi bán căn hộ Smarthome và lợi nhuận sau này.

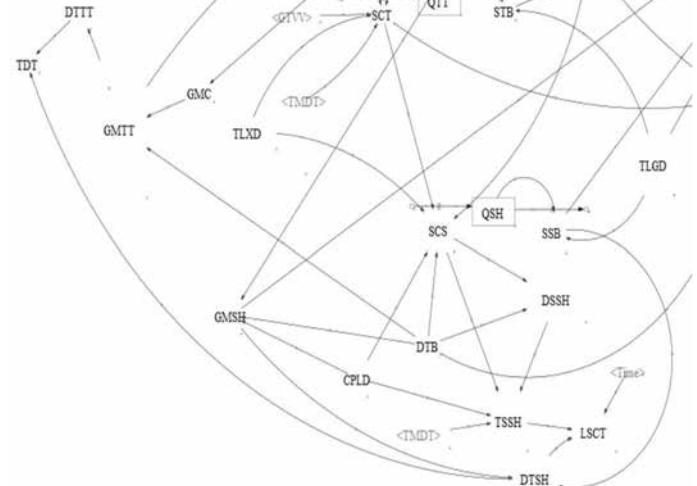


Hình 7. Cấu trúc số lượng căn hộ Smarthome

**5.4 Mô hình động về doanh thu**

Doanh thu sau khi bán căn hộ thông thường và căn hộ Smarthome trong mô hình sẽ lấy giá cả bán được nhân với số

lượng được bán ra. Khi có được nguồn doanh thu của hai loại căn hộ này, ta sẽ thu được tổng doanh thu của hai loại căn hộ trên.



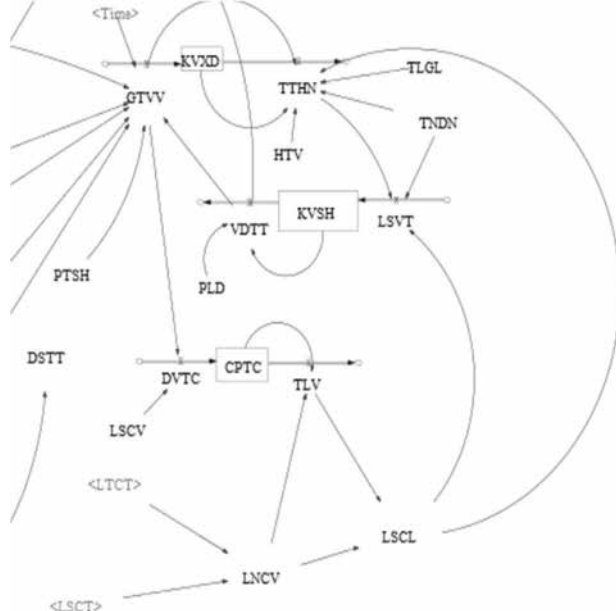
Hình 8. Cấu trúc doanh thu

**5.5 Mô hình động về lợi nhuận**

Lợi nhuận đầu tư căn hộ Smarthome chưa trả chi phí vay qua từng năm sẽ lấy doanh thu trừ đi tổng chi phí xây dựng căn hộ Smarthome qua từng năm. Tương tự với cách tính của lợi nhuận bên trên thì lợi nhuận đầu tư căn hộ thông thường cũng sẽ lấy doanh thu trừ đi tổng chi phí xây dựng căn hộ thông thường qua các năm. Tổng lợi nhuận chưa trả vay qua từng năm sẽ lấy tổng hai lợi nhuận của hai loại căn hộ chưa trả vay lại với nhau.

Khi có được tổng lợi nhuận chưa trả vay ban đầu. Nếu có lợi nhuận lớn hơn 0 thì sẽ dùng để trả chi phí tài chính trước nhưng tổng lợi nhuận ban đầu mà nhỏ tiền trả lãi vay thì sẽ không có lời và ngược lại nếu lớn hơn tiền trả lãi vay thì sẽ có và đem đi trả nợ vốn vay.

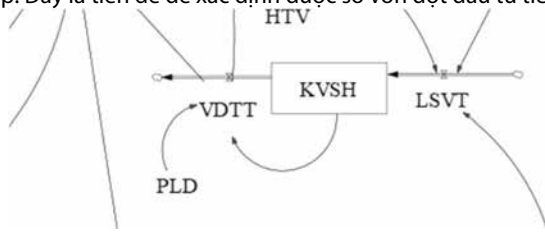
Lợi nhuận sau khi trả chi phí tài chính sẽ dùng đem đi trả thuế và nếu lợi nhuận sau khi trả thuế số tiền trả vay hàng năm thì sẽ không còn lợi nhuận sau cùng để trích ra đem đi đầu tư tiếp và ngược lại nếu lợi nhuận sau thuế này lớn hơn số tiền trả hàng năm thì sẽ được đem đi đổ vào kho và đem đi đầu tư tiếp.



Hình 9. Cấu trúc lợi nhuận

**5.6 Mô hình động về vốn sở hữu**

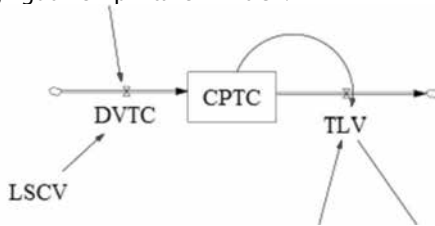
Thiết lập kho vốn sở hữu với một số vốn ban đầu sau khi đầu tư sinh lời thì sẽ chuyển số tiền được trích ra được vào dòng vốn đầu tư tiếp. Đây là tiền đề để xác định được số vốn đợt đầu tư tiếp theo.



Hình 10. Cấu trúc vốn sở hữu

**5.7 Mô hình động về trả lãi**

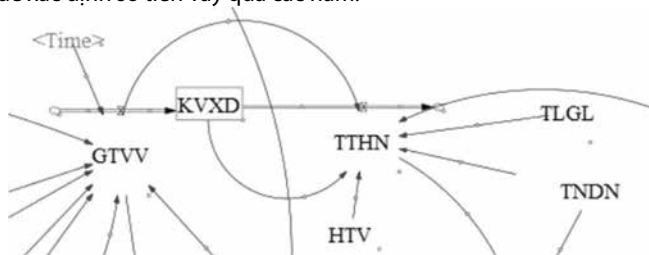
Dòng vào chi phí tài chính sẽ lấy gia tăng vốn vay hằng năm nhân với lãi suất cho vay xây dựng. Dòng vào này sẽ chảy vào kho chi phí tài chính và được dùng để tính tiền trả lãi. Nếu lợi nhuận chưa trả chi phí vay nhỏ hơn hoặc bằng 0 thì tiền trả lãi sẽ không có, nếu lợi nhuận chưa trả chi phí vay lớn hơn 0 nhưng nhỏ hơn nguồn chi phí tài chính thì tiền trả lãi sẽ bằng lợi nhuận này và ngược lại nếu lớn hơn nguồn chi phí tài chính thì tiền trả lãi vay này sẽ bằng nguồn chi phí tài chính trên.



Hình 11. Cấu trúc trả lãi

**5.8 Mô hình động về vốn vay**

Với số vốn ban đầu thì chủ đầu tư sẽ vay được số tiền ban đầu theo tỷ lệ phần trăm vốn chủ sở hữu. Đến đợt đầu tư phân kì tiếp theo, sẽ dùng số vốn đầu tư tiếp qua các năm và tài sản thế chấp để xác định số tiền vay qua các năm.



Hình 12. Cấu trúc vốn vay

**6. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu đã đưa ra các mô hình động giúp cho chủ đầu tư đưa ra giải pháp và công cụ cho việc xác định lợi nhuận vào lĩnh vực xây dựng đầu tư căn hộ Smarthome. Đồng thời, giúp chủ đầu tư nhận ra rõ hơn các yếu tố sẽ tác động lẫn nhau như thế nào trong việc đầu tư của mình. Với sự biến động không nhỏ của thị trường bất động sản, còn một số các yếu tố góp phần vào việc đánh giá phương án đầu tư bất động sản như nhu cầu mua nhà ở của những người trong và ngoài nước đang sống và làm việc tại Việt Nam, phương án huy động vốn từ các nguồn hợp tác kinh doanh khác.

Kết quả nghiên cứu đưa ra các kiến nghị cho chủ đầu tư như: (1) tăng cường quảng bá các loại căn hộ Smarthome đến mọi người. Đặc biệt là đối với giới trẻ đây là tầng lớp dễ dàng tiếp thu công nghệ mới và có khả năng tìm hiểu nhiều cái mới; (2) cần đánh

giá và xác định thêm nhu cầu tìm kiếm chỗ ở của những người trong và ngoài nước nhằm tránh tình trạng hàng hoá không thể lưu thông; (3) không nên xây dựng quá mức căn hộ Smarthome nhằm tránh rủi ro tồn kho lớn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] N. Q. Thu, "Một số yếu tố tác động đến quyết định chọn mua căn hộ chung cư cao cấp của khách hàng tại TP.HCM," *Tạp chí Phát triển Kinh tế*, pp. 92-107, 2020.  
 [2] N. H. Tuấn and M. T. H. Nhung, "Nhân tố ảnh hưởng đến hành vi mua căn hộ chung cư cao cấp của người tiêu dùng tại TP Đà Nẵng," *Tạp chí Tài chính Kỳ 2*, pp. 159-162, 2019.  
 [3] H. V. Dũng and P. T. T. Hà, "Xác định các nhân tố ảnh hưởng đến giá bất động sản," *Tạp chí Tài chính*, vol. 1, 2016.  
 [4] U. Garay, G. Puggioni, G. Molina, and E. ter Horst, "A Bayesian dynamic hedonic regression model for art prices," *Journal of Business Research*, vol. 151, pp. 310-323, 2022/11/01/ 2022.  
 [5] J. King, "Energy Impacts of Smart Home Technologies " 2018.  
 [6] M. E. Morris *et al.*, "Smart-Home Technologies to Assist Older People to Live Well at Home," *Journal of Aging Science*, vol. 1, no. 1, p. 103, 2013.  
 [7] J. Guo and J. Wang, "Housing Price Research Based on System Dynamics Model," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 638, p. 012044, 2021.  
 [8] G. G. Ali, I. H. El-Adaway, and C. H. Dagli, "A System Dynamics Approach for Study of Population Growth and The Residential Housing Market in the US," *Procedia Computer Science*, vol. 168, pp. 154-160, 2020/01/01/ 2020.  
 [9] S. Hwang, M. Park, H.-S. Lee, S. Lee, and H. Kim, "Dynamic Feasibility Analysis of the Housing Supply Strategies in a Recession: Korean Housing Market," vol. 139, no. 2, pp. 148-160, 2013.  
 [10] B. Özbağ, O. Özgün, and Y. Barlas, "Modeling and Simulation of the Endogenous Dynamics of Housing Market Cycles," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 17, no. 1, p. 19, 2014.  
 [11] H. D. Tezerjani, R. R. k. doost, and M. K. Dezfoli, "Investigating Iran Housing Market Cycles and Possible Scenarios in Short-Term and Midterm Horizon Using the System Dynamics," vol. 1, no. 1, pp. 120-133, 2021.  
 [12] J. M. Garcia, *Theory and Practical Exercises of System Dynamics (Modeling and Simulation)*. 2006.

# Đề xuất áp dụng công cụ Tái điều chỉnh đất đai trong cải tạo đô thị tại quận 3, TP.HCM

Potential Application of land readjustment Tool in urban renovation in district 3, Ho Chi Minh City

> TS.KTS NGUYỄN BẢO THÀNH

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: thanh.nb@ou.edu.vn.

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này đề xuất phương cách cải tạo đô thị mới là dùng tái điều chỉnh đất đai (Land readjustment) để nâng cấp khu vực quận 3. Bài phân tích các khó khăn cần chuẩn bị như: Khó bảo đảm quyền sử dụng đất và đảm bảo sự công bằng trong định giá tài sản khi thu hồi đất nhằm thúc đẩy sự nhất trí giữa các chủ sở hữu đất.

**Từ khóa:** Quận 3; tái điều chỉnh đất đai, cải tạo đô thị

## ABSTRACT

This study proposes "Land Readjustment", a new tool for urban reclamation in District 3. There will be difficulties to be prepared for, such as: securing land use rights and ensuring fairness in land acquisition and land pricing in order to promote consensus among land users.

**Key words:** District 3; Land readjustment; urban renovation

### 1. GIỚI THIỆU

Quận 3 là quận trung tâm của TP.HCM được quy hoạch từ thời Pháp, với đặc điểm là đô thị cũ, ổn định, quận 3 đã tập trung công tác cải tạo, chỉnh trang đô thị, trong đó có việc cải tạo, sửa chữa, xây mới các khu đất công cộng lớn và các chung cư cũ. Chính quyền hiện nay cũng xác định phát triển bền vững cho quận 3 theo hướng đô thị xanh, thành phố thông minh, hiện đại. Quận 3 có ít chung cư cao tầng, nhiều chung cư thấp tầng lâu đời nên bây giờ dường như không còn đất trống. Chính quyền địa phương lúng túng trong cải tạo các quỹ đất rộng lớn của quận như khu Chung cư Nguyễn Thiện Thuật, khu nhà ga xe lửa để dùng quỹ đất đó vào việc phát triển khu dân cư mới. Mặc dù, đã có vài chương trình cải tạo, quy hoạch lại nhưng phần lớn vẫn bị "treo" là do khối lượng giải phóng đền bù quá lớn, vị trí khu vực nằm ở trung tâm thành phố. Một phần cũng là do thị trường bất động sản sau mùa dịch COVID-19 đang tiếp tục đi xuống trong năm 2023, cơ cấu tính toán đền bù không còn hợp lý, thiếu vốn, chưa ưu đãi khu vực tư nhân.

Ngày nay, áp dụng công cụ Tái điều chỉnh đất đai (Land Readjustment) là công cụ tốt để tận dụng cơ hội khai thác các quỹ đất lớn, quý giá tại các nước đang phát triển (Mugisha, Kombe, Babere, & Uwayezu, 2023). Ví thế, đây sẽ là cách để khơi dậy tiềm

năng đất đai, phát triển đồng bộ cho đô thị quận 3 trong giai đoạn 2025-2030.

### 2. HIỆN TRẠNG

Quận 3 có diện tích 4,9 km<sup>2</sup>, địa giới hành chính phía Bắc giáp quận Phú Nhuận và quận Tân Bình, phía Đông và phía Nam giáp quận 1, phía Tây giáp quận 10 (Hình 1). Dân số quận năm 2019 khoảng 198.769 người, mật độ dân số 41.196 người/km<sup>2</sup>. Dân số trong độ tuổi lao động chiếm tỷ lệ cao, khoảng 75% dân. Quận 3 là một trong những quận nội thành có diện tích nhỏ, mật độ dân số cao và đã là đô thị cũ ổn định. Hiện nay, tổng số nhà trên địa bàn quận 3 là 35.397 căn, trong đó nhà ở riêng lẻ là 30.093 căn, nhà chung cư là 5.304 căn.

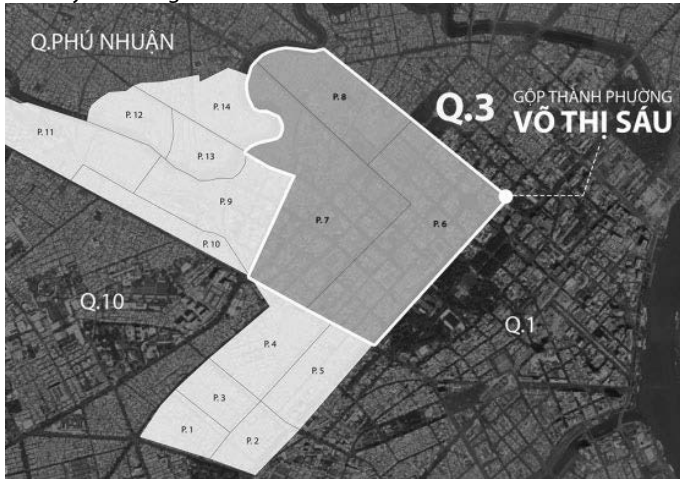


Hình 1. Ga Hòa Hưng



Hình 2. Khu Chung cư Nguyễn Thiện Thuật

Quận được xây dựng lâu đời từ thời Pháp nên mật độ đường sá dày đặc, có nhiều trục đường giao thông quan trọng chạy ngang qua như: đường Cách mạng tháng 8 nối với quốc lộ 22 đi Tây Ninh sang Campuchia, đường Điện Biên Phủ nối với Quốc lộ 1 xuyên Việt, đường Nam Kỳ Khởi Nghĩa đi sân bay Tân Sơn Nhất. Về giao thông đường sắt, Ga Sài Gòn nằm trên địa bàn quận 3 là ga đầu mỗi giao thông của thành phố và các tỉnh phía Nam đi cả nước trên tuyến đường sắt Nam - Bắc.



**Hình 3.** Các phường của quận 3.  
 Nguồn: <https://vnexpress.net/quan-3-co-phuong-vo-thi-sau-4215924.html>

**3. SƠ LƯỢC LỊCH SỬ ĐÔ THỊ QUẬN 3.**

Thời Pháp thuộc:

Tháng 9 năm 1889, TP Sài Gòn được chia thành hai quận cảnh sát (arrondissement policier): quận 1 và quận 2, đứng đầu mỗi quận cảnh sát là vị quận trưởng cảnh sát (Commissaire). Tháng 12 năm 1920, lập thêm quận 3.

Ngày 30/ 6/ 1951, Thủ tướng chính quyền Quốc gia Việt Nam ký sắc lệnh số 311-cab/SG đổi tên Khu Sài Gòn - Chợ Lớn thành Đô thành Sài Gòn - Chợ Lớn. Lúc này, quận 3 thuộc Đô thành Sài Gòn - Chợ Lớn.

Thời Việt Nam Cộng hòa:

- Theo sắc lệnh số 143/NV ngày 22/ 10/ 1956 của Tổng thống Việt Nam Cộng hòa Ngô Đình Diệm, Đô thành Sài Gòn - Chợ Lớn đổi tên thành Đô thành Sài Gòn. Khi đó, quận 3 lại thuộc Đô thành Sài Gòn.

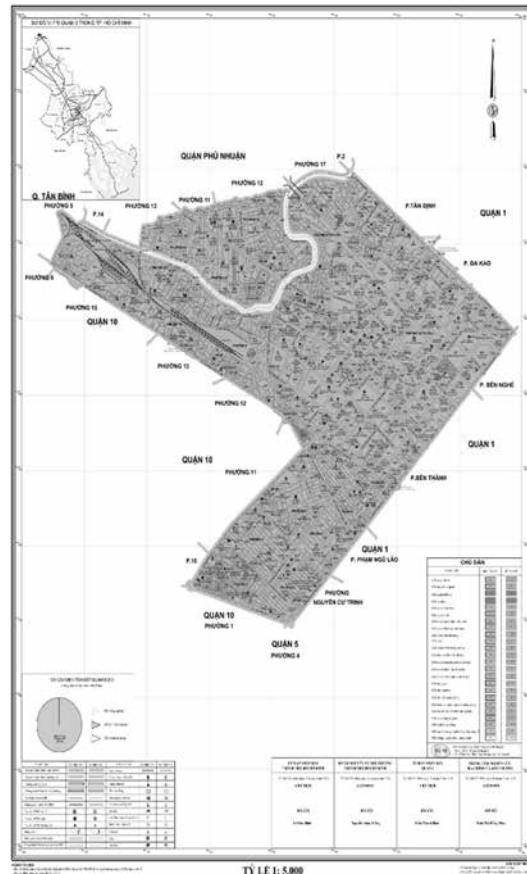
- Năm 1974 lập thêm phường Trần Quang Diệu tại quận 3 (quận này có 9 phường). Cho đến ngày 29/ 4/ 1975, quận 3 (quận Ba) gồm 09 phường: Cộng Hòa, Cư xá Đô thành, Bàn Cờ, Hiến Vương, Lê Văn Duyệt, Phan Đình Phùng, Trần Quang Diệu, Trương Minh Giảng, Yên Đổ.

Thời năm 1975 đến 2020:

- Sau khi Chính phủ Cách mạng lâm thời Cộng hòa miền Nam Việt Nam tiếp quản Đô thành Sài Gòn và các vùng lân cận vào ngày 30/ 4/ 1975, ngày 3/ 5/ 1975 TP Sài Gòn - Gia Định được thành lập. Lúc này, Quận 3 (Quận Ba) thuộc TP Sài Gòn - Gia Định cho đến tháng 7/ 1976.

- Ngày 17/ 9/ 1988, ngoài phường 1 và phường 3 không thay đổi, quận 3 giải thể 18 phường còn lại, thay thế bằng 12 phường mang tên số mới: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 và 14. Tổng cộng quận 3 còn 14 phường, sự phân chia đơn vị hành chính này giữ ổn định cho đến nay.

- Đến năm 2021, phường 6, phường 7 và phường 8 sẽ được sáp nhập thành một phường lấy tên là phường Vô Thị Sáu.



**Hình 4.** Bản đồ kế hoạch sử dụng đất năm 2021 của quận 3  
 Nguồn: Q.3 (2021)

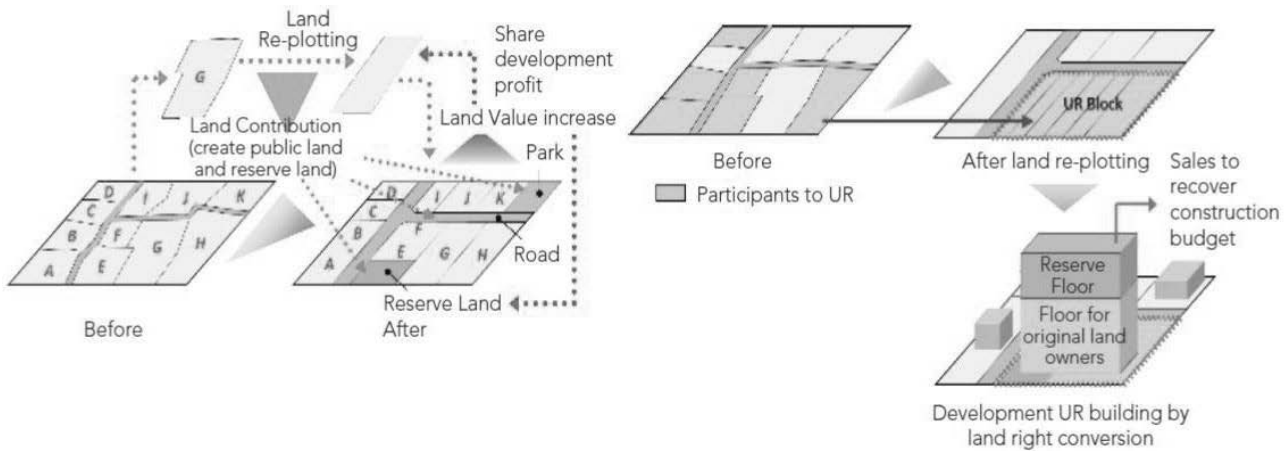
**4. ÁP DỤNG CÔNG CỤ DỒN ĐIỂN ĐỔI THỬA (LAND READJUSTMENT-LR) TRONG CẢI TẠO CÁC KHU ĐẤT**

Cách này nhằm chia lại một phần nhà cho người tham gia đã đóng góp nhà cho dự án tái điều chỉnh đất đai tại khu chung cư Nguyễn Thiện Thuật hoặc khu vực ga Hoà Hưng. Các dự án quy hoạch về loại hình cải tạo này thường mang tính xã hội, ảnh hưởng trực tiếp đến cộng đồng, khó giải quyết vì tính chất phức tạp, mâu thuẫn về lợi ích và phụ thuộc nhiều yếu tố cả khách quan lẫn chủ quan giữa ba bên: nhà nước, nhà đầu tư và nhà dân.

Tái điều chỉnh đất đai (Land Readjustment-LR) là một biện pháp phát triển đất đai cùng với việc phát triển hoặc cải thiện hạ tầng cơ sở cũng như tăng cường tính hữu ích/giá trị của đất đai. Đây không phải là một biện pháp thu hồi, chiếm đoạt đất đai, mà là một biện pháp hợp nhất đất đai, được gọi là “chia lô lại đất đai”. Khái niệm của việc “chia lô lại đất đai” như sau:

- Tất cả các quyền về đất đai được chuyển giao một cách hợp pháp cho các lô đất mới được chia lô lại theo quy hoạch và kế hoạch sử dụng đất.
- Xây dựng cơ sở hạ tầng kĩ thuật bằng các phương pháp đóng góp đất đai cho cơ sở hạ tầng theo đúng quy hoạch.
- Trang trải chi phí cho dự án nhờ việc đóng góp một phần đất đai để tạo đất đai tài chính cho dự án từ các chủ sở hữu đất

Ý định ban đầu của phương án này là để áp dụng cho khu vực nông thôn, đất đai rộng lớn nhưng các nguyên lý của nó vẫn có thể thử áp dụng tại đô thị. Đặc biệt là tại TP.HCM, tất cả các chương trình cải tạo đô thị đang bế tắc. Khu chung cư Nguyễn Thiện Thuật, quận 3 cũng đang trong tình trạng tương tự đã 10 năm.



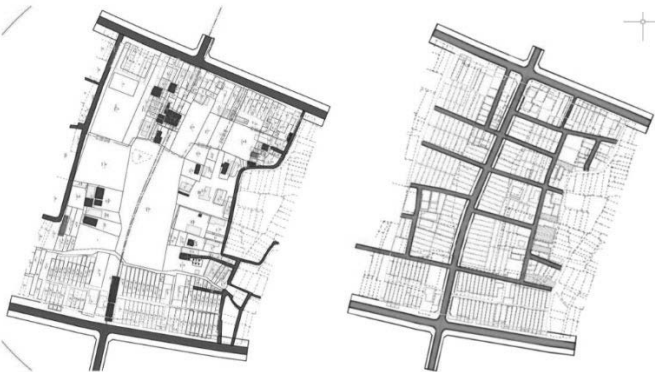
Hình 5. Mô hình khái niệm của Land Readjustment (LR) và tích hợp với Urban Redevelopment (Cải tạo đô thị)

Hình 6, là ví dụ thực tế tại Nhật trước và sau khi cải tạo, khu nhà có thêm một số diện tích công cộng mới trên lô đất cũ.



Hình 6. Dự án LR Suehiro Minami, thành phố Kadoma, Nhật Bản  
 Nguồn: Soejima, Iwasaki, and Yamaguti (2020)

Tại Việt Nam, tỉnh Trà Vinh là một trong những nơi đầu tiên thử nghiệm LR dưới sự bảo trợ của Ngân hàng thế giới (World Bank). Dự án cuối cùng không thành công như mong đợi tại hình số 7. Nhưng bài học rút ra ở giai đoạn đầu cho thấy nhà nước đóng vai trò chủ đạo không có hiệu quả, lúng túng trong quyết định liên quan tới tài chính, ngân sách.



Hình 7. Bản đồ hiện trạng và bản đồ quy hoạch SAU khi cải tạo bằng LR tại Trà Vinh

Nguồn: Chen and Pham (2017)

Qua kinh nghiệm của các nơi đã làm thì để áp dụng hiệu quả LR tại địa bàn quận 3, điều quan trọng là:

- Làm rõ nhu cầu và mục đích áp dụng LR về đóng góp vào lợi ích xã hội và kinh tế ở các thành phố lớn và cả nước.

- Thiết lập hệ thống luật điều chỉnh đất đai. Không chỉ xây dựng và hoàn thiện về mặt thể chế, các thủ tục hành chính cũng nên được tối ưu tạo điều kiện cho việc triển khai các dự án tái điều chỉnh.

- Làm rõ quy trình LR và mối quan hệ với quy hoạch đô thị, kết hợp định nghĩa LR vào hệ thống quy hoạch đô thị đồng thời duy trì tính nhất quán với chính sách quản lý đô thị của chính phủ;

- Làm rõ, với chi tiết càng nhiều càng tốt, trong thủ tục ra quyết định;

- Hỗ trợ kỹ thuật và tài chính của chính phủ để thúc đẩy việc thực hiện hiệu quả LR và khuyến khích;

- Thiết lập các cơ chế tài trợ dựa trên đất khác như đánh thuế tài sản để tạo ra nguồn lực để hỗ trợ phát triển;

- Thiết lập việc sử dụng đất hiệu quả như tháo dỡ tập thể để sử dụng đất quy mô lớn, chuyển quyền sử dụng đất sang quyền sở hữu tăng nhà, xem xét đặc biệt đối với các thửa đất nhỏ và đáp ứng nhu cầu sử dụng đất và có các mục đích cụ thể;

- Bảo đảm quyền sử dụng đất và đảm bảo sự công bằng trong việc thu hồi đất và định giá đất nhằm thúc đẩy sự nhất trí giữa các chủ sở hữu đất;

- Xác định các yêu cầu thích hợp cho các thỏa thuận;

- Xem xét điều khoản di dời bắt buộc như là phương án cuối cùng;

#### 4. CÁC KHÓ KHĂN CẦN CHUẨN BỊ

Lấy mô hình quy hoạch tái điều chỉnh đất đai từ các nước tiên tiến trên thế giới như Nhật, Đức và những nước thử nghiệm thành công như Thái Lan, Ấn Độ có những lưu ý sau:

- Nhất thiết phải xây dựng được Luật Tái điều chỉnh đất đai, điều mà Việt Nam còn rất thiếu sót. Đây là điều kiện tiên quyết tạo con đường cho các dự án quy hoạch tái điều chỉnh đất đai.

- Cần tính toán, cân đối cơ cấu sử dụng đất cho từng mục đích khác nhau. Như nhà ở, thương mại, giao thông, công cộng. Áp dụng vào Việt Nam, vì khu vực nghiên cứu nằm ở vị trí đặc địa ở trung tâm thành phố. Nhóm nghiên cứu đề nghị quy hoạch khu vực thành một một khu phức hợp trung tâm thương mại, kinh tế tài chính, kết hợp nhà ở thương mại cao cấp. Tất nhiên vẫn phải ưu tiên đồng bộ giao thông giữa khu vực và các

khu vực khác.(60% cho phát triển trung tâm thương mại, dịch vụ, kinh tế tài chính, nhà ở thương mại cao cấp; 12% tái phân bổ cho các chủ đất cũ; 20% giao thông; 8% công cộng)

•Trong quá trình giải phóng đền bù cần tính toán kỹ lưỡng, lấy ý kiến phản hồi từ các bên liên quan: nhà nước, nhà đầu tư và người dân ảnh hưởng. Lấy ý kiến của cộng đồng...

•Xây dựng cơ chế định giá hợp lý, xây dựng các phương thức đền bù hỗ trợ linh hoạt, đảm bảo công bằng, lợi ích các bên. Tránh sự xáo trộn làm ảnh hưởng đến công tác quản lý an ninh. Bên cạnh đó cũng tránh gây tác động tiêu cực lên đời sống kinh tế của người dân.

•Thiết kế quy hoạch phải bao gồm cả quy hoạch chi tiết và quy hoạch tổng thể. Áp dụng vào Việt Nam vì khu vực cần quy hoạch là một phần mới nên cần quy hoạch chi tiết chặt chẽ, phù hợp với quy hoạch tổng thể và phải có tầm nhìn xa ít nhất 50 năm.

•Sử dụng phương thức PPP cụ thể là Built and Transfer (BT) như một phương án tối ưu về nguồn vốn, tiến độ, kỹ thuật. Tuy nhiên do tính chất khối lượng công việc lớn và cần chuyên môn, kinh nghiệm nên nhất thiết phải cần có một ủy ban nhà nước đứng ra làm công tác quy hoạch để đảm bảo tính chuyên môn và tầm nhìn dài hạn, bên cạnh đó cũng sử dụng những phương án đề xuất đến từ chuyên gia của các tổ chức trong nước, quốc tế và đến từ các nhà đầu tư dự án.

•Phân chia dự án thành các hạng mục vừa phải, tổ chức đấu thầu lựa chọn nhà đầu tư khác nhau. Tránh việc một nhà đầu tư ôm quá nhiều hạng mục trong khi không đủ năng lực tài chính, chuyên môn dẫn đến kéo dài thời gian dự án, làm dự án bị "treo".

•Tổ chức đấu giá quỹ đất chi trả cho dự án BT, công khai, minh bạch các nguồn tài chính và lộ trình dự án nhằm mục đích tiết kiệm, chống lãng phí, lợi ích nhóm.

## 5. KẾT LUẬN

Giải quyết một khu đất cũ lộn xộn bằng công cụ tái phân thửa không phải là công cụ vạn năng bởi nó chỉ khả thi ở những khu vực còn tiềm năng tăng giá và còn quỹ đất. Những rào cản để thực hiện thành công còn rất nhiều, đặc biệt là tính cưỡng chế pháp luật còn hiện nay xu hướng không còn cưỡng chế như trước, cơ chế khuyến khích cho người dân còn yếu, năng lực tư vấn và tổ chức còn thấp (Hiếu, 2011).

Rất khó kiếm được sự đồng thuận của người dân về chính sách quy hoạch cải tạo của nhà nước khi động chạm đến tài sản nhà cửa (Anh, 2018). Tuy nhiên, khi buộc phải tham gia vào một chương trình quy hoạch lại khu ở thì họ cũng mong muốn có được một sự đền bù xứng đáng, tạo tiền đề cho cuộc sống sau này. Hầu hết mọi người muốn được tái định cư tại chỗ sau khi hoàn thành dự án tái điều chỉnh mới.

Các ô đất, căn hộ hiện tại rất nhỏ, rất khó để tính toán đền bù hợp lý để đảm bảo cuộc sống của người dân sau khi thực hiện tái điều chỉnh. Làm thế nào để việc quy hoạch tái điều chỉnh không tạo ra những yếu tố tiêu cực cho người dân, đảm bảo về mặt lợi ích sau tái thiết là điều vô cùng quan trọng, là cốt lõi quyết định sự đồng thuận của người dân đối với các dự án. Vì lẽ, nếu không đảm bảo được yếu tố công bằng và lợi ích,

sự phản kháng là kết quả tất nhiên. Đây cũng chính là bài toán nan giải cho những người làm quy hoạch, chính sách, chính quyền và các công ty dự án.

Do là công cụ rất mới chỉ từng áp dụng thí điểm quy mô nhỏ ở Việt Nam nên nghiên cứu này giới thiệu một vấn đề lớn cần tiếp tục nghiên cứu, khi có điều kiện áp dụng thì cần điều tra xã hội học sâu hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Anh, N. M. (2018). Phương pháp quy hoạch điều chỉnh đất và vai trò của Nhà nước. *Tạp chí Quy hoạch Đô thị*, 30+31. Retrieved from <https://ashui.com/mag/publications/tap-chi-quy-hoach-do-thi/14061-tap-chi-quy-hoach-do-thi-so-30-31-2018.html>
- [2]. Chen, M., & Pham, H. T. M. (2017). *Rethinking Land Readjustment from a Governance-Centered Perspective: The Case of a Land Readjustment Pilot in Tra Vinh, Vietnam* Paper presented at the 2017 World bank conference on land and poverty, Washington DC. <https://www.oicrf.org/documents/40950/43224/Rethinking+Land+Readjustment+from+a+Governance+Centered+Perspective+The+Case+of+a+Land+Readjustment+Pilot+in+Tra+Vinh+Vietnam.pdf/69269be2-5cd8-52b7-ca59-412ad29e4ad9?t=1510194747495>
- [3]. Hiếu, N. N. (2011). Đất xen kẹt và đất ven dự án - cần cách tiếp cận quản lý chuyển đổi mới *Tạp chí Quy hoạch Đô thị*, 6. Retrieved from <https://ashui.com/mag/chuyenmuc/bat-dong-san/5505-dat-xen-ket-va-dat-ven-du-an-can-cach-tiep-can-quan-ly-chuyen-doi-moi.html>
- [4]. Mugisha, J., Kombe, W., Babere, N., & Uwayezu, E. (2023). Uncovering 'sleeping beauty': Land readjustment for self-financing urbanisation in developing countries. *Social Sciences & Humanities Open*, 8, 100539. doi:10.1016/j.ssaho.2023.100539
- [5]. Q3, U. (2021). Công bố Quyết định của Ủy ban nhân dân Thành phố về phê duyệt kế hoạch sử dụng đất năm 2021 của Quận 3. Retrieved from <https://quan3.hochiminhcity.gov.vn/tin-tuc-su-kien/quan-ly-do-thi-moi-truong/c-244-ng-bo-quy-234-t-dinh-cua-uy-ban-nh-226-n-d-226-n-th-224-nh-pho-ve-ph-234-duyet-ke-hoach-su-dung-dat-nam-2021-cua-quan-3-101018.html>
- [6]. Soejima, S., Iwasaki, Y., & Yamaguti, Y. (2020). Study on Change of Dwelling Environment by Land Readjustment Project in High Density Area 密集市街地における区画整理事業による暮らしの意識の変化に関する研究: Case Study of Kadoma City 大阪府門真市を対象として. *Journal of the City Planning Institute of Japan*, 55, 1027-1032. doi:10.11361/journalcpj.55.1027
- [7]. The Tokyo Development Learning Center (TDLC), The World Bank 10F Fukoku Seimei Building. CASE STUDY LAND READJUSTMENT IN JAPAN

# Nghiên cứu tính toán khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình của Kishi - Chen

Research calculation the semi-rigid connections steel frame with Kishi - Chen's model

> TS NGUYỄN HẢI QUANG<sup>1</sup>, TS LÊ THANH TOÀN<sup>1</sup>, PGS. TS VŨ QUỐC ANH<sup>2</sup>, LÊ DŨNG BẢO TRUNG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Điện Lực; Email: quangnh@epu.edu.vn, toanlt@epu.edu.vn

<sup>2</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: vquocanh@gmail.com, Trungldb@hau.edu.vn

## TÓM TẮT

Để phân tích kết cấu khung thép chịu các trường hợp tải trọng, theo các phương pháp truyền thống thông thường các liên kết dầm - cột được giả định là liên kết cứng hoặc khớp. Điều này giúp cho việc tính toán kết cấu khung đơn giản hơn. Các nghiên cứu gần đây cho rằng khi phân tích khung thép cần phải kể đến sự làm việc của liên kết dầm - cột. Bài báo trình bày nghiên cứu tính toán khung thép có liên kết nửa cứng theo mô hình của Kishi - Chen chịu các trường hợp tải trọng tĩnh thay đổi lập và 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; mô hình Kishi - Chen.

## ABSTRACT

To analyze steel frame structures subjected to load cases, according to conventional methods, beam-column connections are assumed to be rigid or joint. This makes the calculation of the frame structure more simple. Recent studies suggest that when analyzing steel frames, it is necessary to take into account the working of beam-column connections. This paper presents a study on calculating the steel frame with semi-rigid connections according to Kishi - Chen's model, subjected to the cases of cyclic static loads and 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 connections; Kishi - Chen model.

## 1. KHÁI NIỆM VỀ LIÊN KẾT NỬA CỨNG

Thông thường, khi tính toán kết cấu khung thép, các liên kết thường được lý tưởng hóa thành dạng ngàm hoặc khớp. Sau khi đối chiếu kết quả tính với thực tế làm việc của kết cấu người ta thấy rằng hầu hết các trường hợp kết quả tính toán và thực tế làm việc có sự sai khác nhau đáng kể.

Mặt khác, trong kết cấu thép các cấu kiện dầm, cột thường được chế tạo từ trong nhà máy. Sau đó chúng được mang tới công trường, lắp ráp lại với nhau bằng các liên kết bu lông, đinh tán, liên tiếp hàn hoặc hỗn hợp. Vì vậy, để chế tạo thành các liên kết lý tưởng như cứng tuyệt đối hoặc khớp tuyệt đối là khó khăn. Trong thực tế, sự làm việc của các liên kết dầm - cột là dạng trung gian giữa liên kết ngàm lý tưởng và khớp lý tưởng, gọi là liên kết nửa cứng.

Căn cứ vào mối quan hệ giữa mô men và góc xoay của liên kết người ta thường phân loại liên kết thành các mức: ngàm lý tưởng (cứng tuyệt đối); cứng; nửa cứng; mềm và khớp lý tưởng. Trong [1] đưa ra quan niệm đơn giản hơn, nếu mô men  $M \neq 0$  và góc xoay của liên kết  $\theta = 0$  thì liên kết được xem là cứng (ngàm lý tưởng), nếu  $\theta \neq 0$  và  $M = 0$  thì được xem là liên kết khớp, nếu  $M \neq 0$  và  $\theta \neq 0$  thì được xem là liên kết nửa cứng.

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.

Về thí nghiệm, năm 1985 Nethercot đã tập hợp hơn 700 thí nghiệm riêng biệt trên các liên kết dầm - cột thép, hầu hết các mẫu thí nghiệm là các liên kết bu lông. Từ đó, tác giả đã phân tích và chọn lọc ra được các thông tin dữ liệu phục vụ cho công việc nghiên cứu, sau đó đã đưa ra hệ thống phân loại liên kết [6].

Có một số mô hình toán học thường được sử dụng để biểu diễn các đường cong quan hệ giữa mô men với góc xoay của các liên kết. Cụ thể, chúng là mô hình tuyến tính (Arbabi, 1982; Kawashima và Fujimoto, 1984; Chan, 1994), mô hình song tuyến tính (Sivakumaran, 1988; Youssef-Agha, 1989), mô hình ba tuyến tính (Stelmack et al., 1986; Gerstle, 1988), mô hình đa mô hình đa thức (Frye và Morris, 1975), mô hình khối B-spline (Cox, 1972; Jones et al., 1980), mô hình đường giới hạn (A1-Bermani và cộng sự,

1994; Zhu và cộng sự, 1995), Kishi và Chen, 1987a; King và Chen, 1993), mô hình Ramberg-Osgood (Ramberg và Osgood, 1943; Shi và Atluri, 1989), mô hình Richard-Abbott (Richard và Abbott, 1975; Gao và Haldar, 1995), mô hình mũ Chen-Lui (Lui và Chen, 1988) [2, 3, 4, 5, 6, 9, 10].

Trong bài báo này lựa chọn mô hình Kishi - Chen ở liên kết giữa dầm với cột để phân tích khung thép chịu các trường hợp tải trọng tĩnh thay đổi lặp, 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.

**2. MÔ HÌNH KISHI - CHEN [2, 8, 9]**

Mô hình liên kết của Kishi - Chen (1987a, 1987b) đã đề xuất công thức xác định góc xoay của liên kết là:

$$\theta_r = \frac{M}{K_i \left[ 1 - (M / M_u)^n \right]^{1/n}} \quad (1)$$

trong đó

- $M$  : là mô men của liên kết;
- $M_u$  là mô men cực hạn của liên kết;
- $K_i$  là độ cứng ban đầu của liên kết;
- $n$  là thông số hình dạng của liên kết.

Độ cứng tiếp tuyến của liên kết trong quá trình gia tải là:

$$K_r = \frac{dM}{d\theta_r} = K_i \left[ 1 - \left( \frac{M}{M_u} \right)^n \right]^{-(n+1)/n} \quad (2)$$

Vì độ cứng tiếp tuyến của liên kết và góc xoay của liên kết chỉ phụ thuộc vào ba tham số ban đầu là:  $M_u, K_i, n$  cho nên mô hình Kishi - Chen thường được gọi là mô hình ba tham số.

Rõ ràng, số mũ  $n$  có giá trị càng nhỏ đường cong chuyển biến từ độ cứng khởi đầu tới mô men cực hạn  $M_u$  càng thoải. Ngược lại, số mũ  $n$  càng lớn sự chuyển biến càng gấp gáp hơn. Khi  $n = \infty$ , đường cong gồm hai đoạn thẳng: đường thứ nhất có độ dốc là độ cứng khởi đầu và đường thứ hai nằm ngang tương ứng với mô men cực hạn  $M_u$ .

Trong thực hành tính toán, khi sử dụng mô hình ba thông số, nhiệm vụ quan trọng hàng đầu là phải xác định được ba thông số của liên kết  $K_i, M_u, n$  ứng với hai kiểu liên kết: Liên kết bằng 2 thép góc nối bản cánh trên và bản cánh dưới của dầm với cột và liên kết bằng 2 thép góc nối bản cánh trên và dưới của dầm với cột đồng thời với hai thép góc nửa nối bụng dầm với cột.

**3. ỨNG XỬ CỦA LIÊN KẾT KHI CHỊU TẢI TRỌNG LẶP [13]**

Trong quá trình chịu tải trọng thay đổi lặp, quan hệ giữa mô men và góc xoay của liên kết được thể hiện như hình 2. Quan hệ giữa Mô men và góc xoay trải qua các giai đoạn như sau:

Quá trình tăng mô men OA, quá trình giảm mô men AB và CD, tăng mô men theo chiều ngược lại BC, tăng mô men tiếp DE và cứ như vậy ở các chu kỳ sau.

Quá trình tăng mô men OA, độ cứng ban đầu là  $K_i$ . Ở các bước gia tải, độ cứng tiếp tuyến được xác định theo công thức (2)

Quá trình giảm mô men AB và CD, độ cứng của liên kết được xác định là độ cứng ban đầu  $K_i$ .

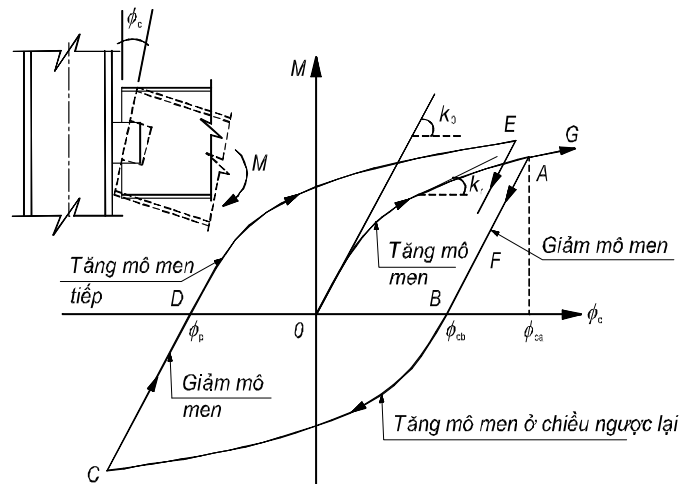
Quá trình tăng mô men theo chiều ngược lại BC, độ cứng của liên kết được xác định theo công thức (2). Tuy nhiên, góc xoay  $\phi_c$  được xác định như sau:

$$\phi_c = \phi_{cb} - \phi_r \quad (3)$$

Quá trình tăng mô men tiếp DE, độ cứng của liên kết được xác định theo công thức (2). Tuy nhiên, góc xoay  $\phi_c$  được xác định như sau:

$$\phi_c = \phi_r - \phi_d \quad (4)$$

Trong công thức (3), (4)  $\phi_r$  là góc xoay của liên kết



Hình 1. Ứng xử của liên kết khi chịu tải trọng lặp [2]

**4. HỆ PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN DAO ĐỘNG VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI**

Theo cách làm thông thường của phương pháp phần tử hữu hạn ta nhận được phương trình dao động của kết cấu như sau:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = P_t \quad (5)$$

trong đó

$M$  là ma trận khối lượng;

$C$  là ma trận cản;

$K$  là ma độ cứng;

$P_t$  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 (5) 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. Để đảm bảo hội tụ của kết quả tính toán sử dụng phương pháp Newmark kết hợp với Newton-Raphson như trong [1] và [2].

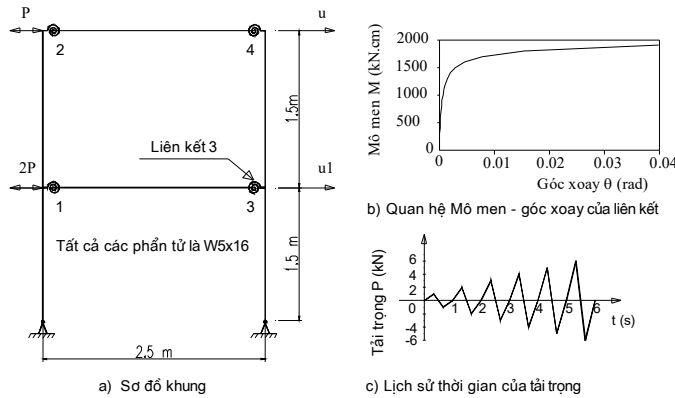
**5. VÍ DỤ TÍNH TOÁN**

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 W5x16, kích thước của các dầm, cột là

thép như trên Hình 2a.

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 Kishi - Chen có  $K_i = 337316,2(kN.cm/rad)$ ,  $M_u = 2090,219(kN.cm)$ ,  $n = 1,65$  thể hiện trên Hình 2b.



Hình 2. Sơ đồ tính của khung

Để kiểm chứng kết quả tính toán, sử dụng phần mềm Sap2000 tính toán kết quả về chuyển vị của u, mô men tại liên kết A theo thời gian và so sánh với kết quả của nhóm nghiên cứu.

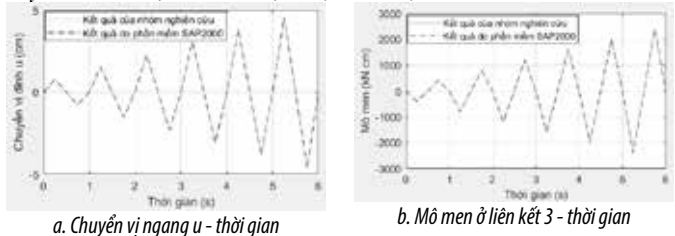
Tải trọng tác dụng thay đổi theo thời gian như trong Hình 2c và Bảng 1.

Bảng 1. Giá trị của tải trọng ứng với các thời điểm đặc biệt

Thời điểm (s)	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
Giá trị lực	0	P	0	-P	0	2P	0	-2P	0
Thời điểm (s)	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Giá trị lực	0	3P	0	-3P	0	4P	0	-4P	0
Thời điểm (s)	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6
Giá trị lực	0	5P	0	-5P	0	6P	0	-6P	0

• Khảo sát với trường hợp P=2 kN

Để đánh giá tính chính xác của phần mềm do nhóm tác giả lập ra thì so sánh kết quả tính toán do phần mềm SAP2000 tính với kết quả của nhóm nghiên cứu lập ra ứng với trường hợp liên kết là nửa cứng đàn hồi tuyến tính có độ cứng không đổi  $K_i = 337316,2(kN.cm/rad)$  được thể hiện trên Hình 3.

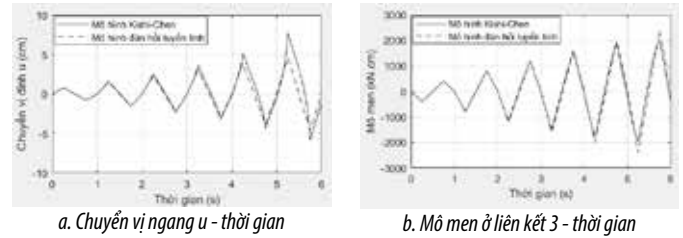


Hình 3. So sánh kết quả tính với SAP2000 trường hợp tải trọng lặp

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 một số trường hợp sau:

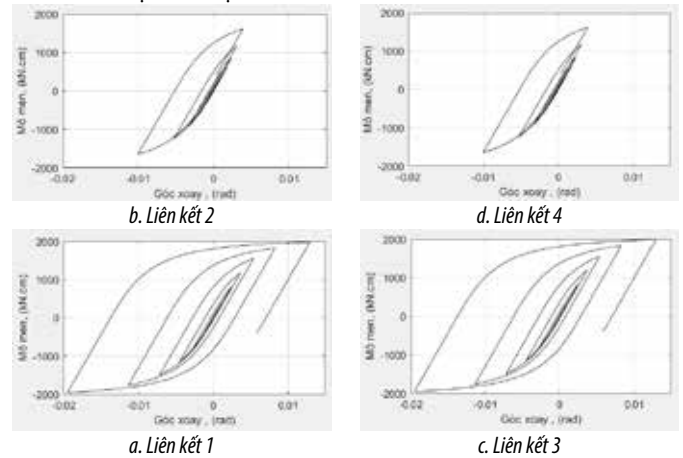
Để đánh giá hiệu ứng của liên kết nửa cứng khi tính theo mô

hình Kishi - Chen trong trường hợp chịu tải trọng tĩnh thay đổi lặp, thì tính toán khung có liên kết dầm với cột theo mô hình Kishi - Chen và so sánh với trường hợp liên kết là nửa cứng đàn hồi tuyến tính có độ cứng không đổi  $K_i = 337316,2(kN.cm/rad)$ , kết quả tính toán được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. So sánh tính theo mô hình Kishi - Chen và đàn hồi tuyến tính tải trọng lặp

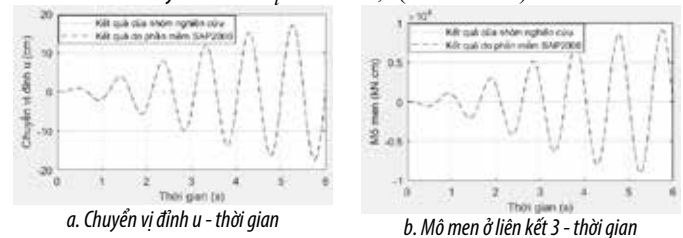
Qua Hình 4 cho thấy, trong trường hợp chịu tải trọng tĩnh, chuyển vị đỉnh của khung khi tính theo mô hình Kishi - Chen tăng lên đáng kể so với khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính. Nhưng giá trị mô men thì bị giới hạn bởi giá trị mô men cực hạn do vậy giá trị mô men ở liên kết 3. Để giải thích vấn đề này, xem xét mối quan hệ giữa mô men và góc xoay của các liên kết. Các giá trị tính toán được thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Quan hệ giữa mô men và góc xoay của các liên kết trường hợp tải trọng lặp

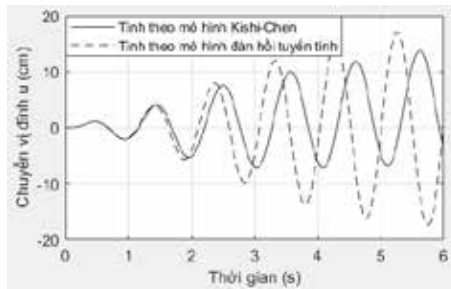
Từ kết quả ở Hình 5 cho thấy độ cứng của liên kết khi tính theo mô hình Kishi - Chen thay đổi trong cả quá trình chịu tải trọng. Thời gian mà độ cứng của liên kết có giá trị bằng độ cứng ban đầu là không nhiều do vậy kết cấu "yếu" hơn khi tính theo mô hình đàn hồi tuyến tính.

• Khảo sát với trường hợp P = 2 kN, các nút đều có khối lượng là  $m = 0,04 kN.s^2/cm$ , độ cứng của các liên kết dầm - cột theo mô hình đàn hồi tuyến tính  $K_i = 337316,2(kN.cm/rad)$

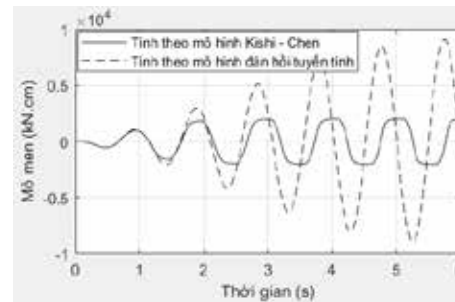


Hình 6. So sánh kết quả tính với SAP2000 trong trường hợp tải trọng động

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 sau:

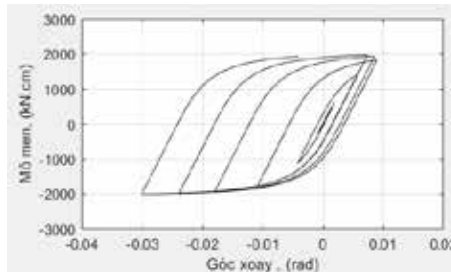


a. Chuyển vị đỉnh - thời gian

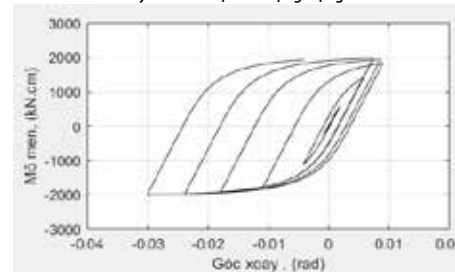


b. Mô men ở liên kết 3 - thời gian

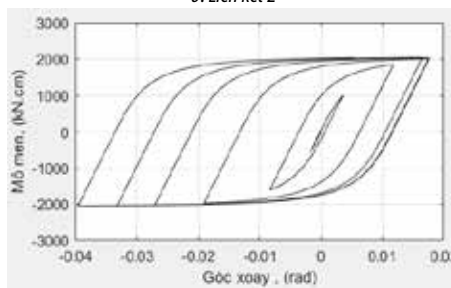
Hình 7. So sánh tính theo mô hình Kishi - Chen với đàn hồi tuyến tính chịu tải trọng động



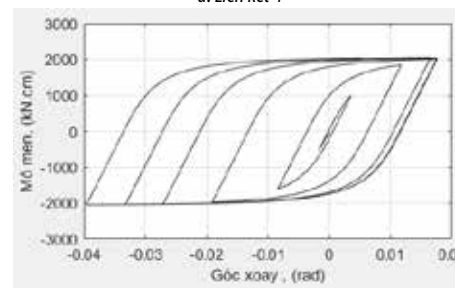
a. Liên kết 1



b. Liên kết 2



c. Liên kết 3



d. Liên kết 4

Hình 8. Quan hệ giữa mô men và góc xoay của các liên kết trường hợp tải trọng động

## 6. KẾT LUẬN

Để tích phân hệ phương trình vi phân phi tuyến được thành lập bởi khung thép có liên kết nửa cứng chịu tải trọng động thì có thể sử dụng phương pháp Newmark kết hợp với Newton-Raphson như trong [2], hoặc chỉ sử dụng phương pháp Newmark với bước thời gian nhỏ để tính toán vẫn đảm bảo tính hội tụ của kết quả tính toán.

Qua khảo sát ở ví dụ cho thấy ứng với trường hợp tải trọng tĩnh thì chuyển vị ngang ở đỉnh khi tính với mô hình đàn hồi tuyến tính nhỏ hơn khi tính với mô hình Kishi - Chen nhưng khi tính toán với tải trọng động thì kết quả cho thấy ngược lại.

Bài báo này là kết quả nghiên cứu đề tài mã số: ĐTKHCN.08/2022 của Trường Đại học Điện lực năm 2022.

## 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".
- [2] Chan S.L and Chui P.P.T (2000), "Non-linear static and cyclic analysis of steel frames with semi-rigid connections". Elsevier 2000.
- [3] 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.

- [4] Chen WF, Kishi NN. (1989). "Semirigid steel beam-to-column connections data base and modeling". J Struct Eng, ASCE;120(6):1703-17.

- [5] Chen WF, Kishi N. (1989). "Semi-rigid steel beam-to-column connections: Data base and modeling". J. Struct. Div. ASCE, 115(1):105-119.

- [6] Kishi N, Chen WF. "Moment-rotation relations of semirigid connections with angles". J. Struct. Eng, ASCE 1990;116(ST7):1813-34.

- [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] Kishi N and Chen WF. (1986). "Steel Connection Data Bank Program". Structural Engineering Report No. CE-STR-86-18.

- [10] Kishi N, Kenichi G. Matsuoka, Chen WF, Nomachi SG. (1987). "Moment - Rotation Relation of Top - and Seat - Angle Connections". Memoirs of the Muroran Institute of Technology. Science and engineering, 163-172.

- [11] Kishi N, Chen WF, Hasan R, and Matsuoka KG. (1993). "Design aid of semi-rigid connections for frame analysis." Engrg. J., 3rd Quarter, 90-107.

- [12] Liwei Gao and Achintya Haldar. (1995). "Nonlinear Seismic Analysis of Space Structures with Partially Restrained Connections". Microcomputers in Civil Engineering 10: 27-37

- [13] Miodrag Sekulovic, Ratko Salatic, Marija Nefovska. (2002). "Dynamic analysis of steel frames with flexible connections". Computers and Structures 80: 935-955.

# Phân tích rào cản thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại TP.HCM

Investigating barriers to renovating and reconstructing old apartments in Ho Chi Minh City

> **KS NGUYỄN THANH CƯỜNG<sup>1</sup>, TS CHU VIỆT CƯỜNG<sup>2</sup>, TS NGUYỄN VĂN MINH<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>HVCH Ngành Kỹ thuật XDCT DD và CN - Trường Đại học Công nghệ TP.HCM

Email: trungtamhatang.bqlkktag@gmail.com

<sup>2</sup>Giám đốc Phân viện Cán bộ Quản lý Xây dựng và Đô thị Miền Nam; Email: chuietcuong@gmail.com

<sup>3</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM; Email: nguyenvanminh@hcmute.edu.vn

## TÓM TẮT

Cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ (CCC) là một trong những công việc quan trọng trong việc tái kiến thiết đô thị. TP.HCM có 474 CCC được xây dựng trước năm 1975. Sự tồn tại của các CCC chứa đựng nhiều rủi ro và gây ảnh hưởng đến công tác quản lý kinh tế - xã hội của khu vực, gây ảnh hưởng tiêu cực đến sự phát triển bền vững của đô thị. Tuy nhiên, TP mới chỉ giải quyết được tình trạng của 32/274 CCC đang tồn tại. Việc thực hiện việc cải tạo, xây dựng lại CCC gặp nhiều rào cản. Nghiên cứu này, nhóm tác giả tập trung vào việc phân tích các rào cản trong quá trình thực hiện cải tạo, xây dựng lại CCC tại TP.HCM. Kết quả phân tích các tài liệu cũng như phỏng vấn chuyên gia đã chỉ ra 12 rào cản chính trong việc thực hiện các dự án này. Nghiên cứu này giúp cho các nhà quản lý và các nhà nghiên cứu nhận diện được các rào cản chính trong dự án để đưa ra các phương pháp quản lý phù hợp, nhằm nâng cao khả năng thành công của dự án.

**Từ khóa:** Cải tạo; xây dựng lại chung cư cũ; rào cản; TP.HCM; tái kiến thiết đô thị; Việt Nam.

## ABSTRACT

Renovating and reconstructing old apartments is critical for urban redevelopment. Ho Chi Minh City currently has 474 old apartment buildings built before 1975. The existence of old apartment buildings contains many risks and may negatively affect the city's sustainable development. However, only 32 of 274 existing old apartments have been addressed. The implementation of renovation and rebuilding of old apartments faces many obstacles. This study analyzes critical barriers to renovating and reconstructing old apartment buildings in Ho Chi Minh City. The literature review and interviews with experts have pointed out 12 main obstacles in implementing these projects. This study helps managers and researchers identify the project's main barriers to develop appropriate management methods to improve project success.

**Keywords:** Renovating and reconstructing old apartments; Barriers, Ho Chi Minh City; urban redevelopment; Vietnam.

## 1. GIỚI THIỆU

Theo báo cáo của Bộ Xây dựng, Việt Nam hiện có hơn 1 triệu hộ dân đang sinh sống tại 2.500 khối nhà chung cư cũ được xây dựng từ trước năm 1994 với diện tích hơn 3 triệu m<sup>2</sup> sàn, tập trung chủ yếu tại các thành phố lớn. Tại TP.HCM hiện có 474 CCC với 573 lô được xây dựng trước năm 1975. Qua kiểm định chất lượng, cơ quan quản lý nhà nước đã thống kê cụ thể có 14 chung cư cấp D (bị hư hỏng nặng, nguy hiểm); 116 chung cư cấp C; 332 chung cư cấp B; 12 chung cư đã tháo dỡ hoặc chuyển mục đích.

Sự tồn tại của các chung cư này và việc để người dân tiếp tục sinh sống tại đây chứa đựng nhiều rủi ro và gây ảnh hưởng đến công tác quản lý kinh tế - xã hội của khu vực. Hệ thống cấp và thoát nước, hệ thống phòng cháy chữa cháy, và cơ sở hạ tầng kỹ thuật phục vụ các nhà CCC dễ bị xuống cấp và có khả năng không đáp ứng được các quy phạm và tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành. Do đó, chất lượng sống của các cư dân trong các nhà chung cư cũ sẽ không được đảm bảo. Ngoài ra, các nhà CCC với tình trạng hư

hỏng nghiêm trọng có khả năng xảy ra những sự cố nguy hiểm đến sức khỏe, tính mạng của những hộ dân sống trong khu chung cư đó cũng như tác động và ảnh hưởng đến những hộ dân sinh sống ở khu vực lân cận. Thêm vào đó, sự tồn tại của các nhà chung cư quá niên hạn sử dụng, hư hỏng nghiêm trọng sẽ gây ảnh hưởng đến quy hoạch, kiến trúc đô thị.

Tuy nhiên, việc thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư thường gặp nhiều khó khăn. Đầu tiên là chính sách đền bù, di dời chưa tạo được sự đồng thuận của người dân sinh sống tại các dự án. Ngoài ra, một số quy định pháp lý như "quy định việc lập kế hoạch phải căn cứ vào kết quả kiểm định chất lượng nhà chung cư và quy hoạch xây dựng chi tiết các khu chung cư cũ 1/500 đã phê duyệt" hay "100% sự đồng thuận của cư dân" đã làm chậm tiến trình triển khai các dự án. Tại một số dự án, mặc dù việc hỗ trợ tái định cư cho dân cư đã hoàn thành, nhưng phần bồi thường cho chủ sở hữu căn hộ là Nhà nước vẫn chưa hoàn thành khiến việc thực hiện dự án bị đình trệ.

Đến cuối năm 2020, để ra mục tiêu cải tạo, xây dựng lại 50% các CCC trong số 274 CCC đang tồn tại. Tuy nhiên, chỉ có 32 chung cư đã được tiến hành cải tạo, xây dựng lại. Xuất phát từ thực trạng trên, nghiên cứu này được thực hiện để tìm ra các rào cản chính trong việc thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư tại TP.HCM

## 2. TỔNG QUAN

Vai trò của nhà ở đối với sự phát triển kinh tế - xã hội là hết sức quan trọng và nhiều mặt. Nhà ở đầy đủ đóng một vai trò then chốt trong việc hình thành phúc lợi xã hội, kinh tế và tổng thể của các cá nhân, gia đình và cộng đồng. Nó là nền tảng cho sự ổn định, an ninh và gắn kết xã hội, đồng thời góp phần quan trọng vào tăng trưởng và phát triển kinh tế. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải thừa nhận rằng việc tiếp cận nhà ở phù hợp vẫn là một thách thức đáng kể ở nhiều nơi trên thế giới. Khả năng chi trả nhà ở tiếp tục là một vấn đề cấp bách, đặc biệt là ở các khu vực thành thị, nơi cầu thường vượt xa cung. Điều kiện nhà ở không phù hợp, chẳng hạn như tình trạng quá đông đúc, tình trạng vô gia cư và các khu định cư không chính thức, gây ra những rủi ro xã hội và sức khỏe nghiêm trọng, làm trầm trọng thêm tình trạng bất bình đẳng và cản trở tiến bộ kinh tế xã hội. Chính phủ, cùng với các bên liên quan khác nhau, cần ưu tiên các chính sách nhà ở giá rẻ, thúc đẩy quy hoạch đô thị toàn diện và đầu tư vào các giải pháp nhà ở bền vững để giải quyết những thách thức này một cách hiệu quả [1].

Một trong những biện pháp ứng phó với thách thức về nhà ở tại các đô thị là xây dựng nhà chung cư. Theo quy định tại Khoản 3 Điều 3 Luật Nhà ở năm 2014: “Nhà chung cư là nhà có từ 2 tầng trở lên, có nhiều căn hộ, có lối đi, cầu thang chung, có phần sở hữu riêng, phần sở hữu chung và hệ thống công trình hạ tầng sử dụng chung cho các hộ gia đình, cá nhân, tổ chức, bao gồm nhà chung cư được xây dựng với mục đích để ở và nhà chung cư được xây dựng có mục đích sử dụng hỗn hợp để ở và kinh doanh”. Các tòa nhà chung cư thúc đẩy sử dụng đất hiệu quả, vì chúng tận dụng hiệu quả không gian đô thị hạn chế bằng cách cung cấp nhà ở cho nhiều hộ gia đình trong một cấu trúc thẳng đứng [2]. Điều này giúp ngăn chặn sự mở rộng đô thị và bảo tồn đất có giá trị cho các mục đích khác như công viên, khu giải trí hoặc phát triển thương mại. Bằng cách tập trung nhà ở trong một hình thức nhỏ gọn, các tòa nhà chung cư góp phần tạo ra các khu dân cư sôi động và có thể đi bộ, giảm nhu cầu đi lại trong thời gian dài và thúc đẩy lựa chọn giao thông bền vững [3].

Các tòa nhà chung cư cũng có tác động đến cơ sở hạ tầng và dịch vụ công cộng. Khi một số lượng lớn người cư trú gần nhau, việc cung cấp phương tiện giao thông công cộng, tiện ích và tiện ích công cộng hiệu quả sẽ trở nên khả thi hơn. Điều này bao gồm sự phát triển của mạng lưới giao thông, chẳng hạn như hệ thống xe buýt hoặc tàu điện ngầm, có thể phục vụ các khu vực đông dân cư hiệu quả hơn. Ngoài ra, các tiện ích và dịch vụ tập trung trong các tòa nhà chung cư, chẳng hạn như quản lý chất thải hoặc cấp nước, có thể được quản lý và bảo trì hiệu quả hơn, mang lại lợi ích cho cả cư dân và cộng đồng nói chung. Tuy nhiên, sau quá trình sử dụng lâu dài, các tòa chung cư sẽ xuống cấp. Từ đó, nhu cầu cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ là một vấn đề cấp bách tại các đô thị trên thế giới [4].

Nhu cầu tiến hành cải tạo, xây dựng lại CCC tại Việt Nam ngày càng trở nên cấp thiết trong những năm gần đây. Nhiều tòa nhà chung cư trong nước đã được xây dựng cách đây vài thập kỷ trong thời kỳ đô thị hóa và tăng trưởng kinh tế nhanh chóng. Thời gian trôi qua, những tòa nhà này đã xuống cấp, gây rủi ro cho sự an toàn và hạnh phúc của cư dân. Bên cạnh đó, điều kiện sống tại nhiều khu chung cư cũ còn bất cập, thiết kế lạc hậu, cơ sở hạ tầng

yếu kém, thiếu tiện nghi. Việc cải tạo và xây dựng lại các tòa nhà này là cần thiết không chỉ để giải quyết các vấn đề về an toàn và cải thiện điều kiện sống mà còn để thúc đẩy đổi mới đô thị, thúc đẩy phát triển kinh tế, đồng bộ hóa cơ sở hạ tầng và tăng cường đóng góp của nhà nước cho trật tự xã hội [5].

Một trong những nguyên nhân cơ bản dẫn đến nhu cầu cải tạo, xây dựng lại các khu CCC là vấn đề đảm bảo an toàn. Nhiều tòa nhà trong số này gặp phải các vấn đề về cấu trúc, chẳng hạn như tường đổ nát, nền móng xuống cấp và các cấu trúc hỗ trợ yếu. Những vấn đề này có thể ảnh hưởng đến sự ổn định của các tòa nhà và gây rủi ro nghiêm trọng cho sự an toàn của cư dân. Bằng cách tiến hành cải tạo và xây dựng lại, những sửa chữa và nâng cấp cần thiết có thể được thực hiện để đảm bảo tính toàn vẹn về cấu trúc và sự an toàn của các tòa nhà, do đó bảo vệ tính mạng và tài sản của cư dân.

Ngoài lo ngại về an toàn, điều kiện sống ở nhiều CCC còn nhiều bất cập. Những tòa nhà này thường thiếu hệ thống thông gió, ánh sáng tự nhiên và không gian thích hợp. Phòng ốc chật chội, thiết kế tổng thể lạc hậu dẫn đến cảm giác khó chịu, thiếu riêng tư cho người ở. Hơn nữa, các tiện nghi như thang máy, bãi đậu xe và không gian cộng đồng thường thiếu hoặc trong tình trạng tồi tàn. Những nỗ lực cải tạo có thể giải quyết những vấn đề này bằng cách nâng cao chất lượng nhà ở, cải thiện không gian sống và cung cấp các tiện nghi tốt hơn cho cư dân. Điều này có thể cải thiện đáng kể chất lượng cuộc sống và hạnh phúc của họ.

Một khía cạnh quan trọng khác của cải tạo, xây dựng lại các khu CCC là thúc đẩy đổi mới đô thị. Nhiều tòa nhà trong số này tọa lạc tại các khu vực đặc địa của thành phố, gần các khu thương mại, đầu mối giao thông và các cơ sở thiết yếu khác. Việc hồi sinh các tòa nhà này có thể tạo ra môi trường sống hấp dẫn và bền vững hơn, góp phần vào sự phát triển chung và trẻ hóa các khu vực đô thị. Các tòa nhà được cải tạo có thể trở thành tâm điểm của các hoạt động kinh tế và xã hội, thu hút đầu tư và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế trong các cộng đồng xung quanh [1].

Quy định pháp luật của Việt Nam về cải tạo, xây dựng lại CCC đã được thiết lập để khuyến khích và hỗ trợ các doanh nghiệp và cư dân tham gia vào quá trình này. Từ năm 2007, Chính phủ đã ban hành Nghị quyết số 34/2007/NĐ-CP về cơ chế và chính sách khuyến khích cải tạo, xây dựng lại nhà CCC. Đây là một bước quan trọng để đảm bảo việc nâng cao chất lượng sống và an ninh cho cư dân sinh sống trong những tòa nhà cũ xuống cấp.

Năm 2014, Luật Nhà ở đã được Quốc hội thông qua và có hiệu lực từ ngày 01/7/2015. Để hướng dẫn cụ thể nội dung của Luật Nhà ở, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 101/2015/NĐ-CP về cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư. Nghị định này tiếp tục tháo gỡ các khó khăn và vướng mắc trong việc thực hiện các dự án cải tạo và xây dựng lại nhà chung cư. Ngoài các cơ chế và chính sách đã được áp dụng trước đó, Nghị định này còn mở rộng một số cơ chế ưu đãi khác. Nó cho phép áp dụng hình thức Xây dựng - Chuyển giao (BT) để kêu gọi các nhà đầu tư tham gia và quy định rõ ràng rằng Nhà nước có trách nhiệm đầu tư vốn từ nguồn vốn đầu tư công để xây dựng lại các nhà chung cư thuộc sở hữu nhà nước.

Tuy nhiên, sau nhiều năm triển khai các chính sách và quy định trên, việc cải tạo và xây dựng lại các CCC vẫn còn nhiều hạn chế và tồn tại những khó khăn. Mặc dù chất lượng các nhà ở này ngày càng xuống cấp nghiêm trọng và ảnh hưởng không nhỏ đến tính mạng và tài sản của người dân, vẫn còn nhiều chung cư và khu CCC chưa được cải tạo và xây dựng lại. Năm 2021, Chính phủ ban hành Nghị định 69/2021/NĐ-CP quy định về việc cải tạo, xây dựng lại khu chung cư cũ. Nghị định này đã định nghĩa rõ ràng: “Dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư là dự án tái định cư với mục đích

nâng cấp chất lượng, mở rộng diện tích, điều chỉnh cơ cấu diện tích hiện có của nhà chung cư hoặc phá dỡ để xây dựng mới nhà chung cư và các công trình xây dựng khác (nếu có). Dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư bao gồm dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư và dự án cải tạo, xây dựng lại khu chung cư."

Cải tạo, xây dựng lại CCC tại TP.HCM đang là vấn đề cấp bách cần được quan tâm ngay. Tính đến nay, trên địa bàn thành phố có 1.635 chung cư, trong đó có 474 chung cư được xây dựng từ trước năm 1975. Trong số này, chỉ có 199 chung cư được cải tạo, sửa chữa với tổng kinh phí 275,5 tỷ đồng. Ngoài ra, thành phố hiện có 16 tòa nhà bị hư hỏng nặng, nguy hiểm được xếp vào chung cư hạng D. Ngoài ra, UBND TP.HCM đang trong quá trình kiểm tra, cải tạo 246 chung cư hạng B và C. Tuy nhiên, hiện nay, TP mới giải quyết dứt điểm được 32 trên tổng số 274 CCC hiện có. Hơn nữa, không có dự án xây dựng mới nào được triển khai cho 16 chung cư hạng D, được coi là nguy hiểm và có nguy cơ sụp đổ.

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện qua hai bước. Bước thứ nhất, các rào cản thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại CCC được xác định bằng cách thực hiện tổng quan các nghiên cứu đã được thực hiện. Ở bước thứ hai, các rào cản này sẽ được đánh giá mức độ phù hợp tại môi trường nghiên cứu là TP.HCM. Ngoài ra, các rào cản đặc thù tại TP cũng sẽ được khám phá thông qua phỏng vấn cùng với các kỹ sư có kinh nghiệm thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 4.1. Tổng quan các yếu tố phức tạp

Bằng cách nghiên cứu các nghiên cứu có ảnh hưởng lớn (thông qua hệ số trích dẫn của bài báo và uy tín của tạp chí), 12 rào cản thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại CCC được xác định. Các rào cản này được chia làm ba nhóm đó là:

- Nhóm 1: Rào cản về pháp lý
- Nhóm 2: Rào cản về tài chính
- Nhóm 3: Rào cản về cộng đồng

Bảng 1 mô tả các rào cản này.

Bảng 1. Các rào cản thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại CCC

TT	Các yếu tố rào cản thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại CCC
<b>Nhóm 1: Rào cản về pháp lý</b>	
1	Hạn chế về chỉ tiêu quy hoạch
2	Quy định 100% người dân đồng ý mới được thực hiện
3	Quy trình thủ tục phức tạp
4	Thời gian thực hiện dự án kéo dài
5	Vướng mắc trong công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư
6	Thiếu kinh nghiệm thực hiện các dự án tương tự
<b>Nhóm 2: Rào cản về tài chính</b>	
7	Thiếu nguồn vốn ngân sách bố trí cho dự án
8	Khó khăn trong việc tiếp cận nguồn vốn của nhà đầu tư
9	Tính khả thi về kinh tế của các dự án chưa cao
<b>Nhóm 3: Rào cản về cộng đồng</b>	
10	Vướng mắc trong công tác bồi thường, hỗ trợ, tái định cư
11	Người dân chưa thỏa mãn về tính kết nối của các khu vực tái định cư phục vụ cho cuộc sống
12	Trao đổi thông tin chưa hiệu quả giữa các bên với người dân
13	Nếp sống của người dân (điều kiện sống, điều kiện làm việc) đã lâu đời và quen thuộc

### 4.2.1. Rào cản về pháp lý

Từ năm 2015 đến năm 2020, TP.HCM đặt mục tiêu cải tạo, xây dựng lại 237 trên tổng số 474 CCC xây dựng trước năm 1975, trong đó có 15 chung cư cấp D đã hư hỏng nặng, nguy hiểm cho người ở. Mục tiêu là cung cấp nhà ở và điều kiện sống tốt hơn cho người dân thông qua tái định cư. Tuy nhiên, trong 5 năm qua, chỉ có 6 tòa nhà chung cư được di dời, 4 tòa nhà cấp D bị phá dỡ và chỉ có 2 tòa nhà chung cư mới được xây dựng. Những con số này cho thấy tiến độ cải tạo, xây dựng lại CCC trên cả nước mới chỉ đạt 1%.

Một trong những vướng mắc chính là yêu cầu 100% chủ sở hữu nhà chung cư phải đồng ý phá dỡ nhà không nguy hiểm hoặc nhà nằm trong khu vực được quy hoạch cải tạo, phát triển đồng bộ theo quy định tại Điều 110 Khoản 1 Luật Nhà ở 2014. Do đó, nếu ngay cả một chủ sở hữu căn hộ không đồng ý với việc phá dỡ, quá trình này không thể tiến hành. Quy định này đã đặt ra một trở ngại đáng kể cho những nỗ lực cải tạo và xây dựng lại.

Một trong những thách thức lớn trong quá trình đền bù là sự bất đồng giữa chủ đầu tư và chủ sở hữu về đơn giá đền bù. Tình trạng CCC tại TP.HCM, nhất là chung cư loại D thường xuống cấp và phải sửa chữa, cải tạo hoặc xây mới. Tuy nhiên, việc thuyết phục người dân di dời trở thành vấn đề khi mức giá bồi thường là một điểm gây tranh cãi. Pháp luật thừa nhận quyền sở hữu căn hộ gắn liền với quyền sử dụng đất nhưng thời hạn sử dụng của các công trình này là có hạn. Việc đạt được sự đồng thuận về phương án bồi thường, tái định cư trở nên khó khăn, nhất là đối với các chung cư nằm trong nội thành hoặc chung cư có chủ sử dụng là đất ở để kinh doanh. Tranh chấp phát sinh khi các hộ dân đòi bồi thường cao, có khả năng cản trở hiệu quả tài chính của dự án.

Một trở ngại khác là tình trạng cơ sở hạ tầng trái phép dẫn đến lấn chiếm đất khuôn viên và các khu vực xung quanh khu chung cư. Việc mở rộng trái phép này làm phức tạp thêm việc tính toán đền bù, giải phóng mặt bằng. Ngoài ra, các vấn đề liên quan đến quy hoạch, trình tự thực hiện, xác định trách nhiệm của chủ đầu tư đối với công tác an sinh xã hội càng góp phần làm phức tạp quá trình bồi thường, giải phóng mặt bằng. Vượt qua những thách thức này đòi hỏi phải thiết lập các cơ chế chính sách hấp dẫn để khuyến khích các doanh nghiệp tham gia vào các dự án này.

Ở góc độ kinh doanh, tranh chấp giữa chủ đầu tư và cư dân còn phát sinh do không thống nhất trong việc phân chia diện tích sử dụng công và tư, cũng như chất lượng dịch vụ cung cấp liên quan đến giá cước dịch vụ. Cần có những quy định cụ thể về cách tính diện tích lô gia và các hạng mục kỹ thuật để giải quyết thỏa đáng những tranh chấp này. Ngoài ra, các vấn đề liên quan đến quyền sở hữu và năng lực, kinh nghiệm của chủ đầu tư có thể dẫn đến mâu thuẫn, bất ổn.

Yêu cầu về hệ số đền bù cao của người dân đặt ra một rào cản khác khiến doanh nghiệp không muốn tham gia vào các dự án chung cư cũ. Trong khi các quy định của nhà nước quy định hệ số bồi thường là 1,3, một số hộ gia đình yêu cầu hệ số từ 2 đến 3 lần, thường dựa trên tổng diện tích sử dụng bao gồm cả phần mở rộng. Sự khác biệt về yêu cầu bồi thường này làm phức tạp thêm quá trình đàm phán và có thể làm giảm sự quan tâm của nhà đầu tư.

Quá trình cải tạo, xây dựng lại chung cư cũ tại TP.HCM thường bị hạn chế bởi các tiêu chí, quy định quy hoạch nhằm giảm áp lực lên hệ thống hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội vốn đã quá tải trong nội thành. Một trong những lý do chính của việc hạn chế các tiêu chí quy hoạch là mong muốn tránh tạo thêm gánh nặng cho hệ thống hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội vốn đã bất cập và căng thẳng trong nội đô. Những khu vực này thường phải đối mặt với những thách thức đáng kể về cấp nước, xử lý nước thải, giao

thông vận tải và các dịch vụ thiết yếu khác. Bằng cách áp đặt các hạn chế về quy mô và cường độ của các hoạt động xây dựng, các cơ quan chức năng nhằm mục đích ngăn chặn sự căng thẳng thêm đối với các hệ thống cơ sở hạ tầng này và đảm bảo tính bền vững của chúng. Tuy nhiên, những hạn chế này lại trở thành thách thức đối với việc triển khai hiệu quả các dự án cải tạo, xây dựng lại, cản trở quá trình phát triển đô thị của TP.

#### 4.2.2. Rào cản về tài chính

Cải tạo, xây dựng lại các CCC tại Việt Nam là một công việc quan trọng nhằm cải thiện điều kiện sống của cư dân và tái sinh các khu đô thị. Tuy nhiên, có một số thách thức và cản nhắc ảnh hưởng đến tính khả thi về kinh tế của các dự án đó.

Một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến tính khả thi về kinh tế là chi phí của dự án. Cải tạo và xây dựng lại các căn hộ cũ có thể là một nỗ lực tốn kém, liên quan đến chi phí phá dỡ, xây dựng, vật liệu và nhân công. Chi phí để có được các giấy phép cần thiết và tuân thủ các quy định càng làm tăng thêm gánh nặng tài chính. Ngoài ra, các vấn đề không mong muốn như thiếu sót về cấu trúc hoặc các biến chứng không lường trước được trong quá trình cải tạo có thể làm tăng chi phí. Vì vậy, đánh giá cẩn thận và ước tính chi phí dự án là rất quan trọng để xác định tính khả thi kinh tế của nó.

Một khía cạnh khác ảnh hưởng đến tính khả thi về kinh tế là lợi tức đầu tư tiềm năng. Các nhà đầu tư tìm cách tạo ra lợi nhuận từ các dự án của họ, và việc cải tạo và xây dựng lại các CCC sẽ mang lại lợi nhuận thuận lợi. Nhu cầu thị trường đối với căn hộ đã cải tạo, giá thuê và tiềm năng tăng giá trị tài sản là những yếu tố chính quyết định lợi tức đầu tư. Điều cần thiết là phải tiến hành phân tích thị trường kỹ lưỡng và đánh giá nhu cầu cũng như khả năng sinh lời tiềm năng của các căn hộ đã được cải tạo ở vị trí mục tiêu. Các yếu tố như vị trí, tiện nghi và chất lượng tổng thể của công việc cải tạo đóng một vai trò quan trọng trong việc thu hút người mua hoặc người thuê tiềm năng và đảm bảo lợi tức đầu tư.

Hơn nữa, các chính sách và quy định của Chính phủ tác động đáng kể đến tính khả thi về kinh tế của việc cải tạo và xây dựng lại các CCC. Các thủ tục hành chính phức tạp và tốn thời gian, các yêu cầu về giấy phép và việc tuân thủ các quy tắc xây dựng có thể gây ra sự chậm trễ và tăng chi phí dự án. Hiệu quả và tính minh bạch của khung pháp lý có thể ảnh hưởng lớn đến sự thuận lợi trong kinh doanh và sức hấp dẫn của các cơ hội đầu tư. Hợp lý hóa các thủ tục, cung cấp các hướng dẫn rõ ràng và đơn giản hóa quy trình phê duyệt có thể góp phần nâng cao tính khả thi về mặt kinh tế của các dự án đó.

#### 4.2.3. Rào cản về cộng đồng

Một trong những rào cản chính là vấn đề tái định cư tại chỗ. Nhiều hộ dân bày tỏ mong muốn được tái định cư cùng vị trí với căn hộ đáp ứng tiêu chuẩn nhà ở mới, diện tích tối thiểu 45m<sup>2</sup>. Tuy nhiên, các khu vực trung tâm của quận 1 như đường Bùi Viện, quỹ đất hạn chế nên khó xây dựng các chung cư cao tầng đáp ứng các yêu cầu này. Sự khan hiếm quỹ đất phù hợp khiến việc tìm kiếm các nhà đầu tư sẵn sàng tham gia vào các dự án trở nên khó khăn, vì lợi nhuận nhận được có thể không phù hợp với chi phí và những hạn chế liên quan đến sự phát triển.

Ngoài ra, các yếu tố về văn hóa và lối sống của người dân cũng gây ra một khó khăn đáng kể khác trong việc thuyết phục các hộ di dời. Những khu phố cũ này có mối liên hệ sâu xa và quen thuộc đối với cư dân, những người đã quen với điều kiện sống và làm việc của họ trong nhiều năm. Thuyết phục họ bỏ lại môi trường xung quanh quen thuộc và áp dụng lối sống mới có thể là một nhiệm vụ phức tạp, đòi hỏi phải giao tiếp cẩn thận, sự tham gia của cộng

đồng và cung cấp các lựa chọn thay thế phù hợp đáp ứng nhu cầu và sở thích của họ.

Một rào cản đáng kể khác là không có ban quản trị cho từng nhà, cụm nhà trong các khu CCC. Không giống như các khu chung cư mới xây dựng, việc thiếu cơ cấu tổ chức quản lý tại các khu CCC đã hạn chế sự tham gia và đại diện của các chủ sở hữu trong quá trình cải tạo và xây dựng lại. Cách tiếp cận manh mún và tự phát này cản trở việc ra quyết định và điều phối hiệu quả, gây khó khăn cho việc thực hiện các kế hoạch cải tạo toàn diện và gắn kết. Bên cạnh đó, việc quản lý lỏng lẻo thời gian qua đã dẫn đến việc người dân tự ý coi rới, lấn chiếm mặt bằng, làm phức tạp thêm quá trình giải phóng mặt bằng, khó khăn trong việc tính toán đền bù và giải quyết các quyền lợi hợp pháp.

## 5. KẾT LUẬN

Sự tồn tại của các chung cư quá niên hạn sử dụng, hư hỏng nghiêm trọng sẽ gây ảnh hưởng đến quy hoạch, kiến trúc đô thị và việc để người dân tiếp tục sinh sống tại đây chứa đựng nhiều rủi ro có khả năng xảy ra những sự cố nguy hiểm đến sức khỏe, tính mạng của những hộ dân sống trong khu chung cư đó và gây ảnh hưởng đến công tác quản lý kinh tế - xã hội của khu vực. Tuy nhiên, việc thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư thường gặp nhiều khó khăn, dẫn đến sự chậm trễ trong quá trình triển khai. Xuất phát từ thực trạng thực hiện các dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư tại TP.HCM, nghiên cứu này tập trung xác định và phân tích các rào cản thực hiện dự án cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư.

Nghiên cứu đã chỉ ra rằng các dự án Cải tạo, xây dựng lại CCC gặp rất nhiều rào cản. Nghiên cứu đã xác định 12 rào cản chính trong việc thực hiện các dự án Cải tạo, xây dựng lại CCC tại TP.HCM. Các rào cản này được chia làm ba nhóm đó là (1) Rào cản về pháp lý, (2) Rào cản về tài chính, và (3) Rào cản về cộng đồng.

Các cơ quan quản lý nhà nước, chủ đầu tư, cư dân có thể tham khảo nghiên cứu này để xác định được các rào cản chính ảnh hưởng đến tiến độ và sự thành công của các dự án cải tạo, xây dựng lại CCC tại TP. HCM.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Duy Bách (2015), Cải tạo xây dựng lại nhà chung cư cũ ở Hà Nội hiện nay: Thực trạng và giải pháp, Luận văn thạc sĩ Kinh tế, Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [2] Lâm Thành Đức (2018), Cải thiện sinh kế bền vững khi thực hiện di dời, giải tỏa, tái định cư để cải tạo, xây mới các chung cư xuống cấp - Nghiên cứu tại chung cư Cỏ Giàng - quận 1, Luận văn thạc sĩ kinh tế, Đại học Kinh tế TP.HCM.
- [3] Zach Mortice (2022), Một quốc gia đang cải tạo, <https://www.bloomberg.com/news/features/2022-10-19/builders-and-architects-ride-a-renovation-wave-in-us>.
- [4] Cao ủy châu Âu (2020), Chiến lược cải tạo dài hạn, [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/long-term-renovation-strategies\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/long-term-renovation-strategies_en).
- [5] Andreas Rüdinger (2021), Cải tạo các tòa nhà ở Đức: câu chuyện thành công hay thất bại tiềm ẩn?, <https://energypost.eu/buildings-renovation-in-germany-success-story-or-potential-failure/>.

# Ứng xử sàn bê tông cốt thép gia cường bằng vật liệu dán bề mặt FRP

## Behavior of reinforced concrete slab strengthened with fiber reinforced polymer (FRP) laminates

> **NGUYỄN THỊ THANH, PHẠM VIỆT HÙNG\***

Khoa Cơ khí và Công nghệ, Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế

\*Email: [phamviethung@huaf.edu.vn](mailto:phamviethung@huaf.edu.vn)

### TÓM TẮT

Gia cường sàn bê tông cốt thép (BTCT) bằng vật liệu tổng hợp dán bề mặt FRP (Fiber Reinforced Polymer) được sử dụng phổ biến hiện nay. Tuy nhiên, do chưa có tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu, đây là rào cản lớn trong việc áp dụng vật liệu đó vào thực tiễn tại Việt Nam. Bởi thực tế, ứng xử của kết cấu sau khi gia cường rất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Rất khó kiểm soát trạng thái phá hủy của kết cấu sau gia cường, đặc biệt là trạng thái phá hoại giòn do phá hoại lớp keo dính bám hoặc bóc tách lớp bê tông bảo vệ. Do đó, việc nghiên cứu ứng xử của kết cấu sàn BTCT sau khi được gia cường về cả phương diện lý thuyết lẫn thực nghiệm là rất cần thiết. Trong bài báo này, kết quả phân tích mô hình số làm rõ ứng xử của sàn BTCT được gia cường bằng vật liệu tổng hợp FRP thông qua phân tích chi tiết về ứng suất, biến dạng và chuyển vị trong sàn. Cụ thể, khi tăng bề dày tấm gia cường, ứng suất, biến dạng và chuyển vị của sàn BTCT giảm xuống, mức độ giảm lần lượt là ứng suất từ 46.70% đến 74.78%, biến dạng từ 45.59% đến 73.56% và chuyển vị từ 14.32% đến 27.1%. Khi tăng cấp tải trọng, ứng suất, biến dạng và chuyển vị của sàn BTCT tăng lên, mức độ tăng lần lượt là ứng suất từ 13.36% đến 58.27%; biến dạng từ 14.47% đến 57.89% và chuyển vị từ 11.93% đến 47.70%.

**Từ khóa:** Gia cường; FRP; sàn bê tông cốt thép; ứng xử cơ học.

### ABSTRACT

The reinforced concrete (RC) slab strengthened with FRP sheets has been popular. The lack of design standards is a significant barrier for the extensive use of FRP for RC in Vietnam. The behavior of the structure depends on many factors. It is difficult to control the failure state of the structure after strengthening, especially brittle failure state due to destruction of the adhesive layer or removal of the protective concrete layer. It is necessary to study the behavior of reinforced concrete slab structure after being strengthened both theoretically and experimentally. In this paper, the results of numerical model analysis clarify the behavior of reinforced concrete slab with FRP slabs based on the analysis of stress, deformation and displacement of the slab. In detail, as increasing the thickness of the FRP sheets, the bending stress, deformation and displacement of the reinforced concrete floor decreased, the reduction of the bending stress from 46.70% to 74.78%, deformation from 45.59% to 73.56% and displacement from 14.32% to 27.1%, respectively. As increasing the load level of the slabs, the bending stress, deformation and displacement of the reinforced concrete floor increased, the the increase of the bending stress from 13.36% to 58.27%; deformation from 14.47% to 57.89% and displacement from 11.93% to 47.70%, respectively.

**Key words:** Strengthening, FRP; reinforced concrete slab; mechanical behavior.

### 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Kết cấu sàn BTCT được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng. Sau một thời gian khai thác và sử dụng khả năng chịu lực của sàn bị suy giảm do nhiều nguyên nhân như tác động của môi trường, sự thay đổi về công năng sử dụng như nâng chiều cao, mở rộng mặt bằng, lắp đặt thêm thiết bị làm gia tăng tải trọng tác dụng lên sàn. Để đảm bảo an toàn và nâng cao hiệu quả sử dụng thay vì xây mới phương pháp gia cường được áp dụng và ngày càng cấp thiết với nhiều công trình hiện nay.

Có nhiều phương pháp gia cường kết cấu công trình sàn BTCT

được ứng dụng thực tế ở nước ta như: phương pháp sử dụng loại vật liệu sợi tổng hợp dán bề mặt FRP (Fiber-Reinforced Polymer), phương pháp mở rộng tiết diện, phương pháp dùng dán bản thép hoặc phương pháp dùng cáp dự ứng lực căng ngoài. So sánh với các phương pháp gia cường truyền thống, phương pháp sử dụng vật liệu tổng hợp dán bề mặt FRP để gia cường sàn BTCT có nhiều ưu điểm như: thi công nhanh chóng; vừa tăng cường khả năng chịu lực của sàn vừa bảo vệ BTCT; không cần phải đập phá kết cấu; không cần sử dụng cốt pha; đảm bảo giữ nguyên hình dạng kết cấu cũ; không dùng hoạt động khi thi công; cách điện, chịu nhiệt tốt, bền theo thời gian.

Nhằm tăng cường sức kháng uốn của sàn BTCT, vật liệu FRP dán bề mặt chịu kéo sàn BTCT ngày càng được sử dụng nhiều tại Việt Nam. Tuy nhiên, ứng xử của kết cấu sau khi được gia cường rất phức tạp do sự phân phối lại nội lực khi chịu tải của kết cấu và phụ thuộc vào trạng thái làm việc trước đó của kết cấu. Sự có mặt của tấm gia cường làm thay đổi trạng thái phá hoại của tấm uốn, đặc biệt sự phá hủy có thể xuất hiện do sự không dính bám giữa bản bê tông và vật liệu dán bề mặt FRP hay do sự bong bật của lớp bê tông bảo vệ...

Các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm trước đây về hiệu quả giải pháp gia cường kết cấu sàn với các tấm composite đã được thực hiện. Theo nghiên cứu của Sheikh [1] chỉ ra tấm vật liệu sợi carbon và sợi thủy tinh tăng cường đáng kể (khoảng 150%) về độ bền uốn. Theo Ayman S. Mosallam và Khalid M. Mosalam [2] việc sử dụng tấm FRP dẫn đến tăng đáng kể khả năng chịu tải của kết cấu sàn (lên đến 500%) so với sàn không gia cường và 200% đối với sàn được gia cường bằng tấm thép.

Tác giả Ola Enochsson [3] đã nghiên cứu thực nghiệm gia cường tấm CFRP với các tấm sàn có và không có lỗ mở. Kết quả chỉ ra rằng, đối với CFRP tấm tăng cường, khả năng chịu tải tăng lên từ 24% đến 125% so với bản sàn có lỗ mở, và từ 22% đến 110% so với sàn không lỗ mở.

Theo kết quả nghiên cứu của Fahmy A. Fathelbab [4], việc sử dụng các tấm CFRP gắn vào chiều dài bản sàn làm tăng khả năng chịu tải cuối cùng từ 79.8% đến 107.7% tùy thuộc vào số lượng các tấm sử dụng. Bên cạnh đó độ dẻo sàn tăng lên đáng kể và cho thấy rằng có sự mở rộng của của các vết nứt cho đến khi bị phá hoại.

Nhóm tác giả Wissam D. Salman [5] đã nghiên cứu thực nghiệm ứng xử uốn của sàn BTCT một phương có lỗ mở bằng cách sử dụng tấm CFRP tăng cường. Kích thước, hình dạng của lỗ mở, chiều dài và chiều rộng của tấm CFRP là các thông số chính được xem xét. Ứng xử của các mẫu thí nghiệm được đánh giá bằng sự hình thành vết nứt, mô hình vết nứt, độ võng, tải trọng cuối cùng và mô hình phá hoại. Nghiên cứu chỉ ra rằng việc gia cường sàn bằng tấm CFRP làm tăng khả năng chịu tải cuối cùng từ 24% đến 92%; giảm độ võng sàn khoảng 47% đến 62%; giảm biến dạng nén bê tông 30% đến 56%; tăng tải trọng gây xuất hiện vết nứt khoảng 74% đến 88% và giảm chiều rộng vết nứt khoảng 86 đến 95% so với ô sàn một phương không gia cường.

Theo nghiên cứu của Nguyễn Thành Công [6], kết quả chỉ ra sức chịu tải của kết cấu bản được gia cường bằng lớp vật liệu composite được tăng lên khoảng 200%. Kết quả thí nghiệm cho thấy toàn bộ các bản được gia cường bị phá hoại do sự bong bật của lớp gia cường tại vị trí có mô men và lực cắt tương đối lớn.

Nghiên cứu về ứng xử của kết cấu sau khi gia cường vẫn còn nhiều thách thức, đặc biệt là về các trạng thái phá hủy của kết cấu mới thường đột ngột (phá hoại giòn do phá hoại lớp keo dính bám hoặc bóc tách lớp bê tông bảo vệ) nên việc kiểm soát ứng xử của kết cấu vẫn còn khó khăn. Cho tới nay, chỉ có rất ít nghiên cứu liên quan đến vấn đề này. Việc xác định được ứng xử này một cách đầy đủ vẫn còn là bài toán khó.

Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu về ứng xử của sàn BTCT được gia cường bằng vật liệu dán bề mặt FRP cho một công trình cụ thể có sự gia tăng tải trọng tác dụng. Phạm vi nghiên cứu giới hạn với sàn BTCT trong công trình dân dụng có thay đổi công năng. Với mục đích phân tích, đánh giá ứng xử cơ học khác nhau giữa sàn không gia cường và được gia cường cùng sự đóng góp của tấm FRP trong việc gia tăng khả năng chịu tải. Từ kết quả phân tích mô hình số mô phỏng bằng phần mềm Etabs 2017, các kết quả cụ thể về ứng suất, biến dạng và chuyển vị trong sàn BTCT sẽ được phân tích để làm rõ ứng xử cơ học của bản sàn BTCT sau gia

cường bằng vật liệu dán bề mặt FRP.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu FRP

#### 2.1.1. Giới thiệu về vật liệu FRP

Vật liệu FRP là một dạng vật liệu tổng hợp được chế tạo từ các vật liệu sợi, trong đó có ba loại vật liệu sợi thường được sử dụng là sợi các bon CFRP, sợi thủy tinh GFRP và sợi aramid AFRP. Đặc tính của các loại sợi này là có cường độ chịu kéo rất cao, mô đun đàn hồi rất lớn, trọng lượng nhỏ, khả năng chống mài mòn cao, cách điện, chịu nhiệt tốt, bền theo thời gian. Vật liệu FRP dùng trong xây dựng thường có dạng tấm, dạng thanh, dạng cáp, dạng vãi, dạng cuộn... Trong sửa chữa và gia cố công trình xây dựng thường dùng các loại FRP dạng tấm và dạng vãi. Trong số các vật liệu tổng hợp dùng để gia cường kết cấu bằng bê tông cốt thép thì vật liệu tấm sợi các bon CFRP được sử dụng rộng rãi hơn do vật liệu này có các đặc tính tốt hơn so với hai vật liệu còn lại.

#### 2.1.2. Tính chất cơ lý của vật liệu FRP

##### a. Khối lượng riêng

Vật liệu FRP có khối lượng riêng trong khoảng từ 1.2 tới 2.1 g/cm<sup>3</sup>, nhỏ hơn thép từ 4 đến 6 lần tùy thuộc vào loại cốt sợi hoặc chất độn (Bảng 1). Với đặc điểm khối lượng riêng nhỏ vật liệu FRP giúp giảm giá thành vận chuyển, giảm phần tĩnh tải gia tăng của kết cấu và vật liệu có thể dễ dàng xử lý và thi công ở công trường.

Bảng 1. Khối lượng riêng của các loại vật liệu composite, (g/cm<sup>3</sup>) [7]

Cốt sợi thủy tinh	Cốt sợi các bon	Cốt sợi aramid	Thép
1.2 ÷ 2.1	1.5 ÷ 1.6	1.2 ÷ 1.5	7.9

##### b. Hệ số giãn nở nhiệt

Hệ số giãn nở nhiệt của vật liệu FRP khác nhau theo phương dọc và ngang tùy thuộc vào loại cốt sợi, loại nhựa nền, cách dệt và tỷ lệ cốt sợi (Bảng 3).

Bảng 2. Hệ số giãn nở nhiệt của các loại vật liệu composite [7]

Chiều	Hệ số giãn nở nhiệt (×10 <sup>-6</sup> /°C)		
	GFRP	CFRP	AFRP
Theo chiều dọc α <sub>L</sub>	6÷10	-1÷0	-6 ÷-2
Theo chiều ngang α <sub>T</sub>	19÷23	22÷50	60÷80

Ghi chú: đây là các giá trị điển hình đối với hàm lượng thể tích cốt sợi thay đổi trong phạm vi 0.5 tới 0.7 [7].

##### c. Đặc tính cơ học

Vật liệu tổng hợp FRP là vật liệu dị hướng, có tính chất thay đổi theo hướng sợi. Các tính chất cơ học của vật liệu phụ thuộc vào cấu tạo hỗn hợp như hướng phân bố cốt sợi, độ dày, số lượng các lớp sợi gia cố cũng như khối lượng hỗn hợp.

\* Cường độ chịu kéo: Ứng xử kéo của vật liệu này được biểu diễn bằng quan hệ tuyến tính giữa ứng suất - biến dạng đến khi bị phá hoại, và trong trường hợp này sự phá hoại là đột ngột và giòn. Cường độ chịu kéo của vật liệu cốt sợi composite phụ thuộc vào nhiều tham số như: kiểu cốt sợi, chiều sắp xếp của cốt sợi, lượng cốt sợi và phương pháp cũng như điều kiện chế tạo cốt sợi.

\* Mô đun đàn hồi: mô đun đàn hồi của vật liệu FRP cốt sợi thủy tinh trong các cấu kiện xây dựng thường thấp hơn so với thép hoặc nhôm. Tuy nhiên, vật liệu FRP sợi carbon nếu cần có thể được chế tạo có mô đun đàn hồi tương đương với thép hoặc nhôm. Mô đun sợi riêng, hướng sợi trong các lớp, khối lượng sợi (so với nhựa) và độ dày các lớp sẽ ảnh hưởng đến giá trị mô đun đàn hồi và trở nên quan trọng trong việc lựa chọn vật liệu cho các thiết kế.

Các đặc tính kỹ thuật của tấm CFRP có trên thị trường tổng hợp ở Bảng 3.

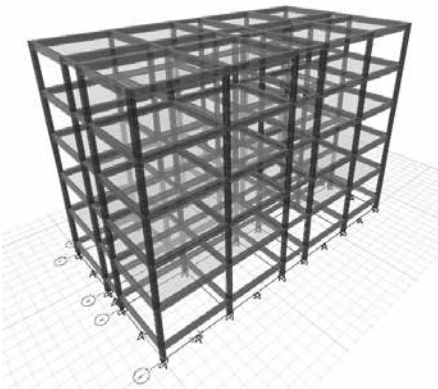
Bảng 3. Đặc tính kỹ thuật của tấm CFRP có trên thị trường [8]

Mật độ sợi (g/m)	Độ dày (mm)	Cường độ chịu kéo (MPa)	Mô đun đàn hồi (GPa)	Độ giãn dài (%)	Khổ tấm (cm)
200	0.111	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	10,15,20,25,30,33,50,60
230	0.127	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	
300	0.167	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	
400	0.222	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	
450	0.250	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	
530	0.294	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	
600	0.333	3200÷ 3400	220÷240	1.6÷1.8	

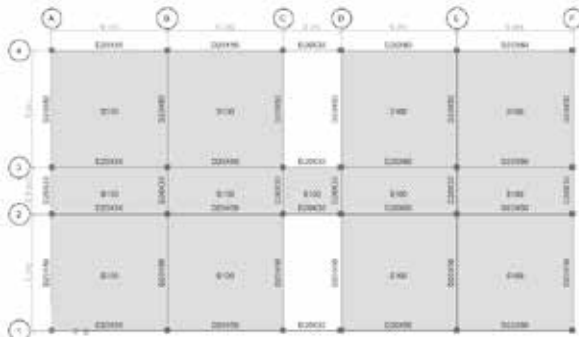
Ghi chú: Thông số ở Bảng 3 cho vật liệu CFRP nhập khẩu từ Nhật Bản hoặc Trung Quốc

**2.2. Thông tin công trình**

Xét công trình 5 tầng, kết cấu khung BTCT. Chiều dày sàn  $h_s=100\text{mm}$ . Chịu tác dụng của tĩnh tải bao gồm trọng lượng bản sàn BTCT  $g_{bt}$ , trọng lượng các lớp cấu tạo sàn  $g_s=200\text{ daN/m}^2$ , hoạt tải sử dụng  $q_1=600\text{ daN/m}^2$  (tầng 2, do thay đổi công năng sử dụng), các tầng còn lại  $q_1=200\text{ daN/m}^2$ . Vật liệu sử dụng là bê tông B25, cốt thép sàn CB300-V.



a) Phối cảnh kết cấu công trình bằng phần mềm Etabs 2017



b) Mặt bằng sàn tầng 2

Hình 1. Mô hình sàn BTCT bằng phần mềm phân tích kết cấu Etabs v.17

**2.3. Các trường hợp mô phỏng**

Trong nghiên cứu này, hai mô hình kết cấu sàn không gia cường và có gia cường được xem xét với các đặc điểm cụ thể như sau:

- Trường hợp kết cấu sàn không gia cường (KGC)
- Trường hợp kết cấu sàn gia cường:
  - + Thay đổi chiều dày tấm FRP gia cường lần lượt 0.165 mm; 0.33 mm; 0.66 mm; 1.02 mm
  - + Gia cường 01 lớp FRP dày 0.33 mm cho sàn tầng 2 trong đó xét đến các trường hợp thay đổi tải trọng tác dụng

Trong đó, điều kiện chịu tải cơ bản là tổ hợp tải trọng gồm tĩnh tải và hoạt tải phân bố đều trên diện tích.

**2.4. Mô hình vật liệu gia cường FRP**

Vật liệu FRP được định nghĩa là vật liệu dị hướng, có mô hình vật liệu được mô tả bằng đường đặc tính quan hệ ứng suất - biến dạng là tuyến tính. Các thông số vật liệu và tiết diện tấm vật liệu FRP được lấy từ kết quả tổng hợp các đặc tính của vật liệu FRP [7] và được khai báo như Bảng 4.

Bảng 4. Thông số vật liệu FRP gia cường [7]

1	Tên vật liệu	FRP
2	Dạng vật liệu	Dị hướng
3	Khối lượng riêng	16 kN/m <sup>3</sup>
4	Mô đun đàn hồi	
	E1	227527 MPa
	E2	23000 MPa
	E3	23000 MPa
5	Mô đun cắt	
	G12	6900 MPa
	G13	6900 MPa
	G23	4200 MPa
6	Hệ số giãn nở nhiệt	
	A1	0.0000099 1/°C
	A2	0.0000099 1/°C
	A3	0.0000099 1/°C
7	Hệ số Poatxong	
	U12	0.3
	U13	0.25
	U23	0.25

**2.5. Phương pháp mô phỏng tiết diện sàn BTCT gia cường**

Tiết diện sàn gia cường FRP được mô phỏng dạng layered (bao gồm 2 lớp), cụ thể:

Lớp 1: Sàn BTCT dày 100mm

Lớp 2: Tấm FRP có bề dày theo các trường hợp xem xét.

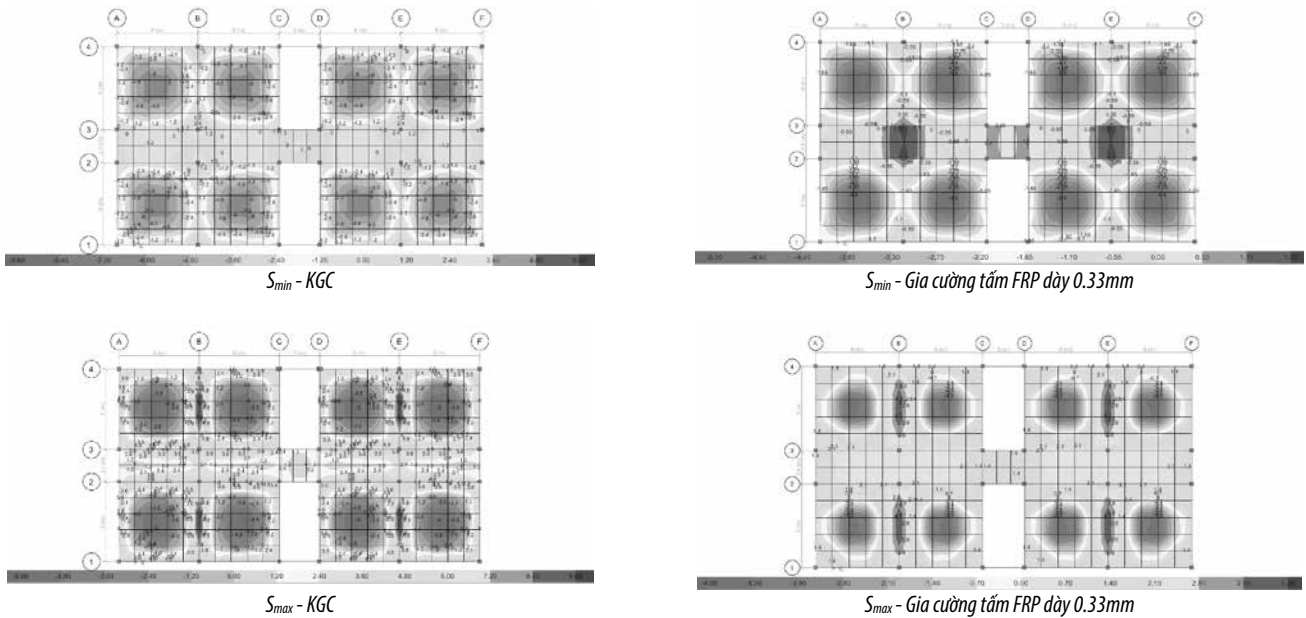
Bảng 5. Khai báo thông số tiết diện sàn gia cường FRP trong phần mềm Etabs 2017

Tên lớp	Khoảng cách (mm)	Chiều dày (mm)	Dạng mô phỏng	Vật liệu	Tính chất	Tiết diện mô phỏng
BTCT	0	100	Tấm	B25	Tuyến tính	
FRP	-50.165	0.33	Tấm	FRP	Tuyến tính	

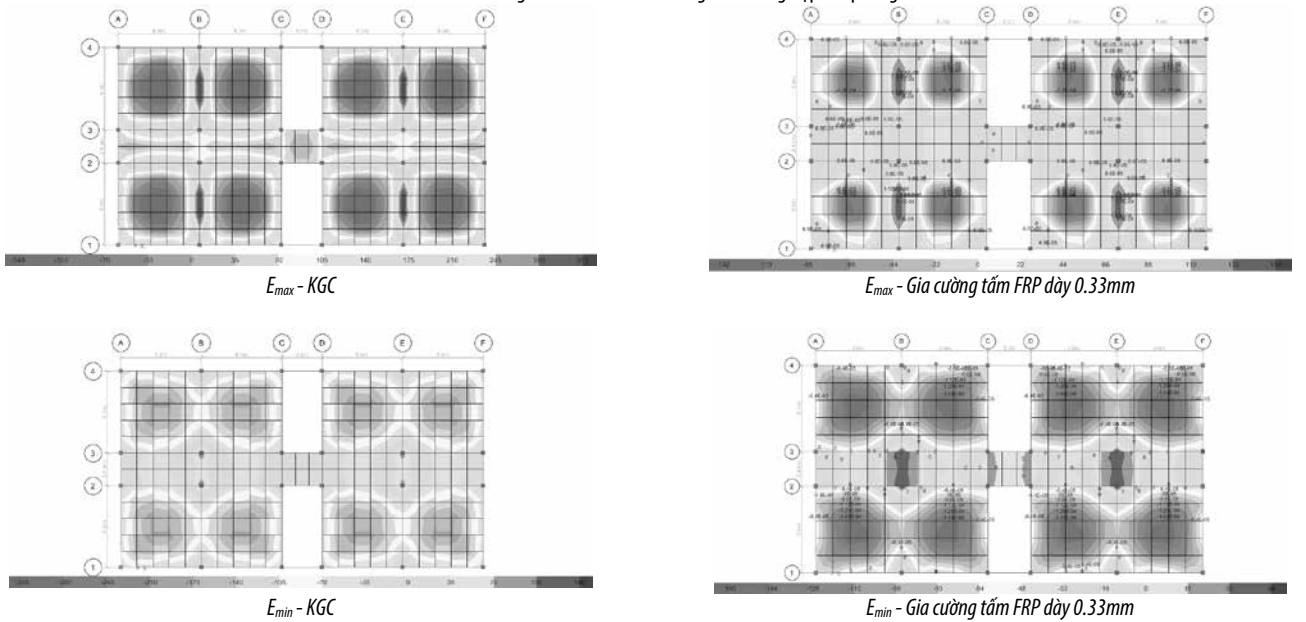
**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

**3.2. Ứng suất, biến dạng trong bê tông sàn**

Kết quả phân tích ứng suất và biến dạng kết cấu sàn BTCT trong các trường hợp không gia cường và trường hợp gia cường với các giá trị tải trọng thay đổi, các trường hợp gia cường với chiều dày tấm FRP khác nhau thể hiện ở Hình 2 và Hình 3. Để đánh giá hiệu quả của gia cường vật liệu FRP, kết quả so sánh ứng suất, biến dạng bản sàn trong các trường hợp mô phỏng được thể hiện trên Bảng 6.



Hình 2. Phổ ứng suất bản sàn BTCT trong hai trường hợp mô phỏng



Hình 3. Phổ biến dạng trong sàn trong hai trường hợp mô phỏng

Bảng 6. Giá trị ứng suất, biến dạng sàn BTCT trong các trường hợp tải trọng tác dụng khác nhau

Tầng xét	Trường hợp tải q (daN/m <sup>2</sup> )	S <sub>max</sub>	S <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	E <sub>min</sub>	ΔS <sub>max</sub> (%)	ΔS <sub>min</sub> (%)	ΔE <sub>max</sub> (%)	ΔE <sub>min</sub> (%)
Tầng 2	q=900	3.36	202.67	0.000108	0.00012	54.84	58.27	56.52	57.89
Tầng 2	q=800	3.06	184.01	0.000098	0.000109	41.01	43.70	42.03	43.42
Tầng 2	q=700	2.76	156.36	0.000088	0.000098	27.19	22.11	27.54	28.95
Tầng 2	q=600	2.46	146.71	0.000079	0.000087	13.36	14.57	14.49	14.47
Tầng 2	q=500	2.17	128.05	0.000069	0.000076				

Bảng 7. Giá trị ứng suất, biến dạng trong sàn BTCT trong các trường hợp gia cường với chiều dày khác nhau

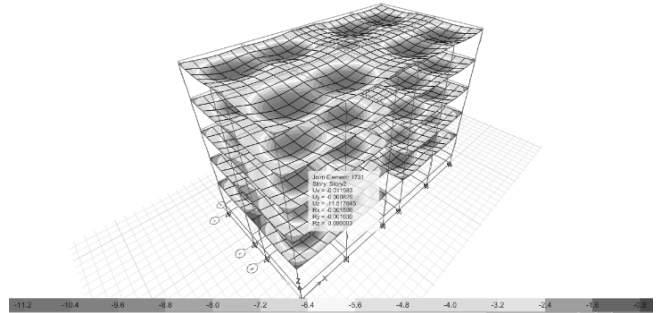
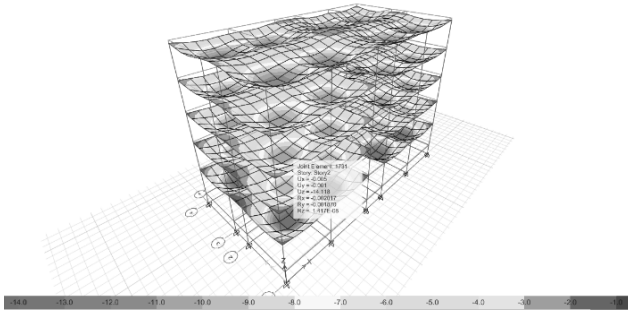
Tầng xét	Trường hợp	S <sub>max</sub>	S <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	E <sub>min</sub>	ΔS <sub>max</sub> (%)	ΔS <sub>min</sub> (%)	ΔE <sub>max</sub> (%)	ΔE <sub>min</sub> (%)
Tầng 2	KGC	10.35	7.28	0.000348	0.000204				
Tầng 2	0.165mm	3.38	3.77	0.0001	0.000106	-67.34	-48.21	-71.26	-48.04
Tầng 2	0.33mm	3.06	3.8	0.000098	0.000107	-73.91	-47.80	-71.84	-47.55
Tầng 2	0.66mm	2.7	3.84	0.000095	0.000109	-73.91	-47.25	-72.70	-46.57
Tầng 2	1.02mm	2.61	3.88	0.000092	0.000111	-74.78	-46.70	-73.56	-45.59

Kết quả cho thấy, ứng suất và biến dạng cuối cùng của sàn BTCT được gia cường đều nhỏ hơn so với trường hợp không gia cường, mức độ giảm ứng suất lên tới 74.78%, mức độ giảm biến dạng lên tới 73.56%. Khi tăng bề dày tấm gia cường ứng suất và biến dạng của sàn BTCT giảm xuống, mức độ giảm ứng suất từ 46.70% đến 74.78%, mức độ giảm biến dạng từ 45.59% đến 73.56%. Đồng thời kết quả phân tích cũng cho thấy, ứng suất và biến dạng của bản sàn được gia cường tăng theo sự gia tăng cấp tải trọng, mức tăng ứng suất từ 13.36% đến 58.27%; mức tăng biến

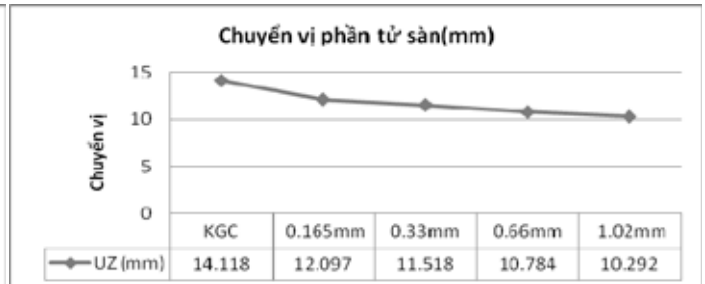
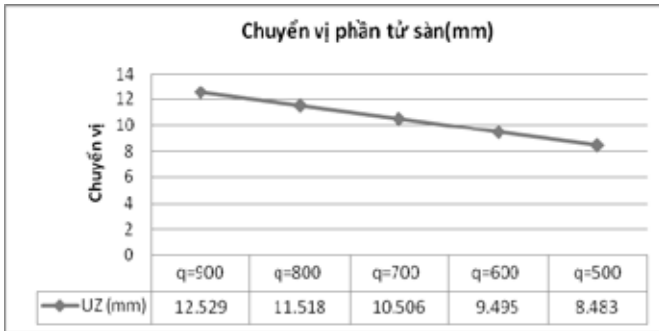
dạng từ 14.47% đến 57.89%.

**3.3. Chuyển vị sàn**

Xét chuyển vị thẳng đứng theo phương Z của sàn trong các trường hợp không gia cường và trường hợp gia cường với các giá trị tải trọng thay đổi, các trường hợp gia cường với chiều dày tấm FRP khác nhau, giá trị chuyển vị của phần tử 1731 (thuộc sàn tầng 2) trong các trường hợp được xác định như trên Bảng 8 và Bảng 9.



Hình 4. Phổ chuyển vị theo phương thẳng đứng trong sàn



a) Đồ thị biểu diễn chuyển vị của sàn theo cấp tải trọng

b) Đồ thị biểu diễn chuyển vị của sàn theo bề dày tấm FRP

Hình 5. Đồ thị biểu diễn chuyển vị của sàn trong các trường hợp mô phỏng

Bảng 8. Chuyển vị sàn trong các trường hợp tải trọng thay đổi

Tầng xét	Phần tử xem xét	Trường hợp tải q (daN/m²)	U <sub>z</sub> (mm)	ΔU <sub>z</sub> (%)
Tầng 2	1731	q=900	-12.529	47.70
Tầng 2	1731	q=800	-11.518	35.78
Tầng 2	1731	q=700	-10.506	23.85
Tầng 2	1731	q=600	-9.495	11.93
Tầng 2	1731	q=500	-8.483	

Từ kết quả tổng hợp ở Bảng 8 và Bảng 9, đồ thị biểu diễn chuyển vị của sàn theo cấp tải trọng và bề dày tấm FRP như sau (hình 5):

Kết quả cho thấy, chuyển vị thẳng đứng của sàn trong trường hợp sàn được gia cường FRP nhỏ hơn so với trường hợp không gia cường, mức giảm từ 14.32% đến 27.1% tùy thuộc vào độ dày tấm FRP sử dụng. Đồng thời kết quả phân tích cũng cho thấy, chuyển vị của sàn được gia cường tăng theo sự gia tăng cấp tải trọng, mức

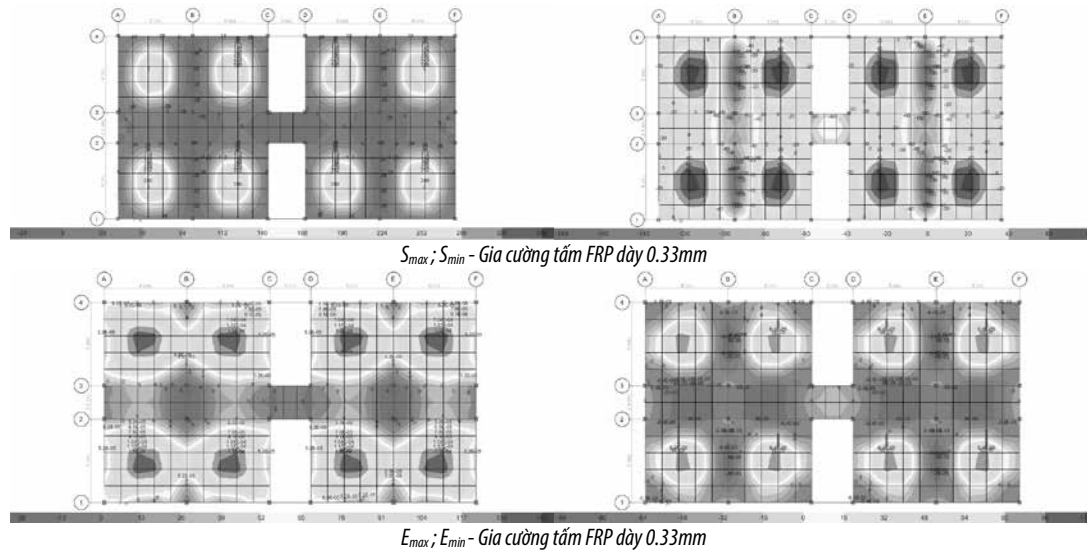
tăng từ 11.93% đến 47.70%.

Bảng 9. Chuyển vị sàn các trường hợp không gia cường và gia cường với chiều dày tấm FRP khác nhau

Tầng xét	Phần tử xem xét	Chiều dày tấm FRP	U <sub>z</sub> (mm)	ΔU <sub>z</sub> (%)
Tầng 2	1731	Không gia cường (KGC)	-14.118	
Tầng 2	1731	0.165mm	-12.097	-14.32
Tầng 2	1731	0.33mm	-11.518	-18.42
Tầng 2	1731	0.66mm	-10.784	-23.62
Tầng 2	1731	1.02mm	-10.292	-27.10

**3.4. Ứng suất - biến dạng trong FRP**

Kết quả phân tích phổ ứng suất và phổ biến dạng của tấm FRP trong các trường hợp tải trọng tác dụng và chiều dày gia cường khác nhau được thể hiện lần lượt trên Hình 6. Chi tiết kết quả giá trị ứng suất và biến dạng trong vật liệu FRP được thể hiện trên Bảng 10 và Bảng 11.



Hình 6. Phổ ứng suất và biến dạng trong tấm FRP

Bảng 10. Giá trị ứng suất, biến dạng của tấm FRP trong các trường hợp tải trọng

Tầng xét	Trường hợp tải q (daN/m <sup>2</sup> )	S <sub>max</sub>	S <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	E <sub>min</sub>	ΔS <sub>max</sub> (%)	ΔS <sub>min</sub> (%)	ΔE <sub>max</sub> (%)	ΔE <sub>min</sub> (%)
Tầng 2	q=900	351.56	201.71	0.000172	0.00012	54.83	58.27	54.95	57.89
Tầng 2	q=800	320.44	184.01	0.000156	0.000109	41.13	44.38	40.54	43.42
Tầng 2	q=700	289.31	164.58	0.000141	0.000098	27.42	29.13	27.03	28.95
Tầng 2	q=600	258.18	146.01	0.000126	0.000087	13.71	14.56	13.51	14.47
Tầng 2	q=500	227.06	127.45	0.000111	0.000076				

Bảng 11. Giá trị ứng suất và biến dạng trong tấm FRP với chiều dày gia cường khác nhau

Tầng xét	Chiều dày tấm FRP	S <sub>max</sub>	S <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	E <sub>min</sub>	ΔS <sub>max</sub> (%)	ΔS <sub>min</sub> (%)	ΔE <sub>max</sub> (%)	ΔE <sub>min</sub> (%)
Tầng 2	0.165mm	377.8	235.3	0.000169	0.000135				
Tầng 2	0.33mm	320.44	184.01	0.000156	0.000109	-15.18	-21.80	-7.69	-19.26
Tầng 2	0.66mm	248.07	133.89	0.000141	0.000088	-34.34	-43.10	-16.57	-34.81
Tầng 2	1.02mm	200.83	109.09	0.00013	0.000084	-46.84	-53.64	-23.08	-37.78

Kết quả cho thấy, ứng suất và biến dạng trong tấm FRP giảm xuống khi tăng bề dày tấm gia cường, mức giảm ứng suất từ 15.18% đến 53.64%, mức giảm biến dạng từ 7.69% đến 37.78%. Đồng thời kết quả phân tích cũng cho thấy, ứng suất và biến dạng của tấm FRP được gia cường tăng theo sự gia tăng cấp tải trọng, mức độ tăng ứng suất từ 13.71% đến 58.27%, mức độ tăng biến dạng từ 13.51% đến 57.89%.

#### 4. KẾT LUẬN

Căn cứ kết quả đạt được từ nghiên cứu này, một số kết luận được rút ra như sau:

Giá trị ứng suất, biến dạng và chuyển vị cuối cùng trong cấu kiện được gia cường FRP là nhỏ hơn so với trường hợp không gia cường, mức độ giảm ứng suất lên tới 74.78%, mức độ giảm biến dạng lên tới 73.56%.

Khi tăng bề dày tấm gia cường ứng suất và biến dạng của sàn BTCT giảm xuống, mức độ giảm ứng suất từ 46.70% đến 74.78%, mức độ giảm biến dạng từ 45.59% đến 73.56%. Bên cạnh đó, ứng suất và biến dạng của bản sàn được gia cường tăng theo sự gia tăng cấp tải trọng, mức tăng ứng suất từ 13.36% đến 58.27%; mức tăng biến dạng từ 14.47% đến 57.89%.

Khi tăng bề dày tấm gia cường chuyển vị của sàn giảm, mức giảm từ 14.32% đến 27.1% tùy thuộc vào độ dày tấm FRP sử dụng. Mặt khác, chuyển vị của sàn được gia cường tăng theo sự gia tăng cấp tải trọng, mức tăng từ 11.93% đến 47.70%.

Ứng suất và biến dạng trong tấm FRP giảm xuống khi tăng bề dày tấm gia cường, mức giảm ứng suất từ 15.18% đến 53.64%, mức giảm biến dạng từ 7.69% đến 37.78%. Bên cạnh đó, ứng suất và biến dạng

của tấm FRP được gia cường tăng theo sự gia tăng cấp tải trọng, mức độ tăng ứng suất từ 13.71% đến 58.27%, mức độ tăng biến dạng từ 13.51% đến 57.89%.

Các kết quả trên chứng minh tính hiệu quả của phương pháp gia cường này trong việc tăng cường khả năng chịu uốn và giảm độ võng của sàn BTCT.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Sheikh, SA. Performance of concrete structures retrofitted with fibre reinforced polymers. Journal of Engineering Structures, (24), 2002, 869-879.
- [2]. Ayman S. Mosallam, Khalid M. Mosalam. Strengthening of two-way concrete slabs with FRP composite laminates. Construction and Building Materials, (17), 2003, 43-54.
- [3]. Ola Enochsson, Joakim Lundqvist, Bjo m Taljsten, Piotr Rusinowski, Thomas Olofsson. FRP strengthened openings in two-way concrete slabs - An experimental and numerical study. Construction and Building Materials, (21), 2007, 810-826.
- [4]. Fahmy A. Fathelbab, Mostafa S. Ramadan, Ayman Al-Tantawy. Strengthening of RC bridge slabs using CFRP sheets. Alexandria Engineering Journal, (53), 2014, 843 - 854.
- [5]. Wissam D. Salman, Ahmed Abdullah Mansor and Mohammed Mahmood. Behavior of reinforced concrete one-way slabs strengthened by CFRP sheets in flexural zone. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). Volume 9, Issue 10, October 2018, pp. 1872-1881.
- [6]. Nguyễn Thành Công, Nguyễn Chí Thanh, Phạm Thị Thu Thủy, Vũ Văn Thành. Nghiên cứu thực nghiệm ứng xử uốn của bản bê tông cốt thép gia cường bằng tấm cốt sợi tổng hợp. Tạp chí khoa học Việt Nam, (34), 2007, 56-61.
- [7]. American Concrete Institute. ACI 440.2R-17. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures. May - 2017.
- [8]. Công ty Tư vấn Xây dựng VNT Việt Nam. Gia cố kết cấu bằng tấm sợi carbon fiber - CFRP, khai thác từ http://www.giacoketcau.com.

# Ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia siêu dẻo polycarboxylate đến cường độ nén vữa xi măng chứa graphene

Effect of polycarboxylate superplasticiser content on the compressive strength of cement mortar containing graphene

> THS LÊ HOÀI BẢO<sup>1\*</sup>, TS NGÔ VĂN THỨC<sup>1</sup>, TS NGUYỄN VĂN XUÂN<sup>1</sup>, LÂM QUỐC ĐẠT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Xây dựng Miền Tây, \*Email: [lehoaibao@mtu.edu.vn](mailto:lehoaibao@mtu.edu.vn)

<sup>2</sup>SV Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

## TÓM TẮT

Graphene đã nhận được sự chú ý lớn với vai trò là chất lấp đầy kích thước nano trong vật liệu gốc xi măng. Tuy nhiên, graphene dễ dàng kết tụ trong môi trường kiềm của xi măng và khả năng phân tán kém, dẫn đến làm giảm đặc tính có lợi của nó đối với vật liệu gốc xi măng. Bài báo này, nhóm tác giả trình bày ảnh hưởng của phương pháp bổ sung phụ gia siêu dẻo polycarboxylate đến sự phân tán của dung dịch graphene thông qua cường độ nén của vữa xi măng. Tỷ lệ polycarboxylate trên xi măng được lựa chọn thay đổi từ 0 đến 4. Kết quả cho thấy polycarboxylate có ảnh hưởng tích cực đến sự phân tán của graphene, hàm lượng polycarboxylate tối ưu khi polycarboxylate/xi măng = 4.

**Từ khóa:** Graphene oxit; phụ gia siêu dẻo polycarboxylate; cường độ; vữa xi măng.

## ABSTRACT

Graphene oxide (GO) has received great attention as a nanosized reinforcing agent in cement-based materials. However, GO easily aggregates in an alkaline cement matrix and suffers from poor dispersibility, which reduces the beneficial effect on the final properties of cement composites. This paper presents the effect of polycarboxylate superplasticizer addition method on the dispersion of graphene solution through compressive strength of cement mortar. The selected polycarboxylate to cement ratio varies from 0 to 4. The results show that polycarboxylate has a positive effect on the dispersion of graphene, the polycarboxylate content is optimal when polycarboxylate/cement = 4.

**Keywords:** Graphene oxide; polycarboxylate superplasticiser; strength; cement mortar.

## 1 GIỚI THIỆU

Bê tông xi măng là vật liệu được sử dụng rộng rãi trong kết cấu xây dựng do có chi phí thấp và cường độ nén cao. Tuy nhiên phạm vi ứng dụng của bê tông đôi khi bị hạn chế do đặc tính giòn và dễ nứt [1]. Sự phát triển nhanh chóng của vật liệu nano đã mở ra những cách tiếp cận hiệu quả để cải thiện hiệu suất của vật liệu gốc xi măng [2]. Vật liệu nano có thể được chia thành ba loại dựa trên quy mô hoặc hình thái không gian khác nhau: không chiều (0D) - đại diện là nano-silica, một chiều (1D) - đại diện là ống nano carbon và hai chiều (2D) - đại diện là graphene (GP). Graphene oxit (GO) là một vật liệu nano hai chiều được hình thành bởi quá trình oxy hóa graphene. Các nhóm chức như hydroxyl, carboxyl và epoxy trong cấu trúc GO có thể tương tác với hydrat xi măng giúp ổn định cấu trúc C-S-H và do đó làm tăng các đặc tính cơ học của vật liệu gốc xi măng [3]. Kết quả từ những nghiên cứu trước đây cho thấy hàm lượng GO tối ưu phổ biến được sử dụng trong khoảng từ 0,02-0,05% khối lượng xi măng [4].

Để GO phát huy hết vai trò trong việc gia cường vật liệu, GO cần được phân tán đồng đều trong hồ xi măng. Mặc dù GO có thể phân tán tốt trong nước nhưng là một trở ngại khi phân tán GO trong môi trường kiềm của hồ xi măng, GO dường như bị kết tụ ngay lập tức khi được đưa vào dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  [5]. Một số nghiên cứu cho rằng độ kiềm cao là yếu tố gây ra sự kết tụ của GO trong hồ xi măng vì GO trải qua quá trình oxy hóa khử nhanh chóng trong môi trường có tính kiềm cao [6]. Với việc loại bỏ các nhóm chức, lực đẩy tĩnh điện giữa các tấm GO giảm và tính kỵ nước tăng lên, dẫn đến sự kết tụ của GO. Sự kết tụ của GO trong môi trường kiềm của hồ xi măng không chỉ cản trở việc phát huy hết lợi ích của GO như một chất gia cường mà còn hình thành các vết nứt hoặc vùng yếu trong hồ xi măng [7]. Do đó, cần phát triển một số phương pháp để ngăn chặn GO kết tụ nhằm mở rộng khả năng ứng dụng của GO trong thực tế.

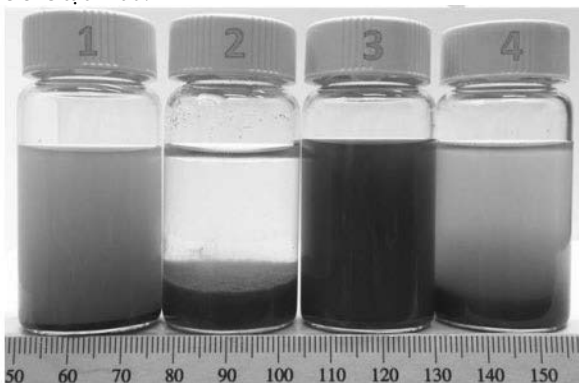
Một số phương pháp vật lý và hóa học đã được thử nghiệm để vật liệu nano có thể đồng nhất các vật liệu khác, chẳng hạn như trộn siêu thanh (ultrasonication), máy trộn cắt cao (high-shear mixing), khuấy điện từ (electromagnetic stirring), sử dụng chất hoạt động bề mặt và biến tính bề mặt [8]. Tuy nhiên, các phương pháp vật lý chỉ có thể cải thiện khả năng phân tán của GO trong nước mà không thể phân tán được trong dung dịch chứa  $\text{Ca}^{2+}$  do tương tác hóa học giữa các nhóm cacboxyl của GO và  $\text{Ca}^{2+}$ . Biến

tính bề mặt dựa vào việc gắn các nhóm chức lên bề mặt của GO hoặc tạo liên kết cộng hóa trị với các chất phân tán. Tuy nhiên, việc đưa các hóa chất vào có thể gây ra sự không tương thích với các phản ứng hydrat hóa. Hơn nữa, quá trình biến đổi hóa học rất phức tạp và tốn nhiều thời gian, đồng thời đòi hỏi các dụng cụ đắt tiền.

Các nghiên cứu gần đây đã chứng minh rằng sử dụng chất hoạt động bề mặt bằng phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate (PCE) có thể phân tán GO trong dung dịch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hoặc trong môi trường tạo ra bởi quá trình hydrat hóa xi măng [8]. Theo các nghiên cứu trước đây, tỷ lệ PCE:GO đóng một vai trò quan trọng trong việc phân tán GO. Nghiên cứu của Zhao và cs. [9] cho rằng GO không phân tán trong dung dịch xi măng khi PCE:GO = 1 (theo khối lượng), nhưng với PCE:GO tăng lên 2–5 (theo khối lượng), GO có thể phân tán tốt trong hồ xi măng. Tương tự, theo Wang và cs. [10] tỷ lệ PCE:GO = 3 được xem là tối ưu để phân tán GO tốt trong dung dịch kiềm. Khi hàm lượng PCE quá thấp, PCE không thể bao phủ hoàn toàn bề mặt của GO và không thể cung cấp một lực đẩy đủ để vượt qua lực Van der Waals giữa các tấm GO. Đối với tỷ lệ PCE:GO quá cao sẽ hình thành những vi hạt, kết quả là GO bị kết tụ. Trong khi đó, theo Yan và cs. [11], tỷ lệ PCE:GO tối ưu được tìm thấy trong nghiên cứu là 1:1. Có thể thấy tỷ lệ của PCE:GO còn tùy thuộc vào loại PCE và GO, do đó cần phải xác định tỷ lệ này cho mỗi nguyên liệu được sử dụng. Tại Việt Nam, các nghiên cứu về ứng dụng GO cho bê tông chưa được phổ biến. Nghiên cứu này góp phần xác định tỷ lệ PCE:GO để phục vụ cho những nghiên cứu tiếp theo về lĩnh vực sử dụng GO cho bê tông xi măng với nguồn vật liệu tại Việt Nam thông qua cường độ chịu nén của vữa xi măng.

## 2 TRÌNH TỰ TRỘN POLYCARBOXYLATE VỚI GRAPHENE OXIT

Trình tự trộn PCE, GO, nước và xi măng cần cũng được quan tâm. Hai trạng thái phân tán của GO có thể đạt được bằng cách thay đổi trình tự trộn: xi măng trộn với hỗn hợp PCE và GO, và PCE trộn với hỗn hợp xi măng và GO (xi măng trộn với GO trước). Loại thứ nhất có thể phân tán GO đồng đều trong khi loại thứ hai dẫn đến sự kết tụ của GO. Việc bổ sung PCE sau không thể phân tán GO vì tương tác hóa học nhanh giữa GO và các ion canxi ngay khi GO được trộn với xi măng [8]. Vì vậy, GO yêu cầu phải được PCE bảo vệ trước khi tiếp xúc với xi măng để tránh tương tác với  $\text{Ca}^{2+}$ . Quan sát Hình 1 có thể thấy được sự ảnh hưởng của trình tự trộn các nguyên liệu đến mức độ phân tán GO trong môi trường vữa xi măng. Có bốn cách trộn bao gồm: 1: PCE-xi măng; 2: GO-xi măng; 3: GO-PCE-xi măng; 4: GO-xi măng-PCE. Theo cách trộn thứ 3, việc trộn GO và PCE trước giúp GO phân tán tốt trong vữa xi măng, trong khi đó khi không có PCE, GO bị kết tụ một cách rõ ràng (cách trộn thứ 2). Do đó, trong nghiên cứu này sẽ sử dụng cách trộn thứ ba để chế tạo mẫu.



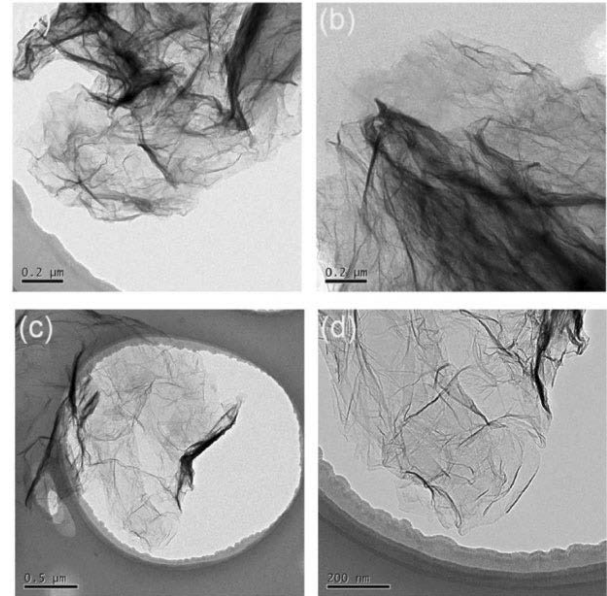
Hình 1. Ảnh hưởng của thứ tự trộn đến mức độ phân tán GO trong vữa xi măng [8]

## 3 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

### 3.1 Vật liệu

#### 3.1.1 Graphene

Ở cấp độ nano, GP có cấu trúc 2D. Một trong những tính chất của GP là không thấm nước khiến khả năng hòa tan của GP trong nước gặp khó khăn. Hình 2a và Hình 2b thể hiện hình ảnh cấu trúc của GP trong nước, qua đó cho thấy cấu trúc 2D bị nhiễu loạn.



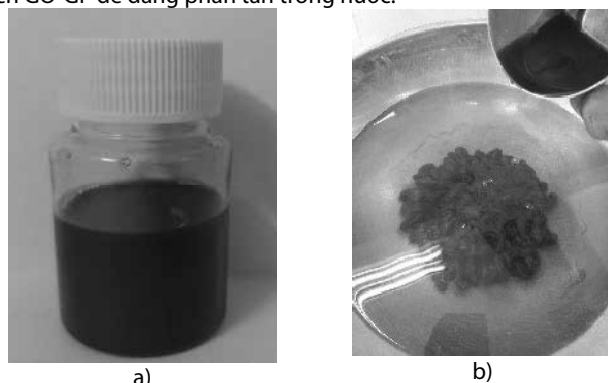
Hình 2. Hình ảnh vi mô (a) và (b): dung dịch GP; (c) và (d): dung dịch GO-GP

Mặt khác, các nghiên cứu trước đây cho thấy việc bổ sung GO vào vật liệu gốc xi măng mang lại kết quả tốt hơn [12]. Tuy nhiên, giá của GO cao hơn so với GP. Do đó, trong nghiên cứu hiện tại, một kỹ thuật trộn đã được phát triển để thu được dung dịch GO-GP. Thành phần của dung dịch được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1: Thành phần dung dịch GO-GP

Thành phần	Khối lượng
GO-GP	3,3%
Nhũ tương	1,6%
Nước	95,1%

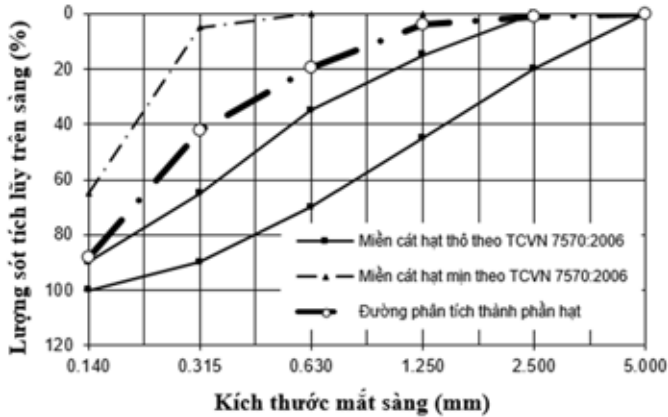
Cần lưu ý rằng trong dung dịch GO-GP được sử dụng, GO-GP chỉ chiếm 3,3%. Hình 2c và Hình 2d trình bày hình ảnh của dung dịch GO-GP được sử dụng trong nghiên cứu. Theo quan sát, so với dung dịch GP, cấu trúc 2D nano trong dung dịch GO-GP được định hình tốt hơn. Về hình ảnh ngoại quan, dung dịch GO-GP có dạng lỏng đen (Hình 3a), tỷ trọng  $1,3 \pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ . Hình 3b cho thấy dung dịch GO-GP dễ dàng phân tán trong nước.



Hình 3. Hình ảnh ngoại quan dung dịch GO-GP

**3.1.2 Cốt liệu mịn**

Cốt liệu mịn được sử dụng trong nghiên cứu này là cát sông tự nhiên có mô đun 1.6. Kết quả thí nghiệm phân bố kích thước hạt của cát được thể hiện như trên Hình 4.



Hình 4. Biểu đồ thành phần hạt của cát

**3.1.3 Xi măng**

Trong đề tài nghiên cứu tác giả sử dụng loại xi măng Hà Tiên PCB40, kết quả thí nghiệm thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Một số tính chất cơ lý của xi măng Hà Tiên PCB40

Tên chỉ tiêu	Phương pháp thử	Kết quả thử
1. Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )	TCVN 4030-2003	3,10
2. Độ dẻo tiêu chuẩn (%)	TCVN 6017-2015	28,8
3. Thời gian đông kết Bắt đầu đông kết (phút) Kết thúc đông kết (giờ)	TCVN 6017-2015	139' 3h45'
4. Độ ổn định thể tích (mm)	TCVN 6017-2015	0,71
5. Độ nghiêng mịn, trên sàng 0,09mm (%)	TCVN 4030-2003	6,50
6. Cường độ chịu nén (MPa) Ở 3 ngày tuổi Ở 28 ngày tuổi	TCVN 6016-2011	22,20 44,0

**3.1.4 Phụ gia siêu dẻo polycarboxylate**

Phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate được lựa chọn trong nghiên cứu này là Sika Viscocrete 3000-20M gốc Polycarboxylat cải tiến trong nước có dạng lỏng, màu nâu nhạt, khối lượng thể tích 1.09 - 1.11 kg/l, Độ pH 4,5 đến 6,5 (Hình 5). Sika ViscoCrete-3000-20 M là phụ gia siêu hoá dẻo gốc polymer, tương thích với tất cả các loại xi măng, phù hợp với tiêu chuẩn ASTM C 494 loại G - phụ gia siêu dẻo giảm nước và chậm ninh kết cao cấp.



Hình 5. Sika Viscocrete 3000-20M

**3.2 Phương pháp thí nghiệm**

Để đánh giá ảnh hưởng hàm lượng PCE đến cường độ nén và

của vữa xi măng chứa GO-GP. Một tổ mẫu gồm ba viên hình lăng trụ có kích thước 40mm x 40mm x 160mm ở 7 ngày tuổi được sử dụng. Tỷ lệ các thành phần của mẫu vữa bao gồm một phần xi măng, ba phần cát, tỷ lệ nước/xi măng được giữ ở 0,40 theo khối lượng (bao gồm dung dịch GO và PCE, nếu có), hàm lượng GO-GP sử dụng trong nghiên cứu này là 0,04% khối lượng xi măng (tính theo khối lượng GO-GP nguyên chất). Tỷ lệ PCE/GO-GP được khảo sát trong nghiên cứu này thay đổi từ 0 đến 4, hỗn hợp đối chứng không chứa dung dịch GO-GP cũng được thực hiện để so sánh. Tỷ lệ trộn của năm hỗn hợp được liệt kê trong Bảng 3. Vữa được trộn bằng máy và lèn chặt trong khuôn nhờ thiết bị dẫn. Đầu tiên, xi măng và cát được trộn khô trong 30 giây, sau đó thêm từ từ hỗn hợp PCE, GO-GP và nước vào và trộn cho đến khi hỗn hợp cát, xi măng và dung dịch đồng nhất.

Bảng 3: Tỷ lệ các vật liệu trong một tổ mẫu (gam)

Tỷ lệ PCE/GO-GP	Xi măng	Cát	Dung dịch GO-GP	PCE	Nước
Đối chứng	450	1350	—	—	180
0	450	1350	5.45	0	174.55
1	450	1350	5.45	0.18	174.37
2	450	1350	5.45	0.36	174.19
3	450	1350	5.45	0.54	174.01
4	450	1350	5.45	0.72	173.83

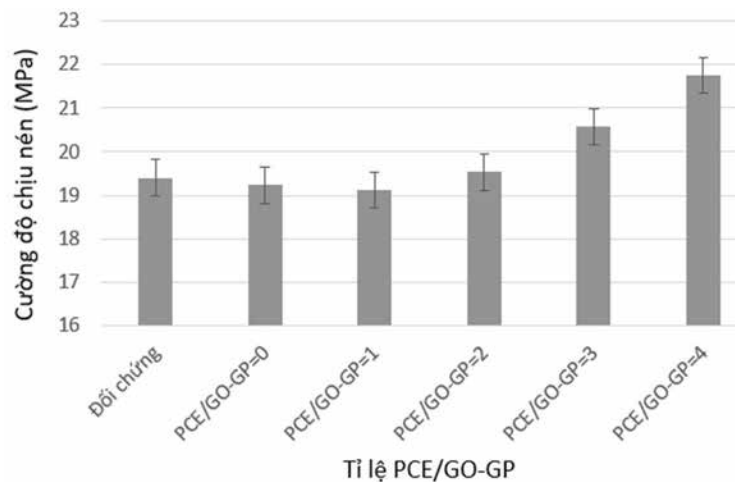


a)



b)

Hình 6. Kiểm tra tính chất cơ học: (a) uốn mẫu, (b) cường độ nén



Hình 7. Ảnh hưởng tỉ lệ PCE/GO-GP đến cường độ nén vữa ở 7 ngày tuổi

Các mẫu thử được bảo dưỡng trong khuôn ở môi trường tự nhiên trong 24h, sau đó được tháo khuôn rồi ngâm ngập nước cho đến tuổi thử cường độ (7 ngày tuổi). Để xác định cường độ nén, các mẫu được bê gãy đôi bằng lực uốn (Hình 6a) và mỗi nửa mẫu gãy dùng để thử cường độ nén (Hình 6b), kết quả nén là giá trị trung bình của 6 mẫu. Thí nghiệm được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 3121-11:2003 [13].

#### 4 KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Hình 7 thể hiện kết quả cường độ nén của mẫu thử với tỉ lệ PCE/GO-GP khác nhau ở 7 ngày tuổi. Kết quả cho thấy tỉ lệ PCE/GO-GP càng cao thì cường độ chịu nén của vữa tăng nhưng quan sát thấy rõ khi PCE/GO-GP có giá trị 3 và 4. Khi hàm lượng PCE ở mức thấp (PCE/GO-GP=0 và PCE/GO-GP=1), dường như cường độ nén của mẫu thí nghiệm không có sự thay đổi nào. So với mẫu đối chứng và mẫu không chứa PCE, PCE/GO-GP=4 mang lại giá trị cường độ nén cao nhất tăng khoảng 12%. Tuy, nhiên phạm vi khảo sát ở nghiên cứu này chỉ dừng lại tối đa ở PCE/GO-GP=4. Do vậy cần phải có những nghiên cứu tiếp theo để tìm hàm lượng PCE tối ưu nhằm thúc đẩy quá trình phân tán graphene trong môi trường xi măng.

#### 5 KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã so sánh ảnh hưởng của tỉ lệ PCE/GO-GP khác nhau đến cường độ nén của vữa xi măng để tối ưu hóa sự phân tán của GO-GP trong môi trường kiềm của xi măng. Qua thực nghiệm cho thấy trong số năm tỉ lệ PCE/GO-GP được khảo sát, tỉ lệ tối ưu khi PCE/GO-GP=4. Tuy nhiên nghiên cứu này chỉ thực hiện khi các mẫu vữa ở 7 ngày tuổi, hàm lượng GO ở mức 0,04% khối lượng xi măng. Do đó cần phải có nhiều nghiên cứu ở phạm vi rộng hơn để đánh giá toàn diện ảnh hưởng của PCE đến sự phân tán của graphene trong xi măng.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R.V. Sagar, B.K.R. Prasad, S.S. Kumar, An experimental study on cracking evolution in concrete and cement mortar by the b-value analysis of acoustic emission technique, *Cem. Concr. Res.* 42 (8) (2012) 1094–1104.
- [2] Li, Q., He, C., Zhou, H., Xie, Z., & Li, D. (2021). Effects of polycarboxylate superplasticizer-modified graphene oxide on hydration characteristics and mechanical behavior of cement. *Construction and Building Materials*, 272, 121904.
- [3] D. Hou, Z. Lu, X. Li, H. Ma, and Z. Li, "Reactive molecular dynamics and experimental study of graphene-cement composites: Structure, dynamics and reinforcement mechanisms," *Carbon N. Y.*, vol. 115, pp. 188–208, May 2017, doi:

10.1016/j.carbon.2017.01.013.

[4] Zhao, L., Guo, X., Song, L., Song, Y., Dai, G., Liu, J. (2020). An intensive review on the role of graphene oxide in cement-based materials. *Constr. Build. Mater.*, 241(), 117939.

[5] Li, Z.Y., Liu, Y.M., Li, W.G., Li, C.Y., Sanjayan, J.G., Duan, W.H., et al., Effects of graphene oxide agglomerates on workability, hydration, microstructure and compressive strength of cement paste, *Constr. Build. Mater.* 145 (2017) 402–410.

[6] Chuah, S., Li, W.G., Chen, S.J., Sanjayan, J.G., Duan, W.H. Investigation on dispersion of graphene oxide in cement composite using different surfactant treatments, *Constr. Build. Mater.* 161 (2018) 519–527.

[7] Stephens, C., Brown, L., Sanchez, F. Quantification of the re-agglomeration of carbon nanofiber aqueous dispersion in cement pastes and effect on the early age flexural response, *Carbon* 107 (2016) 482–500.

[8] ZLu, .Y., Hanif, A., Ning, C., Shao, H.Y., Yin, R., Li, Z.J. Steric stabilization of graphene oxide in alkaline cementitious solutions: mechanical enhancement of cement composite, *Mater. Des.* 127 (2017) 154–161.

[9] Zhao, L., Guo Xi, Liu, Y.Y., Ge, C., Chen, Z.T., Guo, L.P., et al. Investigation of dispersion behavior of GO modified by different water reducing agents in cement pore solution, *Carbon* 127 (2018) 255–26.

[10] Wang, Q., Qi, G., Zhan, D., Wang, Y., Zheng, H. (2021). Influence of the molecular structure of a polycarboxylate superplasticiser on the dispersion of graphene oxide in cement pore solutions and cement-based composites. *Construction and Building Materials*, 272(), 121969.

[11] Yan, X., Zheng, D.; Yang, H., Cui, H., Monasterio, M., Lo, Y. (2020). Study of optimizing graphene oxide dispersion and properties of the resulting cement mortars. *Construction and Building Materials*, 257(), 119477.

[12] Shamsaei E., de Souza F. B., Yao X., Benhelal E., A. Akbari, Duan W. Graphene-based nanosheets for stronger and more durable concrete: A review, *Construction and Building Materials* 183 (2018) 642–660.

[13] TCVN 3121-11:2003. Xác định cường độ uốn và nén của vữa đã đóng rắn. Tiêu chuẩn Việt Nam.

# Xây dựng cơ sở lý luận tham gia cộng đồng trong quản lý không gian công cộng phù hợp với điều kiện của khu chung cư cũ ở Hà Nội

Building theoretical basis on community participation in the management of public spaces that is suitable to the conditions of the old apartment buildings in Hanoi

> **THS NGUYỄN VŨ BẢO MINH**

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: minh.nguyen.vb@gmail.com

## TÓM TẮT

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và hội nhập quốc tế sâu rộng, vấn đề tham gia cộng đồng (TGCD) ở nước ta ngày càng được xã hội quan tâm. Để có những giải pháp phát huy hiệu quả TGCD trong quy hoạch, quản lý đô thị nói chung và quản lý không gian công cộng (KGCC) trong các khu chung cư cũ (KCCC) ở Hà Nội nói riêng, trước hết cần thiết xây dựng cơ sở lý luận TGCD phù hợp với thực tiễn phát triển kinh tế - xã hội. Cơ sở lý luận TGCD trong quản lý KGCC phù hợp với điều kiện thực tế của các KCCC ở Hà Nội là kết quả nghiên cứu: đặc điểm TGCD hiện nay, giá trị tích cực của TGCD truyền thống và vận dụng có chọn lọc lý luận TGCD hiện đại trên thế giới.

**Từ khóa:** Tham gia cộng đồng; cơ sở lý thuyết về sự tham gia của cộng đồng; không gian công cộng; quản lý đô thị.

## ABSTRACT

In the context of rapid urbanization and deep international integration, the issue of community participation in our country is increasingly concerned by society. In order to have solutions to promote the effectiveness of community participation in planning, urban management in general and public space management in old apartment buildings in Hanoi in particular, it is first necessary to build theoretical basis on community participation in accordance with the reality of socio-economic development. Theoretical basis of community participation in the management of public space in accordance with the actual conditions of public space in Hanoi is the research result: the current characteristics of community participation, the positive value of traditional community participation and the selective application of the theory of modern community participation in the world.

**Keywords:** Community's participation; theoretical basis on community participation; Public space; Urban management.

## 1. NHẬN THỨC VỀ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG

Sự TGCD ở Việt Nam và ở các nước phương Tây có những điểm giống nhau và khác biệt nhất định. Sự khác biệt có nguồn gốc từ văn hóa và hệ thống tổ chức xã hội. Sự giống nhau ở khái niệm cộng đồng, còn sự khác nhau thể hiện ở phương thức TGCD.

Khái niệm "Cộng đồng" và "Cộng đồng xã hội" đều được hiểu là nhóm người có cùng những mối quan tâm và sống, hoạt động trên cùng một khu vực. Còn khái niệm "Tham gia" được giải thích là dự vào, góp phần vào. Trong khi sự TGCD là một quá trình mà người dân trong cùng một cộng đồng xã hội tham gia đóng góp sức lực, vật chất và tinh thần cùng với các bên có liên quan khác để thực hiện một công việc chung đã được cộng đồng thống nhất. [5,16]

TGCD phản ánh nhu cầu hoạt động của con người vì con người trong cộng đồng xã hội. TGCD hình thành và phát triển cùng với xã hội loài người. TGCD phát triển thuận lợi và có đóng góp thiết thực đối với sự phát triển của xã hội trong thể chế dân chủ. Hiện nay, có nhiều cách hiểu, tiếp cận và thực hành TGCD khác nhau trên thế giới.

TGCD được các nhà nghiên cứu để cập từ nhiều góc độ khác nhau. Nhìn chung, đó là sự tham gia thường là tự nguyện của người dân trong các hoạt động nhằm mang lại lợi ích hiệu quả hơn cho xã hội. Tuy nhiên, sự TGCD có thể ở nhiều cấp độ, nhưng mục tiêu chính là kết hợp tri thức địa phương với tri thức hiện đại trong các quyết định. [7]

Sự TGCD ở các nước phương Tây dựa trên các mô hình dân chủ khác nhau, trong đó con người ở vào vị trí trung tâm. Ở Việt Nam, trong lịch sử, khác với phương Tây, do văn minh làng - xã chi phối nên sự tham gia của cá nhân thông qua cơ chế "đại diện", nghĩa là cái "ta" nổi hơn cái "tôi". Điều đó được thể hiện trong "Hương ước" với các quy tắc cụ thể, điều chỉnh các quan hệ xã hội, các hành vi ứng xử của cá nhân trong cộng đồng [4]. Hiện nay, cộng đồng dân cư đô thị là một tập hợp đa dạng về thành phần dân cư với văn hóa cư trú mới chưa định hình rõ nét, sự cố kết cộng đồng truyền thống làng xã có xu hướng suy giảm, trong khi xuất hiện ảnh hưởng lối sống từ phương Tây. Như vậy, có thể thấy cộng đồng hiện tại là đa dạng và phức tạp hơn, theo đó, sự TGCD trong quản lý đô thị cũng đa dạng và phức tạp hơn.

## 2. CÁC CĂN CỨ XÂY DỰNG CƠ SỞ LÝ LUẬN THAM GIA CỘNG ĐỒNG TRONG QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ ĐÔ THỊ

### 2.1 Lý thuyết quy hoạch đô thị liên quan đến sự tham gia cộng đồng

Trên thế giới có 2 lý thuyết phổ biến là: Quy hoạch giao tiếp và Quy hoạch tranh luận. Các lý thuyết này được phát triển dựa trên bản chất của TGCD trong các dự án quy hoạch. Đó là giao tiếp để tìm sự đồng thuận và tranh luận để giải quyết sự bất đồng.

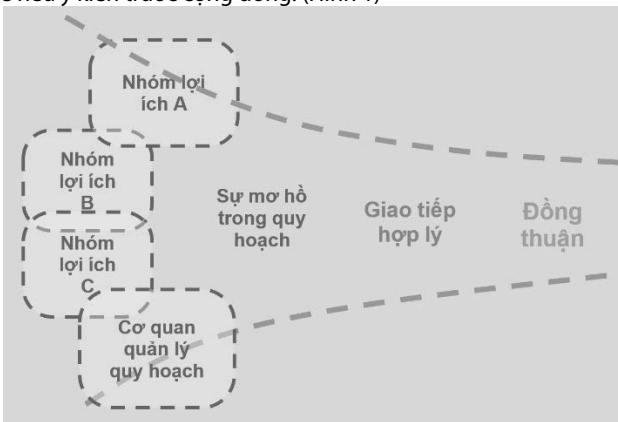
**a. Quy hoạch giao tiếp**

Quy hoạch giao tiếp xuất hiện từ những năm 1990 dựa trên quan điểm quy hoạch từ dưới lên (Bottom up) nghĩa là có sự TGCD ngược với quan điểm từ trên xuống (Top down) phổ biến với tư duy chỉ huy, áp đặt.

Quy hoạch giao tiếp phù hợp với thời đại do dựa trên lý thuyết Hành động giao tiếp của Jurgen Habermas - Triết gia, nhà xã hội học người Đức. Habermas chỉ ra cách tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu mối quan hệ giao tiếp của con người trong quá trình phát triển xã hội từ truyền thống đến hiện đại. Giao tiếp xã hội, nhất là "giao tiếp hợp lý" hay "giao tiếp có mục đích hợp lý" là cơ sở để đạt được sự đồng thuận xã hội, theo Habermas sẽ đảm bảo đời sống xã hội phát triển cân bằng. Như vậy, để sự TGCD có hiệu quả trong Quy hoạch giao tiếp đòi hỏi những thông tin hợp lệ, chuẩn mực và công khai. Tuy nhiên, trên thực tế, khó có sự đồng thuận tuyệt đối trong một cộng đồng vì có sự khác biệt nhất định giữa các bên tham gia vốn có những mục tiêu khác nhau. Vì thế xuất hiện quy hoạch tranh luận. [6,8]

**b. Quy hoạch tranh luận**

Quy hoạch tranh luận dựa trên lý thuyết Đa nguyên tranh luận được các nước ở phương Tây quan tâm nhằm quản lý những xung đột trong quy hoạch, nghĩa là giải quyết hợp lý các mâu thuẫn chính về lợi ích giữa các bên tham gia. Quy hoạch tranh luận, vì thế được nhiều người hưởng ứng. Trên thực tế, có những mâu thuẫn có thể giải quyết để đi đến đồng thuận thông qua tranh luận, nhưng cũng có những mâu thuẫn không thể giải quyết được. Trong tranh luận, ý thức thiện chí và vì lợi ích chung của cộng đồng có ý nghĩa quan trọng, không muốn nói là quyết định. Đúng như C. Mouffe đã khẳng định: "Nếu muốn chấm dứt mâu thuẫn, muốn mọi người được tự do, chúng ta phải luôn cho phép có khả năng xảy ra mâu thuẫn" [9]. Như vậy, để sự TGCD có hiệu quả trong quy hoạch tranh luận, cần thiết tạo ra môi trường tranh luận trong cộng đồng để từng cá nhân có thể nêu ý kiến trước cộng đồng. (Hình 1)



Hình 1. Sơ đồ mô tả các xung đột trong quy hoạch tranh luận [6]

**2.2 Lý thuyết về nhu cầu dân cư**

Về nhu cầu của cư dân, lý thuyết của Maslow có vai trò quan trọng. Đó là tháp 5 mức nhu cầu từ thấp lên cao: 1. Sinh tồn. 2. An toàn. 3. Cộng đồng. 4. Vị thế, và 5. Cống hiến. Theo tháp 5 mức nhu cầu của Maslow thì trong các KCCC ở Hà Nội, 3 nhu cầu cơ bản về vật chất của cư dân như: Sinh tồn - chỗ ở, ăn, ngủ; An toàn thân thể, tài sản và Cộng đồng - giao tiếp cộng đồng được đảm bảo ở mức tối thiểu. Tuy nhiên, qua quá trình tồn tại đến nay, các nhu cầu này đã tới hạn khó có thể phát triển để đáp ứng nhu cầu mới về điều kiện

tiện nghi của cuộc sống hiện đại, cũng như nhu cầu ở mức cao hơn về giá trị tinh thần là khẳng định giá trị bản thân (Vị thế) và thăng hoa trong sáng tạo (Cống hiến). [10,11]

Hiện nay, nhiều KCCC ở Hà Nội đã xuống cấp nghiêm trọng nên cần có sự can thiệp, nâng cao chất lượng môi trường cư trú với hạ tầng xã hội đồng bộ để cư dân có cơ hội phát triển và khẳng định các giá trị bản thân. Tháp nhu cầu của Maslow, vì thế là một trong những cơ sở khoa học quan trọng để tham khảo trong cải tạo, xây dựng mới KGCC tại các KCCC ở Hà Nội để trở thành không gian sống tốt, đáp ứng mọi nhu cầu của cuộc sống hiện đại, góp phần tạo nên bản sắc văn hóa cư trú mới của Hà Nội. (Hình 2)



Hình 2. Tháp nhu cầu của Maslow [11]

**2.3 Lý thuyết về tham gia cộng đồng**

Theo nhiều nhà nghiên cứu, trong đó có TS Ngô Việt Hùng, để phân tích mức độ tham gia, thang tham gia với nhiều bậc khác nhau là một công cụ hữu ích. Trước hết là lý thuyết về mức độ TGCD của Sherry R. Arnstein. Đó là thang đo gồm 8 bậc: 1. Vận động, 2. Giải pháp cộng đồng, 3. Cung cấp thông tin, 4. Tham vấn, 5. Động viên, 6. Hợp tác, 7. Ủy quyền, 8. Điều hành kiểm soát. [1] (Hình 3). Sau đó là thang đo sự TGCD của Choguill, Edelenbos và của những người khác. So sánh 2 thang đo của Arnstein và Choguill có thể thấy: mức độ tham gia thấp nhất được xác định là Cung cấp thông tin. Các thang có thể được chia từ 3 đến 5 và 6 mức độ tham gia, cao nhất của Đồng quyết định. [7]

Ở nhiều nước trên thế giới, 8 bậc thang đo của Arnstein được vận dụng rộng rãi như là những tiêu chí để đánh giá thực trạng mức độ TGCD trong các dự án QH và QLĐT. (Hình 4)

8	Kiểm soát (Citizen control)
7	Ủy quyền (Delegated power)
6	Hợp tác (Partnership)
6	Động viên (Placation)
4	Tham vấn (Consultation)
3	Cung cấp thông tin (Informing)
2	Giải pháp cộng đồng (Therapy)
1	Vận động (Manipulation)

Hình 3. 8 bậc thang về mức độ TGCD của A. Arnstein [10]

Thang đo của Arnstein	Thang đo của Choguill (dành cho các nước kém phát triển)	Thang đo của Edelenbos
Kiểm soát	Trao quyền	Đồng quyết định
Ủy quyền	Hợp tác	Đồng hợp tác
Hợp tác	Hòa giải	Khuyến khích
Đồng viên	Che đậy	Tham khảo ý kiến
Tham vấn	Ngoại giao	Cung cấp thông tin
Cung cấp thông tin	Cung cấp thông tin	
Giải pháp cộng đồng	Âm mưu	Không tham gia
Vận động	Tự quản lý	



**Hình 4.** So sánh các thang đo mức độ TGCD của A. Arnstein, Choguill và Edelenbos [7]

Ở nước ta, có thể nhận thấy qua thực tế, sự TGCD chưa đầy đủ ở hầu hết các bậc theo 8 bậc thang đo của Sherry A. Arnstein. Cụ thể ở các bậc từ dưới lên như: Bậc 1 - Vận động và 2 - Giải pháp cộng đồng, sự TGCD còn hạn chế; Ở các bậc còn lại, sự TGCD hiện mới chỉ ở mức hình thức, ví dụ, cung cấp thông tin (bậc 3) chủ yếu là một chiều từ chính quyền ở trên thông báo xuống cộng đồng, mà chưa từ dưới lên và tham vấn (bậc 4) thì sáng kiến cộng đồng chưa được quan tâm đúng mức, nghĩa là chưa có sự đồng viên (bậc 5) và hợp tác (bậc 6) thực sự với cộng đồng để nắm bắt được yêu cầu và nguyện vọng của cộng đồng. Tương tự, lấy ý kiến cộng đồng thường thông người đại diện của cộng đồng, đó là ủy quyền (bậc 7) và quyền điều hành, kiểm soát (bậc 8) lại dựa vào chính quyền.

**2.4 Đặc điểm tham gia cộng đồng trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội**

Sự TGCD trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội có những đặc điểm sau:

*a. Đặc điểm hình thành từ lịch sử tham gia cộng đồng.*

Kết quả nghiên cứu lịch sử, văn hóa và xã hội của nhiều nhà nghiên cứu cho thấy sự TGCD ở nước ta xuất hiện rất sớm với những quy ước cụ thể trong hệ thống tổ chức làng - xã khá chặt chẽ ở nông thôn. Ở đô thị, sự TGCD có nguồn gốc từ nông thôn. [14,15]

Thời phong kiến, ở nông thôn “Hương ước” là văn bản quản lý xã hội - một dạng văn bản dưới luật. Nhìn chung Hương ước có 4 loại quy ước chủ yếu như: 1. Về chế độ ruộng đất; 2. Về khuyến nông, vệ sinh môi trường; 3. Về tổ chức xã hội và trách nhiệm của các chức dịch; và 4. Về văn hóa, tín ngưỡng. Trong đó có các điều khoản cụ thể, từ cách thức tổ chức bộ máy tự trị, các tổ chức cộng đồng xã hội theo lứa tuổi, theo giới và theo nghề nghiệp,... đến các hình thức ứng xử, quyền lợi, trách nhiệm, thưởng, phạt,... cũng như vai trò của cá nhân và cộng đồng trong việc khai thác và quản lý đất công và công trình công cộng trong làng - xã. Hương ước khẳng định tính tự trị, tự quản của cộng đồng làng - xã. Thành ngữ quen thuộc “Phép vua thua lệ làng” thể hiện rõ điều đó.

Ở Hà Nội, phường - hội có nguồn gốc từ nông thôn, bởi từ nông thôn lên thành phố, các cư dân mang theo tập tục truyền thống, sống tập trung thành phường, hội và luôn giữ mối liên hệ với quê hương. Ban đầu Hương ước của làng quê gốc vẫn được cộng đồng tôn trọng. Về sau, trong quá trình phát triển, Hương ước chuyển dần thành những dạng “Quy ước” hay “Khoán ước”. Trên cơ sở đó hình thành các nhóm công đồng nghề nghiệp thủ công, buôn bán và dịch vụ khác nhau trong đô thị. Qua việc tuân thủ Hương ước và Khoán ước góp phần định hình văn hóa, lối sống của cộng đồng. Đây là giá trị phi vật thể tạo nên tình cảm, trách nhiệm và sự gắn bó của con người với cộng đồng và với nơi cư trú. [4,17]

Về tổ chức bộ máy hành chính và quản lý đô thị thời Nguyễn ở Hà Nội có 3 cấp quản lý: 1. Cao nhất là cấp tỉnh; 2. Dưới là các huyện; 3. Dưới huyện là các xã, thôn và phường. Thời thuộc địa, người Pháp vẫn giữ lại di sản về tổ chức bộ máy hành chính và quản lý ở nông thôn cũng như ở đô thị, chính bởi sự chặt chẽ, tinh vi và hoạt động hiệu quả. [3, 12]

*b. Đặc điểm tham gia cộng đồng hiện nay*

Hiện nay, quản lý đô thị theo mô hình xã hội chủ nghĩa (XHCN). Trong quản lý đô thị tại các KCCC ở Hà Nội, Hương ước đã được thay

bằng các quy ước, quy tắc với sự tham gia của người dân. Hình thức huy động sự TGCD phổ biến là các cuộc vận động xã hội và phong trào thi đua dưới sự lãnh đạo của Đảng và tổ chức thực hiện của các cấp chính quyền. Nhiều cuộc vận động đã thành công. Ví dụ: Phong trào xây dựng phường, xóm văn hóa hay gần đây là công cuộc chống dịch bệnh Covid - 19, ...

Trên thực tế, hiện nay hình thức TGCD phổ biến ở nước ta vẫn là thông qua người đại diện cộng đồng. Đây là kết quả của hình thức sinh hoạt cộng đồng làng xã truyền thống trong quá khứ (thường phủ nhận vai trò cá nhân) kết hợp với mô hình sinh hoạt cộng đồng theo xã hội XHCN dựa trên tinh thần tập thể đại diện. Đại diện cộng đồng là người đại diện hợp pháp của cộng đồng, được cộng đồng dân cư tín nhiệm bầu lên. Đại diện cộng đồng là người có tinh thần trách nhiệm, có hiểu biết nhất định về địa bàn, về các thành viên của cộng đồng cũng như có khả năng giữ mối quan hệ tốt với các thành viên của cộng đồng mà mình đại diện, đồng thời là người gương mẫu, đi tiên phong trong mọi công tác trên địa bàn và có ảnh hưởng quan trọng đến thành công của các hoạt động cộng đồng. Đại diện cộng đồng cơ sở tương đương với nhóm nhà ở trong KCCC là Tổ trưởng dân phố.

**3. CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP THAM GIA CỘNG ĐỒNG TRONG QUẢN LÝ KHÔNG GIAN CÔNG CỘNG PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN CỦA CÁC KCCC Ở HÀ NỘI.**

**3.1 Cơ sở lý luận tham gia cộng đồng**

Xây dựng cơ sở lý luận để đề xuất các giải pháp TGCD hợp lý trong quản lý KGCC phù hợp với điều kiện thực tế của các KCCC ở Hà Nội dựa trên nguyên tắc kết hợp các nội dung: 1. Đánh giá thực tiễn TGCD, 2. Khai thác các giá trị tích cực của TGCD truyền thống, 3. Nghiên cứu vận dụng có chọn lọc lý luận TGCD hiện đại trên thế giới phù hợp với đặc điểm văn hóa và điều kiện phát triển kinh tế-xã hội của Hà Nội. Nội dung cơ sở lý luận TGCD trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội chính là việc cụ thể hóa 3 nội dung cơ bản sau đây:

*a. Cơ sở lịch sử TGCD.*

Các giá trị tích cực của mối quan hệ xóm giềng truyền thống như, tương thân, tương ái, đùm bọc, chia sẻ, ... nên được duy trì trong cộng đồng hiện đại trong các KCCC ở Hà Nội vốn đang phát triển theo hướng cá nhân hóa. Hay những giá trị tích cực của “Hương ước” xưa cần phải được khai thác trong việc xây dựng các quy tắc sống của cộng đồng mới, hiện đại. Nội dung này là cơ sở lịch sử TGCD trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội.

*b. Cơ sở thực tiễn TGCD.*

Các kết quả nghiên cứu xã hội, văn hóa, lịch sử và kết quả khảo sát thực tiễn TGCD cho thấy: Mối quan hệ xóm giềng là điều thiết yếu của đời sống của cư dân, luôn tồn tại trong cộng đồng xã hội ở mọi thời đại. Đây là nền tảng, là điều kiện quan trọng nhất để hình thành các nhóm cộng đồng cơ sở. Hoạt động của các nhóm cộng đồng này làm tăng tình cảm gắn bó với nơi ở và góp phần tạo nên bản sắc văn hóa cư trú của cộng đồng. Thực tế là trong các KCCC ở Hà Nội đã hình thành và đang tồn tại nhiều nhóm cộng đồng khác nhau. Vì thế, nghiên cứu, đánh giá các mô hình cộng đồng là một nội dung của cơ sở thực tiễn TGCD trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội.

*c. Vận dụng cơ sở lý luận về sự tham gia cộng đồng phù hợp với điều kiện của các KCCC ở Hà Nội*

Vận dụng có chọn lọc lý luận TGCD hiện đại trên thế giới phù hợp với đặc điểm văn hóa và phát triển kinh tế-xã hội của Hà Nội. Lý luận của Sherry A. Arnstein về 8 bậc thang đo mức độ TGCD được xem là chuẩn mực để đánh giá mức TGCD. Vì thế cần được nghiên cứu để vận dụng hợp lý trong điều kiện thực tế của Hà Nội như một cơ sở lý thuyết TGCD. Hiện nay, theo 8 bậc thang đo của Sherry A. Arnstein, thì sự TGCD hiệu quả nhất trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội tập trung chủ yếu ở

5 mức độ, cụ thể là: Mức độ 3. Cung cấp thông tin. Cung cấp thông tin không chỉ 1 chiều như thường gặp từ chính quyền đến người dân mà là thông tin 2 chiều và đầy đủ; Mức độ 4. Tham vấn cộng đồng. Nên tránh hình thức, tạo điều kiện thuận lợi để cộng đồng có ý kiến và ý kiến được trao đổi, thảo luận; Mức độ 6. Hợp tác. Mục tiêu là thúc đẩy sự tham gia trực tiếp và hiệu quả trên cơ sở vai trò và trách nhiệm của các bên tham gia được xác định rõ; Mức độ 7. Ủy quyền. Phương thức ủy quyền cho người đại diện cộng đồng là cần thiết; Mức độ 8. Kiểm soát. Cộng đồng tham gia kiểm soát để đảm bảo sự TGCD hiệu quả thiết thực. (Hình 5)

A. ARNSTEIN		VẬN DỤNG
Mức độ 8 (5)	Kiểm soát	Cộng đồng tham gia
Mức độ 7 (4)	Ủy quyền	Đại diện cộng đồng
Mức độ 6 (3)	Hợp tác	Lợi ích và trách nhiệm của các bên
Mức độ 5	Đồng viên	
Mức độ 4 (2)	Tham vấn	Ý kiến cộng đồng
Mức độ 3 (1)	Cung cấp thông tin	Cung cấp thông tin hai chiều đầy đủ
Mức độ 2	Liệu pháp	
Mức độ 1	Vấn động	

Hình 5. 5 mức độ TGCD trong quản lý KGCC phù hợp với KCCC ở Hà Nội

### 3.2 Phương pháp tham gia cộng đồng.

TGCD là quá trình cộng đồng đóng góp ý kiến, công sức và nguồn lực trên cơ sở được cung cấp, chia sẻ thông tin với chính quyền và các bên liên quan trong việc thực hiện một công việc, một dự án cụ thể có ảnh hưởng trực tiếp đến quyền lợi và chất lượng môi trường sống của cộng đồng. Và, để cộng đồng hoạt động hiệu quả, cần thiết có phương pháp TGCD. Tuy nhiên, phương pháp TGCD có tính bổ trợ, thường được kết hợp với các phương pháp trong quy hoạch và quản lý đô thị.

Trong quản lý KGCC tại các KCCC, phương pháp TGCD hợp lý là nhằm để cụ thể hóa 5 mức độ TGCD phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội hiện nay của Hà Nội như đã được trình bày ở trên, đó là: Cung cấp thông tin, Tham vấn cộng đồng, Hợp tác, Ủy quyền và Kiểm soát, trong đó, tham vấn cộng đồng có ý nghĩa quan trọng. Tham vấn cộng đồng là hành động bày tỏ quan điểm, ý kiến của cộng đồng, kể cả sáng kiến cộng đồng với chính quyền và nhà đầu tư. Trên thực tế ở nước ta, tham vấn cộng đồng có thể được thực hiện dựa trên nguyên tắc dân chủ đại diện hoặc dân chủ trực tiếp. Nguyên tắc dân chủ đại diện là lấy ý kiến cộng đồng thông qua thảo luận hoặc người đại diện cộng đồng. Tham vấn cộng đồng trên nguyên tắc dân chủ trực tiếp là lấy ý kiến trực tiếp của cá nhân trong cộng đồng thông qua phỏng vấn.

Như vậy, có thể thấy, phương pháp TGCD trong quản lý KGCC tại các KCCC ở Hà Nội được xây dựng trên các nguyên tắc:

- Nguyên tắc tác động “từ dưới lên”. Khác hẳn với nguyên tắc tác động “từ trên xuống” xuất phát từ lối tư duy duy ý chí, áp đặt từ trên xuống thường gặp trong hoạt động quy hoạch và quản lý đô thị. Nguyên tắc tác động “từ dưới lên” chú trọng đến sự TGCD. Nghĩa là những ý kiến từ các cộng đồng người sử dụng, kể cả các nhóm cộng đồng yếu thế, trước đây thường không được chú ý, nay đều được phản ánh lên. Những đóng góp của cộng đồng có tác dụng tích cực trong các quyết định của chính quyền, nhà đầu tư liên quan đến cải tạo và xây dựng mới cũng như quản lý sử dụng và chất lượng môi trường sống của cộng đồng dân cư trong các KCCC.

- Nguyên tắc cân bằng lợi ích của các bên tham gia. Đó là cân bằng lợi ích giữa chính quyền, người dân, nhà đầu tư, cộng đồng và chuyên gia, trong đó chú ý đến nhóm cộng đồng yếu thế, không để

họ bị thiệt thòi. Nguyên tắc này giúp giải quyết các mâu thuẫn trong cộng đồng, hạn chế xung đột giữa các bên, góp phần tăng hiệu quả quản lý và đảm bảo chất lượng môi trường sống tốt.

- Nguyên tắc đối thoại và hợp tác. Đối thoại và hợp tác trên cơ sở thông tin công khai, đầy đủ và minh bạch là điều kiện cần thiết để đạt được sự đồng thuận trong các quyết định và hành động của cộng đồng. Đây là cơ sở quan trọng để huy động sự tham gia trách nhiệm và hiệu quả của cộng đồng, cũng như phát huy sáng kiến cộng đồng, đảm bảo cho sự phát triển bền vững và có chất lượng của KGCC trong KCCC ở Hà Nội.

## 4. KẾT LUẬN

Hiện nay, vấn đề TGCD ở nước ta ngày càng được xã hội quan tâm. Trong nghiên cứu về TGCD, việc xây dựng cơ sở lý luận và phương pháp TGCD trong quy hoạch, quản lý đô thị nói chung và trong quản lý KGCC trong các KCCC ở Hà Nội nói riêng phù hợp với thực tiễn phát triển kinh tế - xã hội là tiền đề quan trọng, làm cơ sở cho các đề xuất cụ thể nhằm nâng cao hiệu quả TGCD. Bài viết chỉ rõ đặc điểm và vai trò TGCD, trên cơ sở đó bước đầu đề cập đến các vấn đề lý luận TGCD trong quản lý KGCC phù hợp với điều kiện thực tế của các KCCC ở Hà Nội. Đây là kết quả của quá trình nghiên cứu: Nhận diện đặc điểm TGCD hiện nay, khai thác giá trị tích cực của TGCD truyền thống và vận dụng có chọn lọc lý luận TGCD hiện đại trên thế giới.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Anstein, Sherry R. (1969) *A ladder of Citizen Participation*. Journal of the Institute of American Planners. Vol. 35 (4)
- [2]. Bộ Xây dựng (2008), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng QCVN 01:2008/BXD*.
- [3]. Paul Doumer (2016). Xứ Đông Dương. NXB Thế giới
- [4]. Đinh Thị Thùy Hiền (2017). *Hương ước Thăng Long Hà Nội trước năm 1945*. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [5]. Hội đồng quốc gia chỉ đạo biên soạn từ điển bách khoa Việt Nam (2004). *Từ điển bách khoa Việt Nam. 4 tập*, NXB Từ điển bách khoa, Hà Nội
- [6]. Tạ Quỳnh Hoa. (2015) *Quy hoạch chi tiết có sự tham gia của cộng đồng tại Việt Nam*. Luận án tiến sĩ. Trường Đại học Xây dựng.
- [7]. Ngô Việt Hùng (2016). *Community participation in urban housing and infrastructure upgrading projects in Vietnam* (Sự tham gia của cộng đồng trong các dự án nâng cấp cơ sở hạ tầng và nhà ở đô thị tại Việt Nam). Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Erasmus Rotterdam, Hà Lan.
- [8]. Bùi Việt Hương (2015). *Các xu hướng khủng hoảng trong chủ nghĩa tư bản và lý thuyết hành động giao tiếp của J. Habermas*. Tạp chí Lý luận chính trị
- [9]. <http://Vietbao.vn/Xa-hoi/Hay-de-nguoi-dan-tham-gia-lap-quy-hoach-do-thi/70028098/157/Hãy-để-người-dân-tham-gia-lập-quy-hoạch-đô-thị>.
- [10]. <http://ashui.com/mag/chuyenmuc/quy-hoach-do-thi/4974-xay-dung-van-hoa-cong-dongcho-cu-dan-cac-khu-do-thi.html>
- [11]. [https://vi.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A1p\\_nhu\\_c%E1%BA%A7u\\_c%E1%BB%A7a\\_Maslow](https://vi.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A1p_nhu_c%E1%BA%A7u_c%E1%BB%A7a_Maslow)
- [12]. <http://www.daibieunhandan.vn/default.aspx?tabid=83&NewsId=288839>. Cần làm rõ khái niệm cộng đồng.
- [13]. H. Mohammadi (2010). *Citizen Participation in Urban Planning and Management: The case of Iran, hiraz City, Saadi Community*
- [14]. Đinh Gia Khánh (1995). *Văn hóa dân gian Việt Nam với sự phát triển của xã hội Việt Nam*. NXB Chính trị quốc gia
- [15]. Ngô Văn Lệ (2011). *Làng và quan hệ dòng họ người Việt*. Trường Đại học khoa học xã hội và nhân văn, Đại học Quốc gia TP.HCM
- [16]. Trần Ngọc Thêm (2009), *Tính cộng đồng và tính tự trị; hai đặc trưng cơ bản của nông thôn VN*, NXB Tri thức
- [17]. Hồ Đức Thọ (1999). *Lệ làng Việt Nam*. NXB Hà Nội
- [18]. William S.W. Lim (2007), Lê Phục Quốc và Trần Khang dịch. *Quy hoạch đô thị theo đạo lý châu Á*. NXB Xây dựng

# Ứng dụng mô hình EFQM trong nghiên cứu quản lý xây dựng: Một đánh giá hệ thống (1998-2023)

Applications of the EFQM model in construction management research: A systematic review (1998-2023)

> **TỔNG VĂN LŨY<sup>1</sup>, PGS.TS LƯU TRƯỜNG VĂN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NCS Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: luytv.21ac@ou.edu.vn

<sup>2</sup>GV Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: [van.luu@ou.edu.vn](mailto:van.luu@ou.edu.vn)

## TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, mô hình tổ chức quản lý chất lượng châu Âu (European Foundation for Quality Management, EFQM) đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, trong đó có ngành quản lý xây dựng. Đã có nhiều nghiên cứu trắc lượng thư mục tìm hiểu về việc áp dụng mô hình này trong các lĩnh vực khác nhau. Mục đích của nghiên cứu này là tìm kiếm và khảo sát các tài liệu trong ngành quản lý xây dựng có sử dụng mô hình EFQM. Phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu SLR (Systematic Literature Review) và phân tích thư mục dựa trên phần mềm VOSviewer đã được sử dụng. Kết quả khảo sát trên cơ sở dữ liệu điện tử Scencedirect của nhà xuất bản Elsevier cho thấy có 164 nghiên cứu sử dụng mô hình EFQM trong lĩnh vực quản lý xây dựng, tập trung ở 6 cụm chủ đề khác nhau với 27 từ khóa chính. Các kết quả cũng gợi mở các hướng nghiên cứu tiếp theo trong tương lai.

**Từ khóa:** EFQM; quản lý xây dựng; trắc lượng thư mục; SLR.

## ABSTRACT

In recent years, the European Foundation for Quality Management (EFQM) model is used in many fields, including construction management. There are many bibliometric studies exploring the application of the model in different fields. The purpose of this study is to search and survey documents in the construction management industry using the EFQM model. Systematic Literature Review (SLR) and bibliographic analysis based on VOSviewer software were utilized. The survey results on the electronic database Scencedirect of Elsevier publishers show that there are 164 studies using the EFQM model in the field of construction management, focusing on 6 different clusters with 27 main keywords. The results also suggest future research topics.

**Keywords:** EFQM; construction management; bibliometrics; SLR.

## 1. GIỚI THIỆU

Theo số liệu của Quốc hội, tốc độ đô thị hóa của Việt Nam năm 2022 vào khoảng 41.5%. Tốc độ đô thị hóa và quy mô dân số tăng đòi hỏi phải phát triển cơ sở hạ tầng, nhà ở, và các công trình công cộng một cách nhanh chóng. Đây vừa là cơ hội, vừa là áp lực đối với ngành Xây dựng. Thực tế, cho thấy công tác quản lý dự án còn nhiều hạn chế và bất cập, hồ sơ quản lý dự án còn thiếu và sai sót.

Lĩnh vực quản lý dự án đã có những bước phát triển lớn mạnh, ngày càng nhiều lý thuyết và công cụ được áp dụng để quản lý dự án. Tuy nhiên các bên liên quan ngày càng có nhiều kỳ vọng, yêu cầu hơn đối với các dự án xây dựng. Điều này cũng đặt ra nhiều thách thức đối với công tác quản lý dự án. Sự thay đổi, phát triển của ngành Xây dựng đều sẽ ảnh hưởng đến việc quản lý dự án xây dựng và ngược lại. Trong quá trình phát triển, ngành quản lý xây dựng đã sử dụng nhiều công cụ, mô hình nghiên cứu khác nhau. Mô hình EFQM với nhiều ưu điểm là mô hình đang được sử dụng trong nhiều lĩnh vực quản lý. Câu hỏi đặt ra là: 1) EFQM có được ứng dụng trong ngành quản lý xây dựng không? 2) Những chủ đề nghiên cứu nào của ngành quản lý xây dựng sử dụng mô hình EFQM? 3) Những hướng nghiên cứu nào có thể sử dụng mô hình EFQM trong ngành quản lý xây dựng?

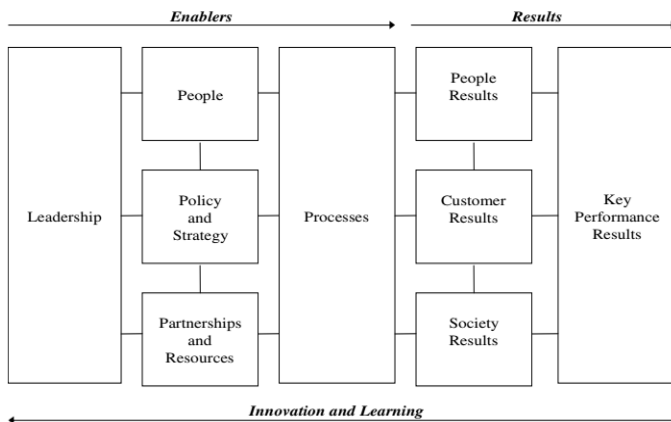
## 2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

### 2.1. Mô hình quản lý chất lượng EFQM (European Foundation for Quality Management)

Cùng với mô hình Giải thưởng chất lượng Quốc gia Malcolm Baldrige ở Hoa Kỳ, giải thưởng Deming ở Nhật Bản, mô hình tổ chức quản lý chất lượng châu Âu European Foundation for Quality Management (EFQM) là một trong ba mô hình quản lý chất lượng được sử dụng nhiều nhất trong hiện nay.

Trong 3 mô hình trên, mô hình EFQM được sử dụng phổ biến hơn cả. Dựa vào khung EFQM, các tổ chức châu Âu đã nâng cao năng lực và hiệu quả bằng cách cải thiện tất cả các quy trình quản lý của mình. Một số nghiên cứu cho rằng các tổ chức sử dụng khung EFQM để quản lý đã có những tác động tích cực đến chất lượng (Kristensen et al., 2001). Mặt khác, hiện nay, khung EFQM đã và đang được sử dụng trong nhiều ngành nghề khác nhau như du lịch, nhà hàng, khách sạn.

Mô hình EFQM cơ bản có 5 yếu tố hỗ trợ (Enablers) và 4 yếu tố kết quả (Results). Chín yếu tố này hợp thành khung EFQM như hình vẽ sau:



**Hình 1.** Mô hình EFQM (EFQM, 2000)

Mô hình EFQM được xây dựng dựa trên giả thuyết: Bốn kết quả về con người (people results), khách hàng (customer results), xã hội (society results), các kết quả hoạt động chính (key performance results), chỉ có thể đạt được bằng chính sách và chiến lược (policy and strategy) thúc đẩy lãnh đạo (leadership), các chính sách này được chuyển giao thông qua con người (people), quan hệ đối tác, tài nguyên (partnerships and resources) và quy trình (processes).

Nghiên cứu trên không tập trung phân tích mô hình EFQM mà sẽ tìm hiểu các tài liệu trước đây đã sử dụng mô hình EFQM như thế nào?

## 2.2. Tóm tắt một số nghiên cứu đã được công bố

Nghiên cứu này được thực hiện sau khi tham khảo các nghiên cứu của các tác giả trên thế giới. Có thể tóm tắt một số nghiên cứu đã được sử dụng để tham khảo cho nghiên cứu này như sau:

Nghiên cứu đầu là nghiên cứu về lĩnh vực quản trị y tế. Minkman et al. (2007) tập trung tìm kiếm mô hình nổi trội nhất được ứng dụng để cải thiện hiệu quả của các tổ chức chăm sóc sức khỏe. Bằng cách tiến hành điều tra các tài liệu nghiên cứu trước đó, nghiên cứu phát hiện hai mô hình quan trọng được ứng dụng trong nhiều nghiên cứu là mô hình EFQM và mô hình chăm sóc trọn đời (The Chronic Care Model). Trong nghiên cứu tác giả đã sử dụng cơ sở dữ liệu từ các nguồn quan trọng là: PubMed, Cochrane, Abi/inform. Các tài liệu được xuất bản trong khoảng từ năm 1995 đến 2006. Kết quả khảo sát thống kê cho thấy trong khoảng thời gian đầu, EFQM ít xuất hiện, trong khoảng thời gian sau EFQM xuất hiện nhiều hơn. Nghiên cứu kết luận rằng việc áp dụng mô hình EFQM trong việc cải thiện hiệu quả của các tổ chức chăm sóc sức khỏe là một hướng đi đúng và đang từng bước phát triển.

Doeleman et al. (2014) trong nghiên cứu tác giả đã đưa ra mục tiêu tìm kiếm các bằng chứng thực nghiệm về hiệu quả của việc sử dụng mô hình EFQM. Các tác giả đã tìm kiếm được 24 tài liệu trong giai đoạn từ năm 2002-2012. Tác giả đặt câu hỏi về tính hiệu quả của việc áp dụng mô hình EFQM. Câu hỏi được đặt ra: Có bằng chứng thực nghiệm nào cho thấy hiệu suất được nâng cao thông qua các can thiệp theo tiêu chí của mô hình EFQM? Nghiên cứu sử dụng nguồn cơ sở dữ liệu Business Source Premier. Nghiên cứu đã xác định rằng có một số bằng chứng ủng hộ việc chọn mô hình xuất sắc EFQM. Tuy nhiên, bằng chứng này còn hạn chế, đặc biệt là nó chủ yếu dựa trên nghiên cứu mô tả và nghiên cứu thiếu nhóm đối chứng.

Yousefinezhadi et al. (2015) tiến hành điều tra ảnh hưởng của 2 mô hình quản lý chất lượng ISO 9001 và EFQM đến hiệu suất hoạt động của các bệnh viện thông qua phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu SLR (Systematic Literature Review) (Tranfield et al.,

2003). Sử dụng ba cơ sở dữ liệu gồm: Pubmed, Scopus, Cochrane Library, tác giả lựa chọn được 7 trong số 121 tài liệu đáp ứng đủ các yêu cầu. Trong 7 tài liệu có 3 tài liệu nghiên cứu về mô hình EFQM đã ảnh hưởng đến hiệu suất hoạt động của các bệnh viện như thế nào. Tất cả các đánh giá đều rất khả quan và cho thấy việc sử dụng mô hình EFQM đã làm tăng mức độ hài lòng của bệnh nhân và số lần nhập viện, đồng thời giảm thời gian nằm viện trung bình, giảm sự chậm trễ trong danh sách chờ phẫu thuật và giảm số lần tái nhập viện khẩn cấp.

Suárez et al. (2017) tổng hợp các tài liệu nghiên cứu định lượng về mô hình EFQM trong giai đoạn từ 1991-2015. Tác giả tìm kiếm được 53 tài liệu trên cơ sở dữ liệu Journal Citation Reports (JCR) và Scimago Journal & Country Rank (SJCR). Nghiên cứu này cũng sử dụng phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu SLR. Mục đích của nghiên cứu là tìm hiểu xem các tài liệu sử dụng EFQM theo phương pháp định lượng như thế nào? Có những khoảng trống nghiên cứu nào trong các nghiên cứu định lượng về EFQM? Kết quả phân tích khảo sát cho thấy những nội dung cơ bản đáng khích lệ như sau: EFQM có độ tin cậy cao khi áp dụng cho các lĩnh vực hoạt động khác nhau. Điểm số các cấu trúc của mô hình EFQM cần có sự điều chỉnh cho từng lĩnh vực khác nhau. Rào cản đối với việc áp dụng triển khai sử dụng EFQM là rào cản về văn hóa, tổ chức và nguồn lực.

Laurett & Mendes (2019) đánh giá hệ thống các tài liệu sử dụng mô hình EFQM để nghiên cứu về giáo dục đại học. Nghiên cứu của tác giả cũng sử dụng phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu SLR (Systematic Literature Review). Từ khóa được nghiên cứu sử dụng là "higher education". Nghiên cứu cũng sử dụng hai cơ sở dữ liệu là Elsevier's Scopus và Thomson Reuters' Web of Science. Sau khi tìm kiếm từ hai cơ sở dữ liệu, 90 tài liệu trùng lặp được giản lược. Thêm một số bước sàng lọc khác, tác giả giữ lại 25 bài báo để nghiên cứu phân tích. Các bài báo được mô tả và phân chia theo năm, theo địa lý và tác giả. Cuối cùng, tác giả đã tìm được 4 hướng nghiên cứu chính về giáo dục đại học đang sử dụng mô hình EFQM gồm có: Nghiên cứu định tính (40%), nghiên cứu định lượng (40%), nghiên cứu hỗn hợp (8%), và nghiên cứu các khái niệm (8%). Quá trình phân tích tài liệu cho thấy việc sử dụng EFQM có thể đạt hiệu quả cao trong công tác quản trị giáo dục đại học. Đồng thời tác giả cũng chỉ ra hạn chế trong các tài liệu này là thiếu những nghiên cứu về các bên liên quan, về hệ thống thông tin hỗ trợ, quá chú trọng đến quy trình quản lý.

Như vậy, trên thế giới đã có những nghiên cứu về việc sử dụng mô hình EFQM trong các lĩnh vực khác nhau. Các nghiên cứu được kể đến đều sử dụng phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu SLR (Systematic Literature Review). Chưa có nghiên cứu SLR nào về việc sử dụng mô hình EFQM trong lĩnh vực quản lý xây dựng.

## 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 3.1. Đối tượng nghiên cứu và khảo sát.

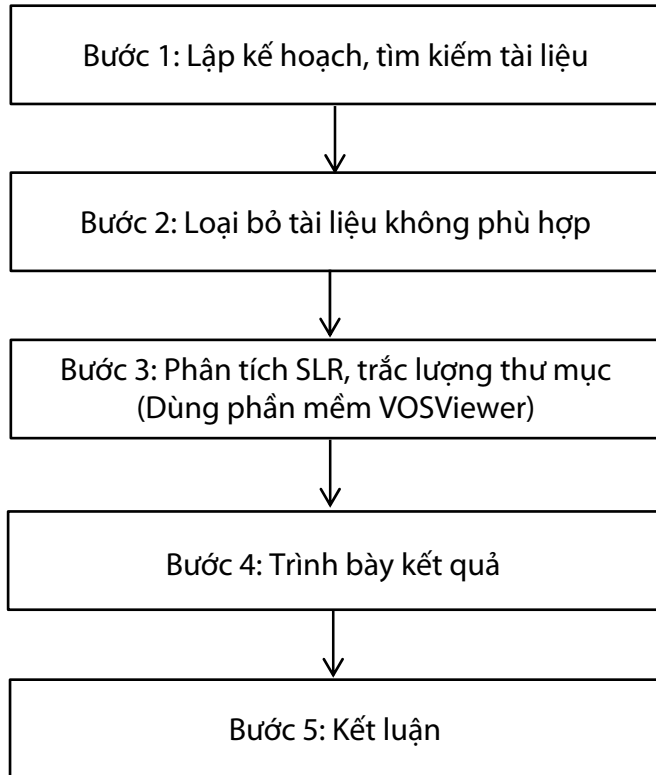
Đối tượng nghiên cứu là mô hình EFQM và ứng dụng của nó trong ngành quản lý xây dựng. Mặc dù mô hình EFQM đã có sự thay đổi, chỉnh sửa nhiều lần nhưng các cấu trúc cơ bản hầu như không thay đổi. Tất cả các mô hình EFQM từ trước đến nay đều là đối tượng của nghiên cứu. Ví dụ, một nghiên cứu sử dụng mô hình EFQM phiên bản năm 2000 cũng sẽ được tính tương đương với một nghiên cứu sử dụng mô hình EFQM năm 2013.

Đối tượng khảo sát của nghiên cứu này là những tài liệu nghiên cứu quản lý xây dựng sử dụng EFQM (không quan tâm đến việc sử dụng phiên bản nào) và xuất hiện trong khoảng thời gian từ trước tháng 4 năm 2023. Các nghiên cứu được khảo sát đều được xuất bản hoặc công bố trực tuyến của nhà xuất bản Elsevier.

Tất cả các nghiên cứu đều sử dụng ngôn ngữ tiếng Anh.

**3.2. Phương pháp nghiên cứu**

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp tổng quan hệ thống tài liệu SLR (Systematic Literature Review) của Tranfield et al. (2003) (xem Hình 2). Trong bước 3, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích trắc lượng thư mục (Bibliometrics). Nội dung của phương pháp nghiên cứu được thể hiện qua năm bước, có thể tóm tắt trong sơ đồ sau đây:



**Hình 2.** Quy trình nghiên cứu

Đầu tiên, nghiên cứu lập kế hoạch tìm kiếm tài liệu, tức là xác định sẽ tìm kiếm tài liệu ở đâu? Tìm kiếm như thế nào và trong khoảng thời gian nào? Hiện có ba nhà xuất bản có cơ sở dữ liệu uy tín, đầy đủ và thường được các nghiên cứu sử dụng là: Nhà xuất bản Elsevier (Scopus, Sciencedirect), nhà xuất bản Thomson Reuters (Web of Science), Viện Thông tin Khoa học Mỹ (Institute for Scientific Information). Nhiều nghiên cứu (Do et al., 2021; Pham-Duc et al., 2021) cho rằng cơ sở dữ liệu của nhà xuất bản Elsevier là cơ sở dữ liệu phổ biến hơn, được sử dụng và chấp nhận bởi nhiều nhà khoa học. Trong đó, cơ sở dữ liệu Sciencedirect là cơ sở dữ liệu chứa toàn bộ các loại sách báo điện tử đa ngành, hoàn toàn có thể truy cập miễn phí, sẽ được lựa chọn sử dụng trong nghiên cứu này.

Nghiên cứu này sử dụng toán tử "TITLE-ABS-KEY" với cú pháp như sau: ("EFQM" OR "European Foundation for Quality Management") AND ("construction management" OR "construction project management" OR "management of construction projects" OR "construction projects" OR "construction")

Từ khóa quan trọng của tìm kiếm là EFQM, các từ khóa còn lại bao hàm ý nghĩa chỉ các nghiên cứu trong lĩnh vực xây dựng hay quản lý dự án xây dựng. Khoảng thời gian truy xuất dữ liệu là từ trước đó đến thời điểm truy xuất dữ liệu là lúc 13h ngày 18.4.2023.

Trong bước nghiên cứu thứ hai, nghiên cứu sẽ chọn ra những tài liệu không phù hợp. Những tài liệu thuộc dạng: Bách khoa toàn

thư (Encyclopedia), biên tập (Editorials), giao tiếp ngắn (Short communications), đánh giá nhỏ (Mini reviews), chương sách (Book chapters) sẽ được loại bằng cách bỏ chọn. Những tài liệu thuộc các lĩnh vực khác xa với ngành quản lý xây dựng cũng sẽ bị loại.

Sau khi sàng lọc về mặt kỹ thuật, các tài liệu được đọc sơ bộ để tiến hành loại bỏ những tài liệu có nội dung không liên quan (mặc dù có chứa từ khóa tìm kiếm). Số lượng tài liệu còn lại sau hai bước được phân tích tổng quan hệ thống tài liệu SLR (systematic literature review) và đưa vào phần mềm VosViewer để phân tích các từ khóa, phân tích đồng trích dẫn.

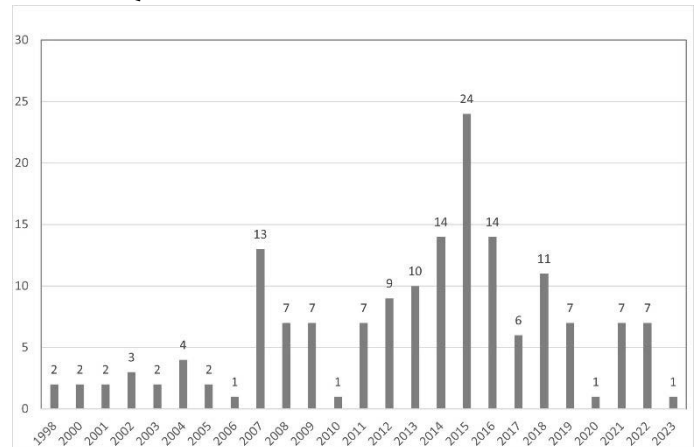
Các kết quả phân tích SLR được trình bày dưới dạng bảng, biểu đồ. Kết quả phân tích phân tích trắc lượng thư mục sẽ được trình bày dưới dạng hình ảnh trực quan. Từ các kết quả phân tích, nghiên cứu tìm ra các hướng nghiên cứu phổ biến, đặt tên cho hướng nghiên cứu, đồng thời gợi ý các hướng nghiên cứu tiếp theo.

**4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**4.1. Kết quả thống kê mô tả**

**4.1.1. Thống kê năm xuất bản**

Kết quả tìm kiếm truy xuất dữ liệu vào lúc 13h ngày 18/4/2023 là 267 tài liệu. Trải qua hai bước sàng lọc, nghiên cứu giữ lại 164 bài báo đáp ứng yêu cầu. Dựa trên biểu đồ số lượng nghiên cứu qua các năm, có thể chia thành 2 giai đoạn. Giai đoạn đầu tiên từ năm 1998 đến năm 2006. Giai đoạn này số lượng nghiên cứu sử dụng mô hình EFQM trong ngành quản lý xây dựng khá ít, mỗi năm có không quá 4 nghiên cứu. Giai đoạn sau là từ năm 2007 đến tháng 4/ 2023, tuy các năm 2010, 2020 chỉ có 1 nghiên cứu nhưng tính trung bình thì số lượng nghiên cứu của giai đoạn này nhiều hơn (trung bình 9 nghiên cứu mỗi năm). Như vậy có thể thấy, ngày càng có nhiều nghiên cứu trong ngành quản lý xây dựng sử dụng mô hình EFQM.



**Hình 3.** Biểu đồ số lượng nghiên cứu qua các năm

**4.1.2. Thống kê tạp chí xuất bản**

Các nghiên cứu tìm được đều thuộc danh mục các tạp chí uy tín thuộc Scopus. Danh sách các tạp chí xuất bản được trích xuất trực tiếp trên cơ sở dữ liệu, danh sách được sắp xếp theo thứ tự giảm dần như sau:

**Bảng 1:** Danh sách các tạp chí theo thứ tự giảm dần

STT	Tên tạp chí	Số bài xuất bản
1	Journal of Cleaner Production	20
2	Procedia - Social and Behavioral Sciences	15
3	International Journal of Project Management	12
4	International Journal of Production Economics	10
5	European Journal of Operational Research	8

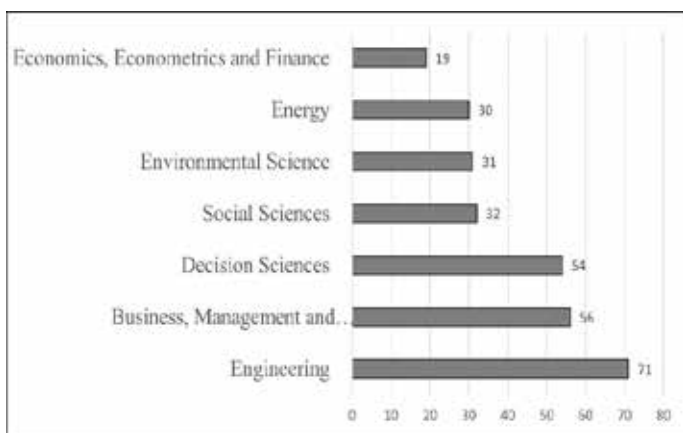
STT	Tên tạp chí	Số bài xuất bản
6	Microelectronics Reliability	7
7	Procedia Economics and Finance	5
8	Technovation	4
9	Procedia Engineering	4
10	Procedia Manufacturing	4
11	Computers & Industrial Engineering	3
12	International Journal of Information Management	3
13	Long Range Planning	3
14	Procedia CIRP	3
15	Advances in Engineering Software	2
16	Reliability Engineering & System Safety	2
17	Computers in Industry	2
18	Annals of Nuclear Energy	2
19	Omega	2
20	International Journal of Hospitality Management	2
21	Technological Forecasting and Social Change	2
22	Applied Soft Computing	2
23	Journal of Environmental Management	2
24	Accounting Forum	2
25	Procedia Technology	2

Đối với độc giả và các nhà nghiên cứu, danh sách các tạp chí là khá quan trọng. Danh sách đó sẽ cho biết đâu là tạp chí có nhiều xuất bản về chủ đề mà họ đang quan tâm. Độc giả có thể tìm thêm các nghiên cứu của tạp chí mà họ cho là quan trọng. Những nhà nghiên cứu có thể dựa vào danh sách này và lựa chọn tạp chí có nội dung sát với chủ đề mà mình nghiên cứu để tiến hành xuất bản.

Bảng trên cho biết, 3 tạp chí có nhiều bài xuất bản nhất là: Journal of Cleaner Production, Procedia - Social and Behavioral Sciences, International Journal of Project Management.

**4.1.2. Thống kê các lĩnh vực nghiên cứu**

Các nghiên cứu sử dụng EFQM trong lĩnh vực quản lý xây dựng đều thuộc các ngành hẹp khác nhau, hoặc ngành gần liên quan. Danh sách các lĩnh vực nghiên cứu được trích xuất từ cơ sở dữ liệu và được thể hiện bằng biểu đồ như sau:



Hình 4. Biểu đồ các lĩnh vực nghiên cứu chính

**4.2. Kết quả phân tích từ khóa**

Trong phần phân tích từ khóa, nghiên cứu lựa chọn những từ khóa xuất hiện từ 3 lần trở lên. Các từ khóa được phân mềm đánh giá dựa trên số lần xuất hiện và tổng độ mạnh liên kết. Kết quả phân tích từ khóa có thể xuất thành file dưới dạng text phục vụ cho việc lập các bảng biểu. Bảng kết quả phân tích từ khóa như sau.

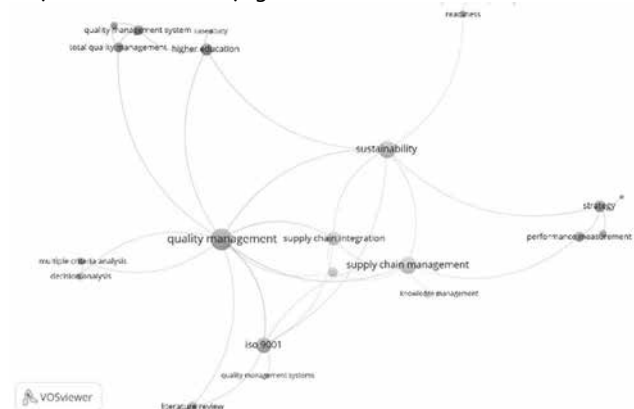
**Bảng 2:** Thống kê các từ khóa xuất hiện

STT	Từ khóa (keyword)	Số lần xuất hiện	Tổng độ mạnh liên kết
1	Quality management	14	17
2	Sustainability	8	10
3	Higher education	6	4
4	Performance measurement	6	3
5	Innovation	5	2
6	Literature review	5	3
7	Performance management	5	2
8	Strategy	5	4
9	Supply chain management	5	12
10	Case study	4	1
11	ISO 9001	4	8
12	Knowledge management	4	1
13	Multiple criteria analysis	4	3
14	Quality	4	0
15	Balanced scorecard	3	1
16	Corporate social responsibility	3	1
17	Customer satisfaction	3	0
18	Decision analysis	3	3
19	Enterprise resource planning (ERP)	3	2
20	Industry 4.0	3	0
21	Performance	3	0
22	Quality management system	3	3
23	Quality management systems	3	1
24	Readiness	3	3
25	Supply chain integration	3	10
26	Sustainable development	3	3
27	Total quality management	3	3

Trong số 690 từ khóa, chỉ có 27 từ khóa đáp ứng đủ điều kiện xuất hiện ít nhất 3 lần. Trong số 27 từ khóa này, có 4 từ khóa có tổng độ mạnh liên kết bằng 0 nên cũng không được xếp vào các nhóm. Bảng kết quả cho thấy các từ khóa xuất hiện nhiều và có tổng độ liên kết mạnh là: Quality management (14), Sustainability (8), Supply chain management (5), Supply chain integration (3), ISO 9001 (4), Higher education (6), và Performance measurement (6).

**4.3. Kết quả phân tích đồng trích dẫn**

Phân tích đồng trích dẫn là một kỹ thuật phân tích được thực hiện trên phần mềm VosViewer (Van Eck & Waltman, 2010). Hệ thống 164 nghiên cứu được trích xuất thành file và đưa vào phần mềm. Kết quả phân tích đồng trích dẫn được thể hiện trực quan và được trích xuất dưới dạng file ảnh như sau:



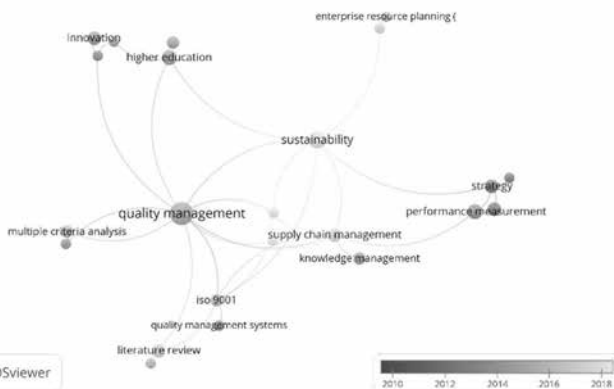
Hình 5. Mạng lưới từ khóa

Chú ý rằng vòng tròn càng lớn thì số lần xuất hiện càng nhiều, đường nối hai từ khóa càng dày thì cường độ xuất hiện càng lớn. Các từ khóa liên quan nhau được gom lại thành các nhóm, mỗi nhóm là một màu sắc riêng biệt. Nhìn vào hình ảnh, có thể thấy các từ khóa được chia thành 6 nhóm. Nghiên cứu này đã đặt tên các nhóm như sau:

**Bảng 3:** Phân chia các nhóm từ khóa theo chủ đề như sau

1 Quản lý tri thức, giáo dục	Case study	Trường hợp nghiên cứu
	Higher education	Giáo dục đại học
	innovation	Sự đổi mới
	Quality management system	Hệ thống quản lý chất lượng
2 Hệ thống tiêu chuẩn	Total quality management	Quản lý chất lượng tổng thể
	Corporate social responsibility	Trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp
	ISO 9001	Tiêu chuẩn ISO 9001
	Literature review	Báo cáo tổng quan
3 Quản lý hiệu quả thực hiện	Quality management systems	Các hệ thống quản lý chất lượng
	Balanced scorecard	Thẻ điểm cân bằng
	Performance management	Quản lý hiệu quả thực hiện
	Performance measurement	Đo lường hiệu quả thực hiện
4 Quản lý chuỗi cung ứng	Strategy	Chiến lược
	Knowledge management	Quản lý kiến thức
	Supply chain integration	Tích hợp chuỗi cung ứng
	Supply chain management	Quản lý chuỗi cung ứng
5 Hệ thống ra quyết định	Sustainable development	Phát triển bền vững
	Decision analysis	Phân tích quyết định
	Multiple criteria analysis	Phân tích đa tiêu chí
	Quality management	Quản lý chất lượng
6 Lập kế hoạch	Enterprise resource planning (ERP)	Lập kế hoạch nguồn lực doanh nghiệp (ERP)
	Readiness	Sự chuẩn bị
	Sustainability	Sự bền vững

Theo viện quản lý dự án PMI (Project Management Institute) có 9 lĩnh vực quan trọng trong quản lý dự án là: Quản lý tích hợp dự án; Quản lý phạm vi dự án; Quản lý thời gian dự án; Quản lý chi phí dự án; Quản lý chất lượng dự án; Quản lý nguồn nhân lực dự án; Quản lý truyền thông dự án; Quản lý rủi ro dự án; Quản lý mua sắm dự án. Với 6 hướng nghiên cứu và 23 từ khóa phổ biến kể trên, các tài liệu sử dụng EFQM trong lĩnh vực quản lý dự án xây dựng đang còn rất nhiều khoảng trống. Những nghiên cứu sau này có thể căn cứ vào đó để lựa chọn hướng nghiên cứu nhằm lấp đầy khoảng trống, hoặc phân tích sâu hơn.



**Hình 6.** Bản đồ thời gian xuất hiện từ khóa

Các từ khóa trong sáu hướng nghiên cứu liệt kê ở trên cũng chưa hoàn toàn đầy đủ. Ví dụ hướng nghiên cứu số 3 được đặt tên

là “quản lý hiệu quả thực hiện” nhưng mới chỉ có các nghiên cứu sử dụng thẻ điểm cân bằng, quản lý hiệu quả thực hiện, đo lường hiệu quả thực hiện. Có thể bổ sung cho hướng nghiên cứu này bằng các nghiên cứu sử dụng các phương pháp khác nhau để đánh giá hay đo lường hiệu quả thực hiện.

Ngoài ra, kết quả trích xuất từ phần mềm còn cho biết thời gian xuất hiện các từ khóa. Màu tối thể hiện từ khóa xuất hiện đã lâu, màu sáng thể hiện từ khóa mới xuất hiện. Bản đồ thời gian xuất hiện từ khóa cho thấy xu hướng nghiên cứu gần đây là sự bền vững (Sustainability). Tức là sử dụng mô hình EFQM để nghiên cứu về sự bền vững trong ngành quản lý xây dựng. Hướng nghiên cứu chiến lược (Strategy) xuất hiện sớm nhất.

**5. KẾT LUẬN**

Nghiên cứu này đã tìm những tài liệu của ngành quản lý xây dựng sử dụng mô hình EFQM và phát hiện ra 6 hướng nghiên cứu chủ yếu. Kết quả này giúp những nghiên cứu sau này có cái nhìn toàn cảnh về việc áp dụng mô hình EFQM. Trong xu thế chung, sự phát triển của ngành quản lý xây dựng đòi hỏi phải liên tục tìm tòi, khám phá các mô hình mới. Các nghiên cứu sử dụng mô hình EFQM trong ngành quản lý xây dựng còn khá ít. Vì vậy nghiên cứu này cho rằng các nghiên cứu về quản lý xây dựng trong tương lai hoàn toàn có thể sử dụng mô hình EFQM như một công cụ nghiên cứu có hiệu quả.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

{1} Do, T.-T., Thi Tinh, P., Tran-Thi, H.-G., Bui, D. M., Pham, T. O., Nguyen-Le, V.-A., & Nguyen, T.-T. (2021). Research on lifelong learning in Southeast Asia: A bibliometrics review between 1972 and 2019. *Cogent Education*, 8(1), 1994361. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2021.1994361>

{2} Doleman, H. J., ten Have, S., & Ahaus, C. T. B. (2014). Empirical evidence on applying the European Foundation for Quality Management Excellence Model, a literature review. *Total Quality Management & Business Excellence*, 25(5-6), 439-460. <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.862916>

{3} EFQM. (2000). (PDF) *Do we need a new compass for the journey through the global crisis?* [https://www.researchgate.net/publication/307812826\\_Do\\_we\\_need\\_a\\_new\\_compass\\_for\\_the\\_journey\\_through\\_the\\_global\\_crisis/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/307812826_Do_we_need_a_new_compass_for_the_journey_through_the_global_crisis/figures?lo=1)

{4} Kristensen, K., Jørn Juhl, H., & Eskildsen, J. (2001). Benchmarking excellence. *Measuring Business Excellence*, 5(1), 19-24. <https://doi.org/10.1108/13683040010362256>

{5} Laurett, R., & Mendes, L. (2019). EFQM model's application in the context of higher education: A systematic review of the literature and agenda for future research. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 36(2), 257-285. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2017-0282>

{6} Minkman, M., Ahaus, K., & Huijsman, R. (2007). Performance improvement based on integrated quality management models: What evidence do we have? A systematic literature review. *International Journal for Quality in Health Care*, 19(2), 90-104. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzl071>

{7} Pham-Duc, B., Tran, T., Le, H., Nguyen, N., Cao, H., & Nguyen, T. (2021). Research on Industry 4.0 and on key related technologies in Vietnam: A bibliometric analysis using Scopus. *Learned Publishing*, 34(3), 414-428. <https://doi.org/10.1002/leap.1381>

{8} Suárez, E., Calvo-Mora, A., Roldán, J. L., & Periañez-Cristóbal, R. (2017). Quantitative research on the EFQM excellence model: A systematic literature review (1991-2015). *European Research on Management and Business Economics*, 23(3), 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2017.05.002>

{9} Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>

{10} van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

{11} Yousefinezhadi, T., Mohamadi, E., Safari Palangi, H., & Akbari Sari, A. (2015). The Effect of ISO 9001 and the EFQM Model on Improving Hospital Performance: A Systematic Review. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 17(12). <https://doi.org/10.5812/ircmj.23010>

# Phân tích uốn tĩnh của tấm có lỗ rỗng

## Static bending analysis of porous plates

> TS VŨ VĂN HOÀNG, TS NGUYỄN CHÍ THỌ

Học viện Kỹ thuật quân sự

### TÓM TẮT

Bài báo lần đầu tiên sử dụng phương pháp giải tích kết hợp lý thuyết biến dạng cắt bậc ba để nghiên cứu bài toán uốn tĩnh của tấm làm bằng vật liệu có lỗ rỗng. Tấm gồm ba lớp vật liệu, trong đó hai lớp ngoài cùng được làm bằng vật liệu xốp (có lỗ rỗng vi mô). Lời giải được xác định dựa trên cách tiếp cận giải tích của Navier, lý thuyết tính toán được kiểm chứng thông qua so sánh với các công trình đã công bố. Bài báo cũng khảo sát một số yếu tố vật liệu, tỷ lệ thể tích lỗ rỗng, và chiều dày tấm đến đáp ứng uốn tĩnh của tấm, các kết quả nghiên cứu là tài liệu tham khảo có giá trị đối với các nhà thiết kế, chế tạo kết cấu làm bằng nhiều lớp vật liệu trong thực tế.

**Từ khóa:** Tấm có lỗ rỗng; uốn tĩnh; lời giải Navier.

### ABSTRACT

This is the first paper to integrate the analytical method with the theory of the third-order shear strain to investigate the problem of static bending of porous-material plates. The plate consists of three material layers, the exterior two of which are composed of microporous material. The solution is determined using Navier's analytic method, and the calculation theory is validated by comparing it to published works. In addition, the article investigates the effect of certain material parameters, such as porous volume ratio and plate thickness, on the static deformation response of a plate. In practice, the research outcomes are valuable references for designers and fabricators of multilayer material structures.

**Keywords:** Porous plate, static bending, Navier solution.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các vật liệu mới đã và đang được ứng dụng nhiều trong thực tiễn, như vật liệu composite ba pha, vật liệu từ tính, vật liệu áp điện, vật liệu biến đổi chức năng, ... Và để tận dụng ưu điểm của các vật liệu thành phần, cũng như đảm bảo một số yêu cầu kỹ thuật đặc biệt, các nhà khoa học đã chế tạo ra các loại vật liệu nhiều lớp, trong đó mỗi lớp vật liệu có thể có những đặc trưng cơ tính thay đổi. Một trong những loại kết cấu như vậy chính là tấm có nhiều lớp, trong đó có những lớp được chế tạo để tạo thành các lỗ rỗng vi mô (coi như vật liệu

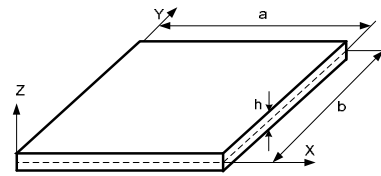
xốp), điều này cho phép tấm có khả năng cách nhiệt, cách âm, hoặc có khả năng làm việc trong môi trường đặc biệt tùy vào vật liệu tạo ra, ... Cũng chính vì tầm quan trọng của nó mà việc nghiên cứu ứng xử cơ học của các kết cấu làm bằng vật liệu có lỗ rỗng cần phải được quan tâm nghiên cứu đầy đủ.

Để nghiên cứu tính toán các kết cấu, người ta có thể sử dụng nhiều cách tiếp cận khác nhau như phương pháp giải tích, phương pháp số [1-6], tuy nhiên phương pháp giải tích là một phương pháp có độ chính xác cao, được nhiều nhà khoa học trong nước và quốc tế đánh giá cao.

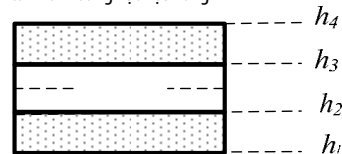
Do vậy bài báo này sử dụng phương pháp giải tích để đưa ra lời giải chính xác đối với bài toán uốn tĩnh của tấm có lỗ rỗng vi mô, các kết quả nghiên cứu này có ý nghĩa định hướng cho việc thiết kế, chế tạo và sử dụng các kết cấu làm bằng vật liệu rỗng và có nhiều lớp một cách có hiệu quả nhất.

### 2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ LỜI GIẢI

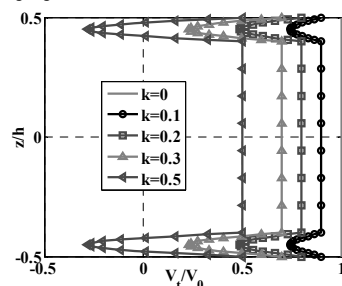
Xét tấm có chiều dài các cạnh lần lượt là  $a$  và  $b$ , chiều dày tấm  $h$  được mô tả như trên hình 1 và hình 2.



Hình 1. Mô hình tấm làm bằng vật liệu rỗng



Hình 2. Mặt cắt ngang của tấm



Hình 3. Sự phân bố tỷ lệ thể tích ứng với trường hợp tỷ lệ chiều dày các cạnh tấm là 1-8-1

Giả sử tấm được chế tạo bởi ba lớp vật liệu, tổng chiều dày tấm là  $h$ , lớp giữa là vật liệu đồng chất, hai lớp ngoài cùng là vật liệu xốp với tỷ lệ thể tích được biểu diễn theo công thức:

$$V_i^{(i)} = V_0^{(i)} \left( 1 - k + \frac{\pi k}{2} \cos\left(\frac{\pi z}{h_i}\right) \right); \quad i=1,3 \quad (1)$$

trong đó  $k$  là tham số đặc trưng cho sự phân bố vật liệu.

Trên hình 3 thể hiện sự phân bố tỷ lệ thể tích vật liệu ứng với trường hợp tỷ lệ chiều dày ba lớp lần lượt là 1-8-1.

Trường chuyển vị của tấm gồm ba thành phần chuyển vị theo ba trục tọa độ được tính theo hàm biến đổi bậc ba của biến chiều dày như sau:

$$\begin{cases} u(x, y, z) = -z\partial w_b / \partial x - \Theta_z \partial w_s / \partial x \\ v(x, y, z) = -z\partial w_b / \partial y - \Theta_z \partial w_s / \partial y \\ w(x, y, z) = w_b(x, y) + w_s(x, y) \end{cases} \quad (2)$$

trong đó hàm  $\Theta_z = -\frac{z}{4} + \frac{5}{3} \frac{z^3}{h^2}$ . Thành phần chuyển vị theo trục

$z$  ( $w$ ) gồm cả thành phần chuyển vị uốn  $w_b$  và thành phần chuyển vị cắt  $w_s$ , hàm  $\Theta_z$  là hàm bậc ba của biến chiều dày  $z$ .

Các thành phần biến dạng của tấm được tính từ các đạo hàm riêng như sau:

$$\begin{cases} \boldsymbol{\varepsilon} = z\boldsymbol{\varepsilon}_z + \Theta_z \boldsymbol{\varepsilon}_f \\ \boldsymbol{\gamma}_s = \boldsymbol{\lambda}_z \boldsymbol{\gamma}_{s0} \end{cases} \quad (3)$$

trong đó:

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}_z &= \{\varepsilon_{zx}, \varepsilon_{zy}, \varepsilon_{zxy}\}^T \\ \boldsymbol{\varepsilon}_f &= \{\varepsilon_{fx}, \varepsilon_{fy}, \varepsilon_{fxy}\}^T \\ \boldsymbol{\gamma}_{s0} &= \{\gamma_{sxz}, \gamma_{syz}\}^T \quad \varepsilon_{zx} = -\partial^2 w_b / \partial x^2 \\ \varepsilon_{zy} &= -\partial^2 w_b / \partial y^2 \\ \varepsilon_{zxy} &= -2\partial^2 w_b / \partial x \partial y \\ \varepsilon_{fx} &= -\frac{\partial^2 w_s}{\partial x^2} \\ \varepsilon_{fy} &= -\partial^2 w_s / \partial y^2; \\ \varepsilon_{fxy} &= -2\partial^2 w_s / \partial x \partial y \\ \gamma_{sxz} &= \partial w_s / \partial x; \\ \gamma_{syz} &= \partial w_s / \partial y \\ \boldsymbol{\lambda}_z &= 1 - d\Theta_z / dz \end{aligned} \quad (4)$$

Đối với lớp thứ  $i$ , quan hệ giữa ứng suất và biến dạng tuân theo định luật Hooke như sau:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix}^i = \frac{E_i}{1-\nu_i^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu_i & 0 \\ \nu_i & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu_i}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix}^i = \mathbf{G}_b^i \boldsymbol{\varepsilon}^i \\ \begin{bmatrix} \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{bmatrix}^i = \frac{E_i}{2(1+\nu_i)} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{bmatrix}^i = \mathbf{G}_s^i \boldsymbol{\gamma}_s^i \end{cases} \quad (5)$$

trong đó các ma trận:

$$\begin{cases} \mathbf{G}_b^i = \frac{E_i}{1-\nu_i^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu_i & 0 \\ \nu_i & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu_i}{2} \end{bmatrix} \\ \mathbf{G}_s^i = \frac{E_i}{2(1+\nu_i)} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{cases} \quad (6)$$

Tích phân theo chiều dày tấm, ta thu được các thành phần nội lực của tấm bao gồm các thành phần mô men và lực cắt có dạng sau:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{bmatrix} = \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \mathbf{G}_b^i \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix}^i z dz = \mathbf{A}_z \boldsymbol{\varepsilon}_z + \mathbf{B}_f \boldsymbol{\varepsilon}_f \\ \begin{bmatrix} S_x \\ S_y \\ S_{xy} \end{bmatrix} = \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \mathbf{G}_b^i \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix}^i f_z dz = \mathbf{B}_f \boldsymbol{\varepsilon}_z + \mathbf{D}_f \boldsymbol{\varepsilon}_f \\ \begin{bmatrix} Q_{xz} \\ Q_{yz} \end{bmatrix} = \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \mathbf{G}_s^i \begin{bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{bmatrix}^i dz = \mathbf{A}_s \boldsymbol{\gamma}_{s0} \end{cases} \quad (7)$$

trong đó các ma trận hệ số xác định như sau:

$$\begin{cases} \{\mathbf{A}_z, \mathbf{B}_f, \mathbf{D}_f\} = \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \mathbf{G}_b^i \{z^2, z\Theta_z, \Theta_z\} dz \\ \mathbf{A}_s = \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \mathbf{G}_s^i \boldsymbol{\lambda}_z^2 dz \end{cases} \quad (8)$$

Để thiết lập phương trình cân bằng cho tấm, bài báo sử dụng nguyên lý công khả dĩ như sau:

$$\delta \Pi_{nl} - \delta \Pi_{ng} = 0 \quad (9)$$

trong đó  $\delta \Pi_{nl}, \delta \Pi_{ng}$  là công khả dĩ của nội lực và ngoại lực tác dụng lên tấm.

Biểu thức công khả dĩ của nội lực được xác định như sau:

$$\begin{aligned} \delta \Pi_{nl} &= \int_{\Omega} \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \left( (\sigma_x)^i \delta(\varepsilon_x)^i + (\sigma_y)^i \delta(\varepsilon_y)^i \right. \\ &\quad \left. + (\tau_{xy})^i \delta(\gamma_{xy})^i + (\tau_{xz})^i \delta(\gamma_{xz})^i \right. \\ &\quad \left. + (\tau_{yz})^i \delta(\gamma_{yz})^i \right) dz d\Omega \\ &= \int_{\Omega} \sum_i \int_{h_i}^{h_{i+1}} \left( -M_x \frac{\partial^2 \delta w_b}{\partial x^2} - S_x \frac{\partial^2 \delta w_s}{\partial x^2} - M_y \frac{\partial^2 \delta w_b}{\partial y^2} \right. \\ &\quad \left. - S_y \frac{\partial^2 \delta w_s}{\partial y^2} - 2M_{xy} \frac{\partial^2 \delta w_b}{\partial x \partial y} \right. \\ &\quad \left. - 2S_{xy} \frac{\partial^2 \delta w_s}{\partial x \partial y} + Q_{xz} \frac{\partial \delta w_s}{\partial x} + Q_{yz} \frac{\partial \delta w_s}{\partial y} \right) dz d\Omega \end{aligned} \quad (10)$$

Giả sử tấm chịu tác dụng của lực phân bố đều trên bề mặt của tấm, biểu thức công khả dĩ của ngoại lực được xác định như sau:

$$\delta \Pi_{nl} = \int_{\Omega} q \delta w dA = \int_{\Omega} q \delta (w_b + w_s) d\Omega \quad (11)$$

trong đó  $q$  là tải trọng phân bố đều tác dụng lên tấm. Thay các biểu thức (10) và (11) vào phương trình (9), ta rút ra được hai phương trình cân bằng theo hai biến  $w_b$  và  $w_s$  như sau:

$$\delta w_b : \frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} + q = 0 \quad (12)$$

$$\delta w_s : \frac{\partial^2 S_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 S_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 S_y}{\partial y^2} + \frac{\partial F_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial F_{yz}}{\partial y} + q = 0$$

Để giải phương trình cân bằng (12), ta sử dụng lời giải của Navier, xét tấm chịu liên kết tựa đơn trên tất cả các cạnh, nghiệm cần tìm của (12) sẽ được khai triển dưới dạng chuỗi lượng giác kép như sau:

$$\begin{cases} w_b(x, y) = \sum_{r=1}^{\infty} \sum_{s=1}^{\infty} D_{bmn} \sin\left(\frac{r\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{s\pi y}{b}\right) \\ w_s(x, y) = \sum_{r=1}^{\infty} \sum_{s=1}^{\infty} D_{smn} \sin\left(\frac{r\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{s\pi y}{b}\right) \end{cases} \quad (13)$$

trong đó  $D_{bmn}$  và  $D_{smn}$  là biên độ của các chuyển vị. Còn biểu thức của ngoại lực tác dụng lên tấm cũng được khai triển ở dạng chuỗi lượng giác:

$$q(x, y) = \sum_{s=1}^{\infty} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{16Q_0}{\pi^2 rs} \sin\left(\frac{r\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{r\pi y}{b}\right) \quad (14)$$

trong đó  $Q_0$  là biên độ ngoại lực.

Thay các biểu thức (13) và (14) vào phương trình (12), ta rút ra được phương trình sau:

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} D_{bmn} \\ D_{smn} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} Q_b \\ Q_s \end{Bmatrix} \quad (15)$$

trong đó các hệ số trong phương trình (16) được xác định như sau:

$$\begin{aligned} K_{11} &= m^4 A_{z11} + 2A_{z12}m^2n^2 + A_{z12}n^4 + 4A_{z33}m^2n^2 \\ K_{12} &= n^4 B_{f11} + 2B_{f12}m^2n^2 + B_{f12}m^4 + 4B_{f33}m^2n^2 \\ K_{21} &= m^4 B_{f11} + 2B_{f12}m^2n^2 + B_{f12}n^4 + 4B_{f33}m^2n^2 \\ K_{22} &= n^4 D_{f11} + 2D_{f12}m^2n^2 + D_{f12}m^4 + 4D_{f33}m^2n^2 + A_{s11}m^2 + A_{s22}n^2 \end{aligned} \quad (16)$$

$$Q_b = Q_s = \frac{16Q_0}{\pi^2 rs}$$

trong đó  $m = \pi / a$ ;  $n = \pi / b$

Như vậy các hệ số  $K_{ij}$  ở vế trái của phương trình (15) phụ thuộc vào các đặc trưng hình học và vật liệu của tấm, còn vế phải phụ thuộc vào ngoại lực tác dụng lên tấm. Giải phương trình (15), ta sẽ thu được các ẩn  $D_{bmn}$  và  $D_{smn}$ , từ đó sẽ xác định được biểu thức chuyển vị  $w$  tại bất kỳ điểm nào trên tấm.

### 3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Kiểm chứng độ tin cậy

Xét tấm vuông với thông số chiều dài cạnh là  $a$ , chiều dày  $h = a/10$ , mô đun đàn hồi  $E = 380$  GPa, hệ số Poisson  $\nu = 0.3$ . Tấm chịu tải trọng phân bố đều với cường độ  $P$ , chuyển vị lớn nhất không thứ nguyên được tính toán và so sánh  $w^* = 10w_{max}h^3E/Pa^4$ . Kết quả tính toán theo lý thuyết của bài báo là  $w^* = 0.46$ , kết quả tính theo tài liệu [6] là  $w^* = 0.46$ , điều này thể hiện sự tin cậy của lý thuyết tính toán của bài báo này.

#### 3.2 Khảo sát ảnh hưởng của một số tham số

Xét tấm có các thông số như sau: tấm vuông cạnh  $a = b$ , chiều dày  $h$ , các đặc trưng cơ tính vật liệu được lấy như sau:  $E_m = 70$  GPa,  $\nu_m = 0.3$ , tấm chịu tải trọng tác dụng phân bố đều với cường độ  $P$ , thông số để khảo sát là chuyển vị không thứ nguyên lớn nhất của tấm có biểu thức tính toán  $w^* = 100w_{max}h_0^3Em/Pa^4$ , với  $h_0 = a/10$ . Tấm chịu liên kết tựa đơn trên các cạnh.

- Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ chiều dày các lớp vật liệu: thay đổi chiều dày các lớp vật liệu, kết quả tính toán chuyển vị lớn nhất tại giữa tấm được thể hiện như trên bảng 1. Có thể thấy rằng khi thay đổi chiều dày các lớp vật liệu, chuyển vị lớn nhất của tấm cũng thay đổi theo. Đồng thời, khi tăng dần giá trị của tỷ lệ thể tích  $V_0$ , chuyển vị lớn nhất của tấm tăng lên, điều này chứng tỏ tấm sẽ bị "mềm" hơn khi tỷ lệ thể tích  $V_0$  tăng lên.

**Bảng 1.** Chuyển vị lớn nhất của tấm phụ thuộc tỷ lệ chiều dày các lớp vật liệu,  $\kappa = 0.1$

$V_0$	2-1-2	1-1-1	1-2-1	1-8-1
0	4.636	4.620	4.586	4.468
0.1	5.219	5.215	5.065	4.959
0.2	5.932	5.947	5.632	5.546
0.3	6.829	6.874	6.314	6.263
0.4	7.997	8.092	7.155	7.160
0.5	9.589	9.771	8.219	8.319

- Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $\kappa$ : Bảng 2 trình bày kết quả tính toán chuyển vị lớn nhất của tấm phụ thuộc tham số  $\kappa$ . Kết

quả tính toán cho thấy khi tỷ lệ thể tích  $V_0=0$  thì chuyển vị lớn nhất của tấm là như nhau với mọi giá trị của tham số  $\kappa$ . Khi tăng dần giá trị của tham số  $\kappa$  thì chuyển vị lớn nhất có xu hướng giảm xuống.

**Bảng 2.** Chuyển vị lớn nhất của tấm phụ thuộc vào giá trị của tham số  $\kappa$  (tỷ lệ ba lớp vật liệu là 1-1-1)

$V_0$	$\kappa = 0$	$\kappa = 0.1$	$\kappa = 0.2$	$\kappa = 0.3$
0	4.620	4.620	4.620	4.620
0.1	5.221	5.215	5.209	5.203
0.2	5.947	5.947	5.932	5.916
0.3	6.874	6.874	6.844	6.813
0.4	8.092	8.092	8.038	7.983
0.5	9.771	9.771	9.676	9.581

- Khảo sát ảnh hưởng của chiều dày tấm  $h$ : thay đổi chiều dày tấm  $h$  sao cho tỷ lệ  $a/h$  tăng dần từ 10 đến 40, kết quả tính toán chuyển vị lớn nhất của tấm được thể hiện như trên bảng 3. Dễ dàng nhận thấy rằng khi giảm chiều dày tấm, tấm trở lên "mềm" hơn, do vậy chuyển vị lớn nhất của tấm tăng lên.

**Bảng 3.** Chuyển vị lớn nhất của tấm phụ thuộc vào tỷ lệ chiều dài và chiều dày tấm  $a/h$  (tỷ lệ ba lớp vật liệu là 1-1-1,  $\kappa = 0.1$ )

$V_0$	$a/h = 10$	$a/h = 20$	$a/h = 30$	$a/h = 40$
0	4.620	35.743	119.874	283.516
0.1	5.215	40.405	135.544	320.606
0.2	5.947	46.136	154.808	366.204
0.3	6.874	53.391	179.193	423.923
0.4	8.092	62.922	211.230	499.754
0.5	9.771	76.076	255.447	604.415

### 4. KẾT LUẬN

Bài báo lần đầu tiên sử dụng phương pháp giải tích dựa trên lời giải dạng Navier để nghiên cứu đáp ứng uốn tĩnh của tấm làm bằng nhiều lớp vật liệu và có lỗ rỗng vi mô. Các công thức tính toán được thiết lập dựa trên lý thuyết biến dạng cắt bậc ba, lý thuyết này mô tả đầy đủ và chính xác các đáp ứng của tấm. Lý thuyết tính toán đã được kiểm chứng đảm bảo độ tin cậy cần thiết. Bài báo cũng tiến hành khảo sát ảnh hưởng của một số tham số đến đáp ứng uốn tĩnh của tấm. Các kết quả nghiên cứu trong bài báo này là cơ sở khoa học có giá trị tham khảo khi thiết kế và sử dụng kết cấu tấm nhiều lớp có lỗ rỗng trong kỹ thuật và đời sống.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viet, D. N.; Binh, V. P. Static bending, free vibration, and buckling analyses of two-layer FGM plates with shear connectors resting on elastic foundations. Alexandria Engineering Journal, 2023, 62, 369-390.
- [2] Nam, H. V.; Duc, H. D.; Khoa, M. N.; Thom, D. V.; Hong, T. T. Phase-field buckling analysis of cracked stiffened functionally graded plates. Composite Structures, 2019, 217, 50-59.
- [3] Aman, G.; Chalak, H. D.; Anupam, C. Bending analysis of functionally graded sandwich plates using Hozt including transverse displacement effects. Mechanics Based Design of Structures and Machines. 2022, 50 (10), 3563-3577.
- [4] Ouinas, D.; Fekirini, H.; Olay, J. A.; Achour, B.; Boukendakdji, M. New hybrid HSDT for bending, free vibration, and buckling analysis of FGM plates (2D & quasi-3D). Smart Structures and Systems, 2022, 29 (3), 395-420.
- [5] Imam, J. M.; Sundararajan, N.; Irwan, K. Application of discrete shear quadrilateral element for static bending, free vibration and buckling analysis of functionally graded material plate. Composite Structures, 2022, 284, 51-87.
- [6] Zenkour, A. M. Generalized shear deformation theory for bending analysis of functionally graded plates. Applied Mathematical Modelling, 2009, 30 (1), 67-84.

# Những yếu tố ảnh hưởng đến tình trạng chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam

Factors influencing the delay of Factory construction progress in Vietnam

> **THS NGUYỄN KHẮC QUÂN<sup>1</sup>, NGUYỄN THỊ SONG TIẾN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: quan.nk@ou.edu.vn

<sup>2</sup>SV K2019, Ngành Quản lý Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: 1951042120tien@ou.edu.vn

## TÓM TẮT

Xây dựng các dự án nhà xưởng đang được triển khai rộng rãi tại Việt Nam như một phần của nỗ lực CNH và HĐH. Trong quá trình thi công, tình trạng chậm tiến độ được cho là khá phổ biến. Nghiên cứu này, các tác giả đã thu thập ý kiến của 84 chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng nhà xưởng nhằm khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến việc chậm tiến độ xây dựng nhà xưởng. Bằng cách sử dụng giá trị trung bình và xếp hạng các nhân tố, nghiên cứu đã cho thấy tất cả 57 yếu tố đều có ảnh hưởng từ trung bình đến ảnh hưởng lớn tới sự chậm trễ trong việc xây dựng nhà xưởng tại Việt Nam. Trong số đó, nổi bật là 5 yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến tình trạng chậm tiến độ xây dựng, với giá trị trung bình từ 4,0 trở lên.

**Từ khóa:** Yếu tố ảnh hưởng; tiến độ thi công; chậm tiến độ thi công; nhà xưởng; thi công nhà xưởng.

## ABSTRACT

Construction of factory projects is being widely implemented in Vietnam as part of efforts to industrialization and modernization. During the construction process, slow progress is said to be quite common. This study has collected opinions of 84 experts in the field of factory construction to investigate the factors affecting the delay in factory construction. By using the mean and ranking the factors, the study found that all 57 factors have moderate to high influence on the delay in factory construction in Vietnam. Among them, there are 5 factors that have the greatest influence on construction delay, with an average value of 4.0 or more.

**Key words:** Influencing factors; construction progress; construction delay; factory; factory construction.

## 1. GIỚI THIỆU

Ngành Xây dựng là một ngành công nghiệp quan trọng của tất cả các nước trên thế giới. Đối với một nước đang phát triển trong quá trình CNH và HĐH đất nước như Việt Nam. Thì việc phát triển công nghiệp đang là xu thế dẫn đầu. Rất nhiều nhà đầu tư trên khắp thế giới, đã mạnh dạng đầu tư vào Việt Nam để phát triển công nghiệp. Chính vì vậy, nhiều cụm công nghiệp, khu công nghiệp mọc trên rất nhanh. Quy hoạch xây dựng các cụm công nghiệp, khu công nghiệp hóa có vai trò và vị trí hết sức quan trọng trong chiến lược Phát triển KT-XH của quốc gia nhằm định hướng quy hoạch xây dựng các khu công nghiệp Việt Nam phát triển đồng bộ với hệ thống đô thị - nông thôn quốc gia, đảm bảo phát triển bền vững. Việc xây dựng nhà công nghiệp để phục vụ nhu cầu sản xuất cũng không ngừng phát triển. Tuy nhiên, rất nhiều dự án bị chậm trễ tiến độ so với thời gian dự tính ban đầu. Việc chậm trễ tiến độ ảnh hưởng rất lớn đến chi phí, chất lượng công trình. Vì vậy việc quản lý giúp cho dự án được hoàn thành đúng tiến độ luôn là mục tiêu hàng đầu của ngành Xây dựng nói chung, cũng như xây dựng nhà công nghiệp nói riêng. Mặc dù vậy, hiện nay vẫn còn nhiều dự án xây dựng bị chậm trễ.

Tình trạng chậm trễ tiến độ thi công trong những năm gần đây đang trong tình trạng báo động. Theo thống kê, báo cáo 113/125 bộ ngành, địa phương, tập đoàn kinh tế, tổng 91 trên hệ thống thông tin về giám sát, đánh giá đầu tư chương trình, dự án đầu tư sử dụng vốn nhà nước (gọi tắt là Hệ thống thông tin). Bộ Kế hoạch và Đầu tư cho biết, trong năm 2020 có 70.679 dự án thực hiện đầu tư. Trong đó, gần một nửa trong số đó là các dự án chuyển tiếp (32.120 dự án, chiếm 45,44%) và phần còn lại là dự án khởi công mới (38.559 dự án, chiếm 54,56%). Trong số đó dự án khởi công mới, chủ yếu là dự án nhóm C với 37.510 dự án. Trong năm 2020, nhiều dự án vẫn còn chậm tiến độ, tỷ lệ các dự án phải điều chỉnh vẫn còn cao. Cụ thể, có 1867 dự án chậm tiến độ, chiếm 2,6% số dự án thực hiện đầu tư trong kỳ, trong đó nhóm A là 45 dự án, nhóm B là 529 dự án, nhóm C là 1.293 dự án (Bộ Kế hoạch và Đầu tư, 2020).

Hiện nay, sau 2 năm đại dịch COVID -19 bùng phát đã làm cho các công trình xây dựng bị trì hoãn. Nền kinh tế đang gặp rất nhiều khó khăn. Nguồn lực tài chính của các doanh nghiệp đang suy giảm một cách nghiêm trọng. Do đó việc tìm ra nhân tố ảnh hưởng đến việc chậm tiến độ thi công xây dựng và kiến nghị các giải pháp khắc phục sẽ giúp cho các bên liên quan trong dự án xây dựng giảm được thiệt hại về tài chính do việc chậm trễ gây ra. Vì vậy, nghiên cứu "Những nhân tố ảnh hưởng

đến việc chậm tiến độ thi công xây dựng nhà công nghiệp ở Việt Nam” là thiết thực và cần thiết.

## 2. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU

### 2.1. Chậm tiến độ

Chậm trễ là các hoạt động hoặc các sự kiện có thời gian hoàn thành lớn hơn thời gian cần thiết dự kiến (Stumpf, George R, 2000). Trong xây dựng, chậm trễ tiến độ là khoảng thời gian mà các hạng mục của dự án thi công kéo dài hoặc hoàn thành không đúng hạn (Bramble và Callahan, 1987). Nói tóm lại, chậm trễ tiến độ là một tình huống xảy ra mà các công việc sẽ thực hiện chậm lại và được hoàn thành không đúng hạn.

Có nhiều cách tiếp cận để phân loại chậm trễ trong xây dựng. Nếu phân loại theo nguyên nhân xảy ra chậm trễ, có các loại chậm trễ như sau: chậm trễ không thể tha thứ, chậm trễ có thể tha thứ - không bồi thường, chậm trễ có thể tha thứ - có thể bồi thường (Theodore Trauner, 2009).

### 2.2. Tổng quan các nghiên cứu về chậm tiến độ

Sadi A.Assaf và Sadiq AL-Heji (2006) Tiến hành nghiên cứu nguyên nhân chậm tiến độ các dự án xây dựng lớn. Nghiên cứu khảo sát thực địa được thực hiện bao gồm 23 nhà thầu, 19 nhà tư vấn và 15 chủ sở hữu. 73 nguyên nhân gây ra sự chậm trễ đã được xác định trong quá trình nghiên cứu. 76% nhà thầu và 56% nhà tư vấn cho rằng thời gian chạy quá thời gian trung bình là từ 10% đến 30% so với thời gian ban đầu. Nguyên nhân phổ biến nhất của sự chậm trễ được cả ba bên xác định là “thay đổi đơn đặt hàng”.

Wa'el Alaghbari và nnk. (2007) Tiến hành nghiên cứu các yếu tố quan trọng gây ra sự chậm trễ xây dựng công trình dự án ở Malaysia. Mục đích - Bài báo tìm cách xác định các yếu tố chính gây ra sự chậm trễ trong việc xây dựng các dự án xây dựng ở Malaysia. Bảng câu hỏi bao gồm 31 yếu tố được nhóm thành bốn loại chính theo trách nhiệm: yếu tố nhà thầu, yếu tố chủ sở hữu, yếu tố tư vấn và yếu tố bên ngoài. Mức độ quan trọng của các danh mục đã được đo lường và mức độ quan trọng tương đối của các trọng số được xếp hạng.

Abd El-Razek và nnk. (2008) Tiến hành nghiên cứu chậm trễ trong các dự án xây dựng công trình ở Ai Cập. Bài báo nhằm xác định các nguyên nhân chính của sự chậm trễ trong các dự án xây dựng ở Ai Cập theo quan điểm của các nhà thầu, tư vấn và chủ sở hữu. Kết quả tổng thể chỉ ra rằng các nguyên nhân quan trọng nhất là: tài chính của nhà thầu trong quá trình thi công, chậm thanh toán, bởi chủ sở hữu, thay đổi thiết kế của chủ sở hữu hoặc đại lý của mình trong quá trình xây dựng, thanh toán một phần trong quá trình xây dựng và không sử dụng quản lý xây dựng / hợp đồng chuyên nghiệp.

Long Le-Hoai và nnk. (2008) Tiến hành nghiên cứu sự chậm trễ và chi phí vượt mức trong các dự án xây dựng lớn ở Việt Nam. So sánh với các quốc gia được chọn khác. Nghiên cứu này đã sử dụng bảng câu hỏi khảo sát để tìm ra nguyên nhân của tình trạng này bằng cách phỏng vấn 87 chuyên gia xây dựng Việt Nam. Hai mươi mốt nguyên nhân gây chậm trễ và vượt chi phí phù hợp với dự án xây dựng công trình và công nghiệp đã được suy ra và xếp hạng theo các chỉ số tần suất, mức độ nghiêm trọng và mức độ quan trọng. Kỹ thuật phân tích nhân tố được áp dụng để phân loại các nguyên nhân, trong đó có 7 nhân tố: Chậm và Thiếu hạn chế; Không có khả năng; Thiết kế; Thị trường và Ước tính; Khả năng tài chính; Chính quyền; và Người lao động.

Ibrahim Mahamid và nnk.(2012) Tiến hành nghiên cứu nguyên nhân của sự chậm trễ trong các dự án xây dựng đường bộ. Cuộc khảo sát thực địa bao gồm 34 nhà thầu và 30 chuyên gia tư vấn.

Tổng cộng 52 nguyên nhân của sự chậm trễ đã được xác định trong quá trình nghiên cứu.

Towhid Pourroostam và Amiruddin Ismail (2012) Tiến hành nghiên cứu nguyên nhân và ảnh hưởng của sự chậm trễ trong các dự án xây dựng của Iran. Nghiên cứu này đã xác định 10 nguyên nhân quan trọng nhất của sự chậm trễ từ danh sách 28 nguyên nhân khác nhau gây ra sự chậm trễ và 6 tác động khác nhau của sự chậm trễ.

Murat Gündüz và nnk. (2013) tiến hành nghiên cứu này định lượng các yếu tố trì hoãn bằng cách sử dụng tầm quan trọng tương đối. Có 83 yếu tố trì hoãn khác nhau đã được xác định, phân loại thành chín nhóm chính và được hình dung bằng biểu đồ Ishikawa (xương cá) thông qua đánh giá tài liệu chi tiết và phỏng vấn các chuyên gia từ ngành xây dựng.

Mohamed M. Marzouk và Tarek I. El-Rasas (2014) Tiến hành nghiên cứu phân tích nguyên nhân chậm trễ trong các dự án xây dựng của Ai Cập. Bảng câu hỏi khảo sát đã được phân phát cho ba mươi ba chuyên gia xây dựng đại diện cho chủ sở hữu, nhà tư vấn và các tổ chức của nhà thầu. Chỉ số Tần suất, Chỉ số Mức độ nghiêm trọng và Chỉ số Tầm quan trọng được tính toán và theo các giá trị cao nhất của chúng, mười nguyên nhân gây chậm trễ hàng đầu của các dự án xây dựng ở Ai Cập được xác định.

Charles Teye Amoatey và nnk. (2015) tiến hành nghiên cứu phân tích nguyên nhân và ảnh hưởng của sự chậm trễ trong xây dựng nhà ở của nhà nước Ghana. Kết quả từ nghiên cứu cho thấy các yếu tố quan trọng góp phần vào sự chậm trễ của dự án ở Ghana là: chậm thanh toán cho nhà thầu/nhà cung cấp, lạm phát/biến động giá cả, vật liệu tăng giá, không đủ tiền từ nhà tài trợ/khách hàng, đơn đặt hàng thay đổi và thị trường tài chính/vốn kém. Các tác động quan trọng của sự chậm trễ là chi phí vượt mức, vượt quá thời gian, kiện tụng, thiếu tính liên tục của khách hàng và trọng tài.

Soo-Yong Kim và nnk. (2015) tiến hành nghiên cứu phân tích yếu tố trì hoãn cho các dự án bệnh viện ở Việt Nam. Kết quả khảo sát này cho thấy các nhóm nguyên nhân chính gây chậm tiến độ dự án bệnh viện: năng lực của chủ đầu tư và nhà thầu, năng lực của tư vấn và nhà thầu, tác động bên ngoài, khả năng của người thiết kế, khả năng của người giám sát và các nguyên nhân khác.

Serdar Durdyev và cộng sự (2017) tiến hành nghiên cứu nguyên nhân của sự chậm trễ trong các dự án xây dựng khu dân cư ở Campuchia. Kết quả cho thấy tình trạng thiếu nguyên liệu tại chỗ; lập kế hoạch dự án không thực tế; giao vật liệu muộn; tình trạng thiếu lao động có tay nghề cao; tính phức tạp của dự án; nghỉ lao động; việc chủ sở hữu thanh toán chậm đối với phần công việc đã hoàn thành; quản lý dự án kém; chậm trễ bởi nhà thầu phụ; tai nạn do an toàn công trường kém được các nhà thầu và tư vấn xếp hạng là nguyên nhân chính dẫn đến sự chậm trễ của dự án ở Campuchia.

Rated Sweis và cộng sự (2018) tiến hành nghiên cứu các yếu tố trì hoãn tiến độ của các dự án công nghiệp chiến lược. Cuộc khảo sát bao gồm 40 yếu tố được xác định bởi các tài liệu trước đó và được 20 chuyên gia dự án sửa đổi để phù hợp với văn hóa công nghiệp ở Iran. Những yếu tố này được chia làm 6 nhóm chính.

Prasad KV và cộng sự (2019) tiến hành nghiên cứu phân tích nguyên nhân của sự chậm trễ trong xây dựng ở Ấn Độ dự án và biến pháp giảm thiểu. Chỉ số Tầm quan trọng được sử dụng để xếp hạng các nguyên nhân chậm trễ. Các dự án được phân loại dựa trên loại và nguyên nhân của sự chậm trễ trong từng loại dự án đã được xác định.

Bảng 1. Giá trị trung bình và xếp hạng các nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam.

STT	Tên nhân tố	Giá trị trung bình	Xếp hạng
1	Sự chậm trễ trong công tác phối hợp giữa các bên liên tham gia (chủ đầu tư, nhà thầu thi công, tư vấn giám sát,...)	4.17	1
2	Thiếu nhân công lao động	4.07	2
3	Các yếu tố bất khả kháng (dịch bệnh, COVID 19, thiên tai,...)	4.06	3
4	Xử lý chậm các lỗi sai sót của hồ sơ thiết kế thi công (phát hiện khi thi công thực tế).	4.01	4
5	Chậm trễ trong duyệt hồ sơ thi công; bản vẽ shopdrawing, biện pháp thi công, trình duyệt vật liệu vật tư,...	4.00	5
6	Biến động chi phí/ tiến tệ	3.98	6
7	Vật liệu không phù hợp với điều kiện thực tế	3.96	7
8	Sự chậm trễ trong quá trình thanh toán của chủ đầu tư	3.95	8
9	Biện pháp thi công không phù hợp	3.95	8
10	Năng suất lao động của công nhân kém	3.95	8
11	Nhà thầu phụ không đủ năng lực	3.93	11
12	Các chi tiết trong bản vẽ không rõ ràng và không đầy đủ	3.93	11
13	Kế hoạch và tiến độ đặt hàng không tốt (sản phẩm nhập khẩu,..)	3.93	11
14	Nhà thầu thi công không đạt yêu cầu kỹ thuật sai sót, phải chỉnh sửa nhiều lần	3.92	14
15	Năng suất và hiệu quả thiết bị thấp	3.92	14
16	Chưa nhận diện được mối nguy cơ và đánh giá rủi ro an toàn lao động	3.90	16
17	Các điều kiện phức tạp dưới bề mặt (địa chất, mực nước ngầm,...)	3.90	16
18	Kinh nghiệm nhà thầu chưa đủ	3.89	18
19	Chất lượng vật liệu kém	3.89	18
20	Giám sát an toàn không có kinh nghiệm	3.88	20
21	Phát sinh sự thay đổi của chủ đầu tư trong quá trình thi công	3.88	20
22	Chậm trễ do gặp sự cố tai nạn lao động	3.87	22
23	Vấn đề tài chính của nhà thầu	3.87	22
24	Chậm trễ trong quá trình ra quyết định của chủ đầu tư	3.87	22
25	Cố tình gây khó dễ nhà thầu với mục đích cá nhân	3.86	25
26	Kế hoạch an toàn và kiểm tra thực hiện không đảm bảo, không phù hợp	3.86	25
27	Kế hoạch và tiến độ đặt hàng không tốt (sản phẩm nhập khẩu,..)	3.85	25
28	Tình trạng thiếu vật liệu trên thị trường	3.85	25
29	Chậm giao vật liệu	3.85	25
30	Những trở ngại từ chính quyền địa phương	3.85	25
31	Chậm trễ trong việc phê duyệt mẫu vật tư	3.83	31
32	Sai lầm sai lệch trong hồ sơ thiết kế	3.83	31
33	Sự chậm trễ trong việc ra các chỉ dẫn	3.83	31
34	Điều kiện thời tiết	3.83	31
35	Chậm trễ trong việc phê duyệt bản vẽ shopdrawing	3.82	35
36	Không có sự phối hợp giữa các bộ môn trong thiết kế	3.82	35
37	Kiểm soát con người và thiết bị vật tư chưa hiệu quả	3.81	37
38	Quản lý và giám sát thi công kém	3.81	37
39	Văn hóa an toàn của dự án chưa tốt	3.80	39
40	Tốc độ truy cập và phê duyệt các thay đổi thiết kế	3.80	39
41	Các công việc phát sinh trong quá trình thi công	3.79	41
42	Việc lập tiến độ của nhà thầu không hiệu quả hoặc chưa phù hợp, chưa sát với thực tế	3.79	41
43	Công tác đào tạo, tuyên truyền, nhắc nhở, thưởng phạt về an toàn chưa hiệu quả	3.77	43
44	Sự cố thiết bị	3.77	43
45	Trình độ kỹ năng của người vận hành thấp	3.77	43
46	Trở ngại từ sự thưa thớt của người dân xung quanh	3.77	43
47	Kinh nghiệm tư vấn kém	3.75	47
48	Thay đổi về chủng loại vật liệu và thông số kỹ thuật trong quá trình thi công	3.73	48
49	Không chấp hành đúng biện pháp an toàn trong thi công	3.71	49
50	Kỹ năng và kinh nghiệm lao động của công nhân kém	3.70	50
51	Mức độ phức tạp của dự án	3.63	51
52	Văn hóa vùng miền của người lao động	3.62	52
53	Tính phức tạp của thiết kế dự án	3.61	53
54	Tình trạng bán hàng và đầu ra của chủ đầu tư (cho thuê lô,...)	3.60	54
55	Các điều khoản phạt trong hợp đồng	3.54	55
56	Những mâu thuẫn cá nhân của công nhân	3.49	56
57	Không sử dụng phần mềm thiết kế tiên tiến	3.48	57

Baks Perera và nnk.(2019) tiến hành nghiên cứu cải thiện hiệu quả của thông báo chậm trễ quá trình xây dựng các dự án ở Sri Lanka. Dữ liệu cần thiết cho nghiên cứu được thu thập từ tổng số 248 dự án, sử dụng kết hợp các chất lượng phương pháp tiếp cận định lượng. Để vượt qua sai sót của quá trình thông báo chậm trễ, điều quan trọng không kém đối với các nhà thầu là nhận thức về các điều khoản hợp đồng.

Jawad A. Alsuliman (2019) tiến hành nghiên cứu nguyên nhân của sự chậm trễ trong các dự án xây dựng công cộng của Ả Rập Xê Út. 20 nguyên nhân hàng đầu của sự chậm trễ đã được xác định. Một công thức đơn giản cuối cùng đã được phát triển để tính toán ảnh hưởng của từng nguyên nhân gây ra sự chậm trễ tại chỗ.

Tafesse và Tirualem (2020) tiến hành đánh giá các yếu tố trì hoãn trong dự án xây dựng: Nhà máy đường Tana Beles. Mục tiêu của việc này nghiên cứu nhằm đưa ra đánh giá về các yếu tố gây ra sự chậm trễ của một trong những dự án đường có tên Nhà máy đường Tana Beles liên quan đến việc vượt thời gian và chi phí cho dự án, và khuyến nghị các nghị quyết.

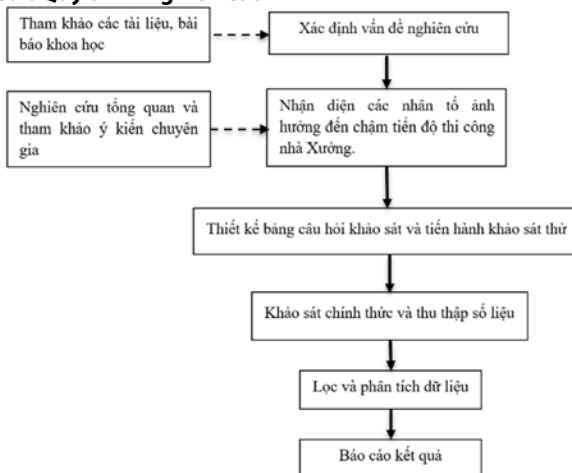
Yiannis Vacanas1 và Chris Danezis (2020) tiến hành nghiên cứu xác định các thông lệ tránh trì hoãn có thể xảy ra trong các dự án xây dựng. Sự chậm trễ đặt ra một vấn đề quan trọng đối với ngành Xây dựng trên toàn thế giới và các nền kinh tế quốc gia. Nhiều nỗ lực nghiên cứu đã được thực hiện để làm sáng tỏ các nguồn gốc của sự chậm trễ, trong đó một số sử dụng các phương pháp thống kê để xem xét nhận thức của các bên liên quan chính của ngành. Kết quả cho thấy, mặc dù có sự bất đồng trước trong nhận thức của mỗi bên về việc trì hoãn trách nhiệm. Các thực hành giảm thiểu chậm trễ được chấp nhận phổ biến có thể được xác định thành công.

Jeffrey Boon Hui Yap (2020) tiến hành nghiên cứu xem xét lại các yếu tố trì hoãn quan trọng cho việc xây dựng: Phân tích các dự án ở Malaysia. Sau khi phân tích tổng hợp 52 nguyên nhân phổ biến của sự chậm trễ được xác định từ tổng quan tài liệu, 20 nguyên nhân được trích dẫn nhiều được phân loại theo khách hàng, nhà thầu, nhà tư vấn, lao động và thiết bị-vật chất- và những thứ khác liên quan.

Jujuk Kusumawati và Rolan Mediana Silaban(2022). Tiến hành xem xét các yếu tố trì hoãn dự án trên giải trình chi phí dự án: Nhà máy đường Lampung - Mill House. Vấn đề chậm trễ trong ngành Xây dựng là một hiện tượng quốc gia và Lakata không phải là ngoại lệ: Mục đích chính của nghiên cứu này là xác định các yếu tố của sự chậm trễ của dự án và ảnh hưởng của chúng đến việc vượt chi phí cho các dự án ở Jakarta.

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Quy trình nghiên cứu



Hình 1. Quy trình nghiên cứu.

Nghiên cứu được thực hiện như quy trình (hình 1) bao gồm 6 bước chính. Đầu tiên là thông qua các tài liệu, bài báo khoa học của các nghiên

cứ trước để xác định vấn đề nghiên cứu. Để nhận dạng các nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng nghiên cứu đã tiến hành tổng quan nhiều nghiên cứu về chậm tiến độ trong thi công các công trình xây dựng và tham khảo 05 chuyên gia trong lĩnh vực nhà Xưởng để nhận diện các nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng. Sau khi có các nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng, nghiên cứu tiến hành xây dựng bảng câu hỏi và khảo sát thử với chuyên gia. Sau khi tiếp thu các ý kiến và hoàn thiện bảng câu hỏi thì sẽ tiến hành khảo sát chính thức, thu thập dữ liệu. Khi số liệu được thu thập sẽ được tiến hành lọc để loại bỏ các phiếu trả lời không hợp lệ để chọn ra những phiếu trả lời hợp lệ tiến hành phân tích và báo cáo kết quả.

#### 3.2. Thu thập số liệu

Bảng câu hỏi sau khi hoàn thiện được gửi khảo sát theo phương pháp lấy mẫu thuận tiện từ tháng 10/2022 đến tháng 2/2022. Kết quả thu được 114 phiếu trả lời. Trong đó số phiếu hợp lệ là 84 phiếu (chiếm tỉ lệ 73.68%), số phiếu không hợp lệ là 30 phiếu (chiếm tỉ lệ 26.32%).

### 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ PHÂN TÍCH SỐ LIỆU

#### 4.1. Giá trị trung bình và xếp hạng các nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam. (Bảng 1)

Bảng 1 trình bày giá trị trung bình và xếp hạng các nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam. Kết quả cho thấy 57 nhân tố đều có ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng. Giá trị trung bình nhỏ nhất là 3.48 tương đương với mức ảnh hưởng tương đối lớn đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam. Giá trị trung bình lớn nhất là 4.17 tương đương với mức ảnh hưởng lớn đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam. Kết quả phân tích cho thấy 5 nhân tố có ảnh hưởng lớn đến việc chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam với giá trị trung bình từ 4.0 trở lên.

#### 4.2. Phân tích 5 nhân tố ảnh hưởng lớn nhất đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam.

Bảng 2. 5 nhân tố có giá trị trung bình lớn nhất và ảnh hưởng lớn đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam.

STT	Tên nhân tố	Giá trị trung bình	Xếp hạng
1	Sự chậm trễ trong công tác phối hợp giữa các bên liên quan (chủ đầu tư, nhà thầu thi công, tư vấn giám sát,...)	4.17	1
2	Thiếu nhân công lao động	4.07	2
3	Các yếu tố bất khả kháng (dịch bệnh, COVID-19, thiên tai,...)	4.06	3
4	Xử lý chậm các lỗi sai sót của hồ sơ thiết kế thi công (phát hiện khi thi công thực tế).	4.01	4
5	Chậm trễ trong duyệt hồ sơ thi công; bản vẽ shopdrawing, biện pháp thi công, trình duyệt vật liệu vật tư,...	4.00	5

Trong các nhân tố ảnh hưởng lớn nhất đến việc chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam. Nhân tố "Sự chậm trễ trong công tác phối hợp giữa các bên liên quan (chủ đầu tư, nhà thầu thi công, tư vấn giám sát,...)" được cho là có ảnh hưởng lớn nhất với giá trị trung bình 4.17. Điều này cho thấy việc chậm tiến độ thi công nhà xưởng có ảnh hưởng lớn nhất từ sự phối hợp giữa chủ đầu tư, nhà thầu thi công, tư vấn giám sát và các bên liên quan. Vì vậy, để giúp dự án có hiệu quả, đặc biệt là hiệu quả về mặt tiến độ thì các bên liên quan tham gia trực tiếp trong quá trình thi công dự án nhà xưởng cần phải phối hợp tốt với nhau, truyền tải thông tin rõ ràng, giao tiếp tốt và thể hiện tinh thần hợp tác cao độ nhất vì mục tiêu chung là sự thành công của dự án được thể hiện qua việc không bị chậm tiến độ.

Xếp thứ 2 trong các nhân tố ảnh hưởng lớn đến việc chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam là nhân tố “Thiếu nhân công lao động” với giá trị trung bình 4.07. Nhân công lao động luôn là nguồn lực quan trọng nhất để trực tiếp tạo ra sản phẩm là các công trình. Xây dựng nhà xưởng đòi hỏi người công nhân phải có tay nghề trong việc thi công các cấu kiện đã được gia công. Bên cạnh đó, xây dựng là nghề nặng nhọc nên đòi hỏi sự cố gắng hiến và chịu khó của người lao động. Tình trạng thiếu nhân công cho thấy sự cạnh tranh về nhân lực của ngành xây dựng và các ngành khác hiện nay là rất lớn., sự cạnh tranh này làm cho nguồn nhân lực tham gia lao động trong lĩnh vực xây dựng nói chung và xây dựng nhà xưởng nói riêng ngày càng ít hơn so với nhu cầu xây dựng phát triển của đất nước.

Nhân tố ảnh hưởng lớn thứ 3 đến việc chậm tiến độ trong thi công nhà xưởng là “các yếu tố bất khả kháng (dịch bệnh, COVID-19, thiên tai,...)” với giá trị trung bình 4.06. Các yếu tố bất khả kháng thường thì rất ít xảy ra. Tuy nhiên khi xảy ra thì sẽ có ảnh hưởng lớn đến tiến độ thi công và làm cho tiến độ thi công bị chậm trễ hơn so với kế hoạch. Các yếu tố bất khả kháng như dịch bệnh, đặc biệt là COVID-19, thiên tai, ngập lụt, động đất, và các sự cố khác có thể gây ra những rào cản và trở ngại không thể dự đoán được trong quá trình thi công. Những yếu tố này có thể dẫn đến tạm dừng công trình, giới hạn di chuyển lao động, nguyên vật liệu và làm gián đoạn chuỗi cung ứng.

Ảnh hưởng lớn thứ 4 trong việc làm chậm tiến độ thi công nhà xưởng là “Xử lý chậm các lỗi sai sót của hồ sơ thiết kế thi công (phát hiện khi thi công thực tế)” với giá trị trung bình 4.01. Khi thi công thực tế mới phát hiện ra những lỗi sai sót hoặc không phù hợp trong hồ sơ thiết kế rất thường xảy ra. Khi phát hiện ra các lỗi này thường đơn vị thi công sẽ thông báo cho đơn vị tư vấn giám sát và tư vấn thiết kế để điều chỉnh. Trong thời gian chờ đợi phản hồi điều chỉnh thì đơn vị thi công không tiếp tục thi công được ở vị trí có sai sót này. Thời gian chậm trong việc xử lý các lỗi sai sót có thể gây chậm tiến độ thi công. Nếu quá trình điều chỉnh được thực hiện nhanh chóng và có sự hợp tác tốt giữa các bên liên quan, thì tác động lên tiến độ thi công có thể được giảm thiểu.

Nhân tố ảnh hưởng lớn thứ 5 trong việc làm chậm tiến độ thi công liên quan đến việc phê duyệt của chủ đầu tư trước khi cho phép nhà thầu thi công được tiến hành các công việc liên quan. Nhân tố “Chậm trễ trong duyệt hồ sơ thi công; bản vẽ shopdrawing, biện pháp thi công, trình duyệt vật liệu vật tư...” có giá trị trung bình 4.0. Trong suốt quá trình thi công, nhà thầu luôn phải đệ trình hồ sơ thi công; bản vẽ shopdrawing, biện pháp thi công, trình duyệt vật liệu vật tư và nhiều vấn đề liên quan khác đến chủ đầu tư. Việc phê duyệt không kịp thời, nhanh chóng cũng ảnh hưởng lớn đến tiến độ thi công của dự án.

## 5. KẾT LUẬN

Sau khi tổng quan tài liệu và tham khảo ý kiến chuyên gia. Nghiên cứu đã tìm ra được 57 nhân tố ảnh hưởng đến chậm tiến độ thi công nhà xưởng ở Việt Nam. Từ phản hồi của 84 chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng nhà xưởng tại Việt Nam thông qua bảng câu hỏi khảo sát. Kết quả phân tích cho thấy giá trị trung bình của các nhân tố từ 3.48 đến 4.17 tương đương với mức ảnh hưởng trung bình và ảnh hưởng lớn đến việc chậm tiến độ thi công. Trong đó có 5 nhân tố có ảnh hưởng lớn đến tiến độ thi công bao gồm: Sự chậm trễ trong công tác phối hợp giữa các bên liên quan (chủ đầu tư, nhà thầu thi công, tư vấn giám sát,...); Thiếu nhân công lao động; Các yếu tố bất khả kháng (dịch bệnh, COVID 19, thiên tai,...); Xử lý chậm các lỗi sai sót của hồ sơ thiết kế thi công (phát hiện khi thi công thực tế); Chậm trễ trong duyệt hồ sơ thi công; bản vẽ shopdrawing, biện pháp thi công, trình duyệt vật liệu vật tư.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Assaf, Sadi A., and Sadiq Al-Hejji. "Causes of delay in large construction projects." *International journal of project management* 24.4 (2006): 349-357.

[2] Alaghbari, Wa'el, Mohd Razali A. Kadir, and Azizah Salim. "The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia." *Engineering, construction and architectural management* 14.2 (2007): 192-206.

[3] Abd El-Razek, M. E., H. A. Bassioni, and A. M. Mobarak. "Causes of delay in building construction projects in Egypt." *Journal of construction engineering and management* 134.11 (2008): 831-841.

[4] Le-Hoai, Long, Young Dai Lee, and Jun Yong Lee. "Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries." *KSCCE Journal of civil engineering* 12 (2008): 367-377.

[5] Mahamid, Ibrahim, Amund Bruland, and Nabil Dmadi. "Causes of delay in road construction projects." *Journal of management in engineering* 28.3 (2012): 300-310.

[6] Towhid Pourrostam và Amiruddin Ismail (2012). Pourrostam, Towhid, and Amiruddin Ismail. "Causes and effects of delay in Iranian construction projects." *International Journal of Engineering and Technology* 4.5 (2012): 598.

[7] Gündüz, Murat, Yasemin Nielsen, and Mustafa Özdemir. "Quantification of delay factors using the relative importance index method for construction projects in Turkey." *Journal of management in engineering* 29.2 (2013): 133-139.

[8] Marzouk, Mohamed M., and Tarek I. El-Rasas. "Analyzing delay causes in Egyptian construction projects." *Journal of advanced research* 5.1 (2014): 49-55.

[9] Amoatey, Charles Teye, et al. "Analysing delay causes and effects in Ghanaian state housing construction projects." *International Journal of Managing Projects in Business* 8.1 (2015): 198-214.

[10] Bekr, Ghanim A. "Causes of delay in public construction projects in Iraq." *Jordan Journal of Civil Engineering* 9.2 (2015).

[11] Al-Hazim, Nabil, and Zaydoun Abu Salem. "Delay and cost overrun in road construction projects in Jordan." *International Journal of Engineering & Technology* 4.2 (2015): 288.

[12] Kim, Soo-Yong, Kiet Nguyen Tuan, and Van Truong Luu. "Delay factor analysis for hospital projects in Vietnam." *KSCCE Journal of Civil Engineering* 20 (2016): 519-529.

[13] Aziz, Remon F., and Asmaa A. Abdel-Hakam. "Exploring delay causes of road construction projects in Egypt." *Alexandria Engineering Journal* 55.2 (2016): 1515-1539.

[14] Samarah, Ashraf, and Ghanim A. Bekr. "Causes and effects of delay in public construction projects in Jordan." *American Journal of Engineering Research* 5.5 (2016): 87-94.

[15] Durdyev, Serdar, Maksat Omarov, and Syuhaida Ismail. "Causes of delay in residential construction projects in Cambodia." *Cogent Engineering* 4.1 (2017): 1291117.

[16] Sweis, Rateb, et al. "Delay factors of the schedule of strategic industrial projects." *International Journal of Building Pathology and Adaptation* 37.1 (2019): 69-86.

[17] Prasad, K. V., et al. "Critical causes of time overrun in Indian construction projects and mitigation measures." *International Journal of Construction Education and Research* 15.3 (2019): 216-238.

[18] Perera, B. A. K. S., et al. "Improving the efficacy of delay notification process of construction projects in Sri Lanka." *International Journal of Construction Management* 21.7 (2021): 755-768.

[19] Alsuliman, Jawad A. "Causes of delay in Saudi public construction projects." *Alexandria Engineering Journal* 58.2 (2019): 801-808.

[20] Tafesse, tirualem. *Assesment of delay factors in construction project: the case of tana beles sugar factory*. Diss. St. Mary's university, 2020.

[21] Bajjou, Mohamed Saad, and Anas Chafi. "Empirical study of schedule delay in Moroccan construction projects." *International Journal of Construction Management* 20.7 (2020): 783-800.

[22] Gondia, Ahmed, et al. "Machine learning algorithms for construction projects delay risk prediction." *Journal of Construction Engineering and Management* 146.1 (2020): 04019085.

[23] Maqsoom, Ahsen, et al. "Influence of internal workforce diversity factors on labor productivity in construction projects: empirical evidence from Pakistan." *2020 Second International Sustainability and Resilience Conference: Technology and Innovation in Building Designs (51154)*. IEEE, 2020.

[24] Vacanas, Yiannis, and Chris Danezis. "Determination of effective delay-avoidance practices in construction projects." *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction* 13.1 (2021): 04520039.

[25] Arantes, Amílcar, and Luis Miguel DF Ferreira. "A methodology for the development of delay mitigation measures in construction projects." *Production Planning & Control* 32.3 (2021): 228-241.

[26] Yap, Jeffrey Boon Hui, et al. "Revisiting critical delay factors for construction: Analysing projects in Malaysia." *Alexandria Engineering Journal* 60.1 (2021): 1717-1729.

[27] Kusumawati, Jujuk, and Rolan Mediana Silaban. "Review Of Project Delay Factors On Project Cost Explanation: Lampung Sugar Factory—Mill House." *Jurnal Inovatif: Inovasi Teknologi Informasi dan Informatika* 5.1 (2022): 40-45.

# Tích hợp thuật toán Jellyfish Search với phương pháp phần tử hữu hạn để tối ưu trọng lượng kết cấu với ràng buộc tần số dao động riêng

Intergating Jellyfish search optimizer with finite element method to optimize structural weight under multiple natural frequency constraints

> **THS HOÀNG TRUNG THỐNG<sup>1</sup>, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>GV Khoa Tài nguyên nước, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

Email: htthong@hcmunre.edu.vn

<sup>2\*</sup>GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc TP. HCM; Email: nhat.truongdinh@uah.edu.vn

## TÓM TẮT

Nghiên cứu xây dựng mô hình tối ưu hóa tìm kiếm sứa (Jellyfish Search, JS) được tích hợp với phương pháp phần tử hữu hạn (Finite element method, FEM) thành mô hình JS-FEM. Mô hình JS-FEM áp dụng giải quyết ba bài toán tối ưu hóa trọng lượng cho giàn 37 thanh, giàn 72 thanh và vòm giàn 600 thanh với ràng buộc tần số dao động riêng. Kết quả số từ JS-FEM được so sánh với kết quả đã công bố trước đây minh chứng cho sự hiệu quả của mô hình này trong bài toán tối ưu hóa kết cấu có ràng buộc tần số dao động riêng với kết quả trọng lượng và số lần lặp của bước phân tích kết cấu cũng nhỏ hơn so với một số công bố đã được trích dẫn gần đây.

**Từ khóa:** Trình tối ưu hóa tìm kiếm sứa; phương pháp phần tử hữu hạn; tối ưu hóa; tần số dao động riêng.

## ABSTRACT

This study aims to intergate Jellyfish search (JS) optimizer with the finite element method (FEM) to optimize structural weight under multiple natural frequency constraints. The proposed model (JS-FEM) is applied to to solve three weight optimization problems, including a 37-bar truss, 72-bar truss, and 600-bar single layer dome truss. Results obtained by JS-FEM are validated by literatures, and indicate that JS-FEM not only can find better results but also use fewer number of structural analysis (NSA). Therefore, JS-FEM is an effective tool to optimize structural weight under multiple natural frequency constraints.

**Keywords:** Jellyfish search optimizer, finite element method, metaheuristic optimization, natural frequency constraints.

## 1. GIỚI THIỆU

Các đặc tính động lực học của kết cấu có thể được cải thiện đáng kể bằng cách kiểm soát tần số riêng, đây là thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến thành phần động của kết cấu khi chịu rung động tự do [1-3]. Bằng cách phân tích các tiết diện của kết cấu với điều kiện tần số dao động riêng có thể thực hiện việc cải tiến các đặc trưng động của kết cấu. Tối ưu hóa kết cấu dưới các ràng buộc về tần số cho phép kiểm soát các đặc tính động của kết cấu [4].

Các bài toán tối ưu hóa với ràng buộc tần số dao động riêng là bài toán phi tuyến, không lồi và đa phương đối với các biến thiết kế [5]. Việc thay đổi các tần số dao động do thay đổi kích thước và hình dạng dẫn đến khó khăn trong việc giải các bài toán tối ưu hóa với ràng buộc này, chúng có thể gây ra nhiều khó khăn về hội tụ của lời giải [1]. Do đó, các phương pháp tối ưu hóa cổ điển phụ thuộc vào thông tin về độ dốc của tần số đối với các biến thiết kế có thể rất ít hiệu quả [6]. Vì vậy, các thuật toán tối ưu hóa Metaheuristic được lựa chọn như các giải pháp thay thế.

Trong vài thập kỷ gần đây, một trong những lĩnh vực nghiên cứu nổi trội nhất trong kỹ thuật tối ưu hóa gần đúng là các thuật toán tối ưu hóa Metaheuristic [7-13]. Dựa trên các kỹ thuật này, các bài toán tối ưu khó và thậm chí cả các bài toán Nondeterministic Polynomial Time (NP) được tìm thấy những lời giải tối ưu hoặc gần tối ưu [12, 14-16]. Metaheuristic được sử dụng nhiều trong kỹ thuật ứng dụng bởi các lý do sau: (1) dễ thiết kế và thực hiện; (2) không sử dụng thông tin độ dốc trong quá trình tối ưu hóa; và (3) có thể áp dụng rộng rãi cho nhiều bài toán tối ưu hóa [7, 16-19].

Do đó, các thuật toán metaheuristic dùng để thiết kế các kết cấu với ràng buộc tần số dao động riêng đã được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng trong những năm gần đây. Gomes (2011) đã kiểm tra việc tối ưu hóa hình dạng và kích thước của giàn với điều kiện tần số dao động riêng bằng cách sử dụng thuật toán tối ưu hóa bầy đàn (Particle Swarm Optimization-PSO). Kết quả của Gomes cho thấy PSO hoạt động tương tự như các phương pháp khác và thậm chí còn tốt hơn trong một số trường hợp so sánh [20]. Thêm vào đó, Linh Van và cộng sự (2005) đã tối ưu hóa hình dạng và kích thước của giàn với các ràng buộc tần số bởi đề xuất thuật toán di truyền lai thích hợp (Niche Hybrid Genetic Algorithm-

NHGA) [6]. Kaveh và Zolghadr (2012) đã đề xuất sự kết hợp giữa Charged System Search và Big Bang-Big Crunch (CSS-BBBC) với khả năng nhận dạng bầy và sử dụng nó để giảm trọng lượng của kết cấu với điều kiện tần số dao động riêng [21].

Theo dòng thời gian, việc dùng các thuật toán kết hợp để tối ưu hóa kết cấu cũng trở nên phổ biến. Để tối ưu hóa hình dạng và kích thước của giàn với điều kiện tần số dao động riêng, các thuật toán the orthogonal multi-gravitational search algorithm (OMGSA), multi-Gravitational Search Algorithm (multi-GSA) và Orthogonal Crossover (OC) đã được kết hợp bởi Khatibnia và Naseralavi (2014) [22]. Mặt khác, Kaveh và Ilchi Ghazaan (2016) đã chỉ ra rằng tối ưu hóa các kết cấu mái vòm quy mô lớn với các điều kiện tần số dao động riêng tỏ ra hiệu quả khi áp dụng phương pháp để tối ưu hóa các vật thể va chạm do chính họ đề xuất [23].

Nhằm giải quyết các vấn đề tối ưu hóa hình dạng và kích thước cho cấu trúc giàn với điều kiện tần số dao động riêng, một phiên bản mới của thuật toán tiến hóa vi phân được gọi là ReDE được phát triển bởi Ho Huu (2018) là vượt trội hơn nhiều phương pháp tối ưu được so sánh [24]. Kaveh và Zolghadr (2018) đã chỉ ra rằng thuật toán Cyclical parthenogenesis algorithm (CPA) vượt trội so với các thuật toán tối ưu Democratic Particle Swarm Optimization (DPSO), Big Bang-Big Crunch (BB-BC), Harmony Search (HS), Enhanced Colliding Bodies Optimization (ECBO), and ECBO-Cascade trong việc giải quyết bài toán giảm thiểu trọng lượng của giàn không gian đối xứng theo chu kỳ với điều kiện tần số dao động riêng [25].

Tiếp theo, Kaveh và cộng sự (2021) đã đề xuất một phiên bản làm giàu của thuật toán Forensic-Based Investigation (FBI) được gọi là Enhanced Forensic-Based Investigation (EFBI) bằng cách biến đổi công thức ban đầu của thuật toán FBI [9]. Từ kết quả mà tác giả đã sử dụng EFBI để giảm trọng lượng mái vòm với ràng buộc tần số dao động riêng cho thấy rằng EFBI đã thể hiện sự vượt trội hơn so với thuật toán FBI tiêu chuẩn, ngoài ra nó còn có hiệu suất hơn hoặc tương tự metaheuristic khác trong việc giải quyết các bài toán kết cấu tương tự. Ở trường hợp khác, thuật toán lai Adaptive Hybrid Evolutionary Firefly Algorithm (AHEFA) là sự kết hợp giữa thuật toán tiến hóa vi phân (DE) và thuật toán đom đóm (FFA) được đề xuất bởi Lieu và cộng sự (2018), dùng để tối ưu hóa hình dạng và kích thước của giàn với điều kiện tần số dao động riêng. Kết quả chỉ ra rằng sự hội tụ của AHEFA nhanh hơn đáng kể so với DE, FFA và nhiều phương pháp tiếp cận trong tài liệu, và độ chính xác của nó tốt hơn so với nhiều phương pháp [26].

Thêm vào đó, Vanshaj và cộng sự (2023) đã áp dụng thuật toán Jellyfish Search (JS) nhằm giải quyết bài toán tối ưu hóa bộ giảm chấn (TMD) của kết cấu cao tầng chịu tác động của động đất. Từ kết quả của tác giả có thể thấy JS tỏ ra rất hiệu quả để thiết kế thiết bị TMD và thể hiện sự vượt trội hơn các thuật toán Shepherd Optimization Algorithm (SSO) và thuật toán Genetic Algorithm (GA) [27]. Đặc biệt, thuật toán JS là một thuật toán dựa trên trí thông minh bầy đàn có ưu điểm hơn các thuật toán khác và có thể xử lý đa phương thức dựa trên nghiên cứu của Chou và Truong (2021) [7, 28]. JS vượt trội hơn các thuật toán được so sánh với tốc độ hội tụ và thời gian tính toán [7], nên JS rất thuận tiện cho các ứng dụng khác nhau. Do đó, JS được nghiên cứu tích hợp với phương pháp phần tử hữu hạn để tối ưu trọng lượng kết cấu với điều kiện tần số dao động riêng trong nghiên cứu này.

Phần còn lại của nghiên cứu này được tổ chức như sau. Phần 2 trình bày cơ sở lý thuyết, bao gồm thuật toán JS, phương pháp phần tử hữu hạn, hàm phạt và mô hình tích hợp JS với phương pháp phần tử hữu hạn (FEM). Phần 3 trình bày các áp dụng của JS-FEM để tối ưu hóa bài toán giàn và kết luận ở phần 4 của bài báo.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

### 2.1 Thuật toán Jellyfish Search

Chou và Truong đã phát triển thuật toán tối ưu lấy cảm hứng từ hành vi chuyển động của con sứa trong đại dương được đặt tên là Jellyfish Search [7, 29]. Chuyển động của sứa trong đại dương bao gồm sự di chuyển theo dòng hải lưu và di chuyển bên trong đàn sứa. Việc di chuyển theo dòng hải lưu được mô phỏng là giai đoạn khám phá, chuyển động trong đàn sứa được xem là giai đoạn khai thác và hệ thống kiểm soát thời gian chuyển đổi giữa các giai đoạn này [7, 29]. Trong giai đoạn đầu, xác suất khám phá vượt qua xác suất khai thác và hệ thống kiểm soát thời gian kích hoạt thuật toán tìm các khu vực có khả năng chứa các vị trí tối ưu triển vọng. Theo thời gian, xác suất khai thác trở nên lớn hơn nhiều so với xác suất thăm dò và sứa xác định vị trí tốt nhất bên trong các khu vực đã xác định. Vào cuối vòng lặp, sứa tụ lại thành sứa hoa.

#### 2.1.1 Dòng hải lưu

Sứa bị thu hút bởi dòng hải lưu, nơi chứa lượng lớn chất dinh dưỡng,  $\overrightarrow{trend}$  là hướng của dòng hải lưu. Dòng hải lưu được mô tả bởi (1).

$$\overrightarrow{trend} = X^* - \beta \times \text{rand}(0,1) \times \mu \quad (1)$$

trong đó:  $\beta > 0$  là hệ số phân phối, Chou và Truong (2020) đã chỉ ra  $\beta = 3$  cho kết quả tốt nhất trong các thí nghiệm số. Do đó, vị trí mới của mỗi con sứa được đưa ra bởi

$$X_i(t+1) = X_i(t) + \text{rand}(0,1) \times \overrightarrow{trend} \quad (2)$$

#### 2.1.2 Bầy sứa

Sứa nở hoa là một khối sứa lớn trong đó chúng di chuyển xung quanh vị trí của chúng (chuyển động thụ động, loại A) hoặc vị trí của một con khác (chuyển động chủ động, loại B) [30, 31]. Hầu hết sứa biểu hiện chuyển động loại A khi đàn vừa được hình thành, theo thời gian chúng ngày càng thể hiện chuyển động loại B. Loại A là chuyển động của sứa xung quanh vị trí của chúng và vị trí cập nhật tương ứng của mỗi con sứa được thể hiện bởi (3)

$$X_i(t+1) = X_i(t) + \gamma \times \text{rand}(0,1) \times (U_b - L_b) \quad (3)$$

trong đó:  $U_b$  và  $L_b$  lần lượt là biên trên và biên dưới của không gian tìm kiếm; và  $\gamma > 0$  là hệ số chuyển động, Chou và Truong chỉ ra  $\gamma = 0.1$  dựa trên kết quả phân tích trong các thí nghiệm.

Tiếp theo, phương trình (6) và (7) mô phỏng hướng chuyển động và vị trí cập nhật của con sứa trong chuyển động loại B,

$$\overrightarrow{Step} = X_i(t+1) - X_i(t) \quad (4)$$

$$\text{trong đó: } \overrightarrow{Step} = \text{rand}(0,1) \times \overrightarrow{Direction} \quad (5)$$

$$\overrightarrow{Direction} = \begin{cases} X_j(t) - X_i(t) & \text{if } f(X_i) \geq f(X_j) \\ X_i(t) - X_j(t) & \text{if } f(X_i) < f(X_j) \end{cases} \quad (6)$$

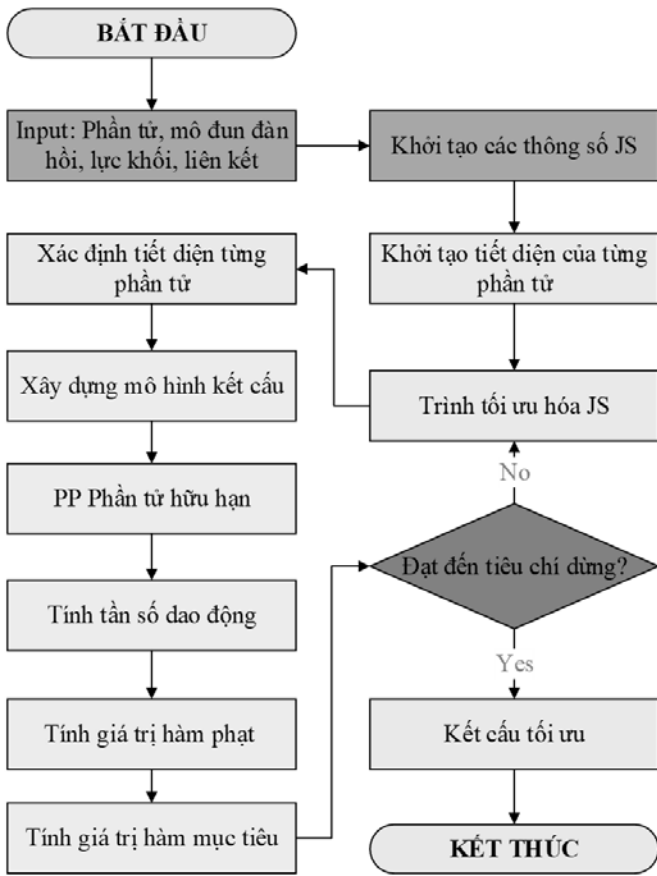
$$\text{Do đó, } X_i(t+1) = X_i(t) + \overrightarrow{Step} \quad (7)$$

Cơ chế kiểm soát thời gian để xác định loại chuyển động theo thời gian. Nó không chỉ kiểm soát các chuyển động loại A và loại B trong một bầy mà còn kiểm soát cả chuyển động của sứa đối với dòng hải lưu.

#### 2.1.3 Cơ chế kiểm soát thời gian

Sứa bị thu hút bởi lượng thức ăn được chứa trong dòng hải lưu [32]. Theo thời gian, bầy sứa được tạo thành bởi nhiều con sứa tập hợp lại với nhau. Sứa trong bầy di chuyển sang dòng hải lưu khác và bầy sứa khác khi dòng hải lưu bị thay đổi bởi nhiệt độ hoặc gió. Chuyển động của sứa bên trong bầy được gọi là loại A (chuyển động thụ động) và loại B (chuyển động chủ động). Ngay từ đầu loại A được ưa chuộng; thời gian trôi qua, loại B ngày càng được ưa chuộng.

Hàm điều khiển thời gian được hình thành bởi phương trình (8). Khi giá trị của nó vượt quá  $C_0$ , con sứa đi theo dòng hải lưu. Khi giá trị của nó nhỏ hơn  $C_0$ , chúng di chuyển vào bên trong bầy đàn.  $C_0$ , được đặt thành 0,5, là giá trị trung bình của 0 và 1.



Hình 1. Lưu đồ của JS-FEM

$$c(t) = \left[ \left( 1 - \frac{t}{Max_{iter}} \right) \times (2 \times rand(0,1) - 1) \right] \quad (8)$$

trong đó: t là thời gian, được chỉ định kể từ lần lặp thứ t và Max<sub>iter</sub> biểu thị số lần lặp tối đa, là tham số khởi tạo.

Giống như c(t), hàm 1-c(t) dùng để mô phỏng chuyển động của một con sứa trong đàn (loại A hoặc B). Con sứa thể hiện chuyển động loại A khi rand(0,1) vượt quá (1-c(t)). Con sứa thể hiện chuyển động loại B khi khi rand(0,1) nhỏ hơn (1-c(t)).

**2.2 Phương pháp phần tử hữu hạn**

Bài toán tối ưu hóa kích thước của kết cấu mái vòm được xây dựng dưới dạng toán học như sau [22, 37]. Tìm {a} = [a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..., a<sub>d</sub>] sao cho

$$Cực\ tiểu\ hóa\ f_{cost}(\{a\}) = \sum_{i=1}^d a_i \sum_{j=1}^{nm(i)} \rho_j L_j \quad (10)$$

Với điều kiện ràng buộc

$$\begin{cases} \omega_j \geq \omega_j^* \text{ đối với tần số dao động tự nhiên } j \\ \omega_k \geq \omega_k^* \text{ đối với tần số dao động tự nhiên } k \\ a_i^{min} \leq a_i \leq a_i^{max} \quad i = 1, 2, \dots, d \end{cases} \quad (11)$$

trong đó: f<sub>cost</sub>({a}) là hàm mục tiêu, là trọng lượng của kết cấu; a là vectơ các biến thiết kế, là tiết diện của các cấu kiện; d là số lượng các biến thiết kế kích thước; nm là số phần tử kết cấu; a<sub>i</sub>, ρ<sub>i</sub> và L<sub>i</sub> lần lượt là diện tích mặt cắt ngang, khối lượng riêng vật liệu và chiều dài của cấu kiện thứ i; a<sub>i</sub><sup>min</sup> và a<sub>i</sub><sup>max</sup> lần lượt là biên dưới và biên trên của biến thiết kế thứ i; ω<sub>j</sub> và ω<sub>j</sub><sup>\*</sup> lần lượt là tần số dao động riêng thứ j của kết cấu và biên dưới tương ứng của nó; ω<sub>k</sub> và ω<sub>k</sub><sup>\*</sup> lần lượt là tần số dao động riêng thứ k của kết cấu và biên trên tương ứng của nó.

Giải pháp cho phương trình đại số sau đây để xác tần số dao

động riêng của kết cấu

$$k\phi_n = \omega_n^2 m \phi_n \quad (12)$$

trong đó: k và m tương ứng là ma trận độ cứng và khối lượng của kết cấu; ω<sub>n</sub> là tần số dao động riêng thứ n của kết cấu; φ<sub>n</sub> là dạng dao động riêng thứ n của kết cấu; và n là số bậc tự do của kết cấu (n = 1, 2, ..., N).

**2.3 Phương pháp hàm phạt**

Trong số các cách tiếp cận khác nhau để xử lý các ràng buộc trong các bài toán tối ưu hóa, một trong những cách phổ biến nhất là xử phạt [17, 38, 39].

$$Cực\ tiểu\ hóa\ F(\{a\}) = f_{cost}(\{a\}) \times f_p(\{a\}) \quad (13)$$

trong đó: F({a}) là hàm mục tiêu bị phạt và f<sub>p</sub>({a}) là hàm phạt. Degertekin và cộng sự đã đề xuất một hàm phạt f<sub>p</sub>({a}) để để ràng buộc hàm mục tiêu f<sub>cost</sub>({a}) [9, 40].

$$f_p(\{a\}) = (1 + \phi)^{\epsilon} \quad (14)$$

trong đó: φ là tổng các hình phạt

$$\epsilon = \epsilon_0 \left( 1 + \frac{t}{Max_{iter}} \right) \quad (15)$$

Giá trị ban đầu ε<sub>0</sub> có thể được đặt trong khoảng từ 1,001 đến 10.000 và được đặt thành 2 ở đây [41].

**2.4 Sơ đồ tích hợp JS-FEM**

Phương pháp phần tử hữu hạn được dùng để phân tích các kết cấu trong nghiên cứu này và để tìm ra các giải pháp tối ưu thì thuật toán JS đã được áp dụng nhằm giảm thiểu trọng lượng trong mỗi bài toán kết cấu. Hình 1 trình bày quy trình tối ưu kết cấu theo tích hợp JS-FEM, và hàm phạt để kiểm tra điều kiện ràng buộc thành mô hình để ứng dụng trong nghiên cứu này.

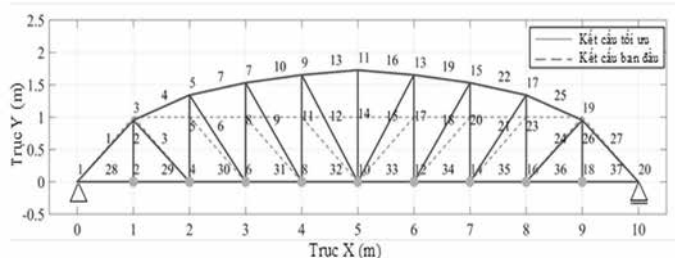
**3. KẾT QUẢ SỐ**

Phần này trình bày áp dụng mô hình JS-FEM để tối ưu trọng lượng kết cấu, bao gồm giàn 37 thanh, 72 thanh và hệ vòm 600 thanh với điều kiện ràng buộc tần số dao động riêng.

**3.1 Giàn phẳng 37 thanh**

Bài toán thứ nhất liên quan đến việc cực tiểu hóa trọng lượng của giàn 37 thanh được mô tả trong hình 2. Các khối lượng 10 kg được thêm vào tại mỗi nút của biên dưới. Vật liệu có mô đun đàn hồi E = 210 GPa và khối lượng riêng ρ = 7800 kg/m<sup>3</sup>. Bài toán xem xét các biến thiết kế là kích thước và hình dạng và tính đối xứng kiểm soát bởi trục giữa đường nối các nút 10 và 11. Các thanh của biên dưới (giữa các nút 1 và 20) có diện tích mặt cắt không đổi và được xác định trước là 0.4 cm<sup>2</sup>.

Các nút của biên trên có tọa độ của chúng dưới dạng các biến thiết kế hình dạng theo hướng thẳng đứng. Không gian tìm kiếm cho các biến thiết kế kích thước có thể được chọn từ khoảng [1, 10] cm<sup>2</sup>. Do đó, có tổng cộng 19 biến thiết kế trong đó 5 biến dành cho hình dạng và 14 biến dành cho kích thước. Các tần số dao động riêng phải thỏa mãn các giới hạn sau: f<sub>1</sub> ≥ 20 Hz, f<sub>2</sub> ≥ 40 Hz và f<sub>3</sub> ≥ 60 Hz. Số lượng dân số và số lần lặp đối với JS-FEM được thiết lập tương ứng là 50 và 480, như vậy số lần phân tích kết cấu là 24,000. Kết quả cho trong bảng 1.



Hình 2. Kết cấu tối ưu giàn 37 thanh.

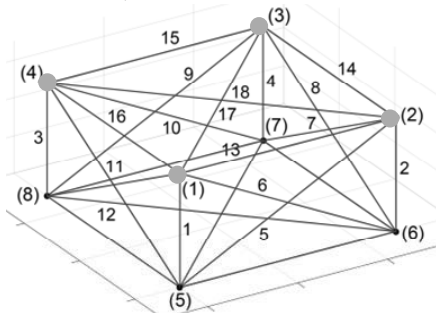
**Bảng 1:** Kết quả tối ưu cho giàn 37 thanh. Diện tích mặt cắt ngang tính bằng (cm<sup>2</sup>) và tọa độ nút tính bằng mét

Biến phân tích	Wang et al. (2004) [42] ENSM	Lingyun et al. (2005) [6] GA	Gomes (2011) [20] PSO	Kaveh & Javadi (2014) [43] HRPSO	Kaveh & Zolghadr (2011) [44] CSS	Kaveh & Zolghadr (2014) [3] DPSO	Kaveh & et al. (2015) [45] DEO	Carvalho et al. (2018) [46] PSO	Carvalho et al. (2018) [46] CRPSO	JS (2023)
A <sub>1</sub> ,A <sub>27</sub>	3.250	2.893	2.679	2.851	2.908	2.620	2.7	3.8	3.0	2.959
A <sub>2</sub> ,A <sub>26</sub>	1.236	1.120	1.156	1.000	1.021	1.039	1.0	1.0	1.0	1.003
A <sub>3</sub> ,A <sub>24</sub>	1.000	1.000	2.347	1.834	1.036	1.046	1.0	1.0	1.0	1.000
A <sub>4</sub> ,A <sub>25</sub>	2.538	1.865	1.718	1.887	3.914	2.716	2.4	2.7	2.6	2.626
A <sub>5</sub> ,A <sub>23</sub>	1.371	1.596	1.275	1.062	1.002	1.025	1.2	1.0	1.0	1.195
A <sub>6</sub> ,A <sub>21</sub>	1.368	1.264	1.481	1.802	1.216	1.508	1.2	1.0	1.2	1.213
A <sub>7</sub> ,A <sub>22</sub>	2.429	1.825	4.685	1.933	2.714	2.375	2.2	3.7	2.6	2.452
A <sub>8</sub> ,A <sub>20</sub>	1.652	2.009	1.124	1.249	1.266	1.449	1.3	1.5	1.2	1.365
A <sub>9</sub> ,A <sub>18</sub>	1.825	1.952	2.121	1.874	1.8006	1.449	1.9	1.9	1.6	1.556
A <sub>10</sub> ,A <sub>19</sub>	2.302	1.970	3.860	1.957	4.027	2.532	2.2	1.9	2.5	2.506
A <sub>11</sub> ,A <sub>17</sub>	1.310	1.829	2.981	1.244	1.336	1.235	1.3	1.6	1.0	1.192
A <sub>12</sub> ,A <sub>15</sub>	1.406	1.235	1.202	1.777	1.054	1.352	1.4	1.0	1.3	1.314
A <sub>13</sub> ,A <sub>16</sub>	2.189	1.404	1.256	1.806	2.811	2.914	2.5	2.0	2.7	2.441
A <sub>14</sub>	1.000	1.000	3.327	1.000	1.170	1.008	1.0	1.0	1.0	1.000
Y <sub>3</sub> ,Y <sub>19</sub>	1.208	1.199	0.963	1.0744	0.872	0.948	1.04	1.281	0.877	0.952
Y <sub>5</sub> ,Y <sub>17</sub>	1.578	1.655	1.397	1.495	1.212	1.343	1.40	1.862	1.267	1.340
Y <sub>7</sub> ,Y <sub>15</sub>	1.671	1.965	1.592	1.732	1.382	1.504	1.64	2.000	1.455	1.531
Y <sub>9</sub> ,Y <sub>13</sub>	1.770	2.073	1.881	1.894	1.470	1.635	1.74	2.000	1.583	1.652
Y <sub>11</sub>	1.850	2.305	2.085	1.969	1.568	1.718	1.84	2.000	1.662	1.727
<b>Tần số dao động riêng</b>										
f <sub>1</sub> (Hz)	20.085	20.001	20.000	20.000	20.000	20.019	20.033	21.297	20.004	20.000
f <sub>2</sub> (Hz)	42.074	40.030	40.000	40.016	40.069	40.011	40.346	40.699	40.000	40.000
f <sub>3</sub> (Hz)	62.938	60.000	60.000	60.010	60.698	60.000	60.064	61.259	60.043	60.000
W (kg)	366.50	368.84	377.20	364.72	362.84	360.40	361.03	370.502	358.007	359.799
NSA	–	8000	–	24000	–	–	24,000	24,000	24,000	24,000

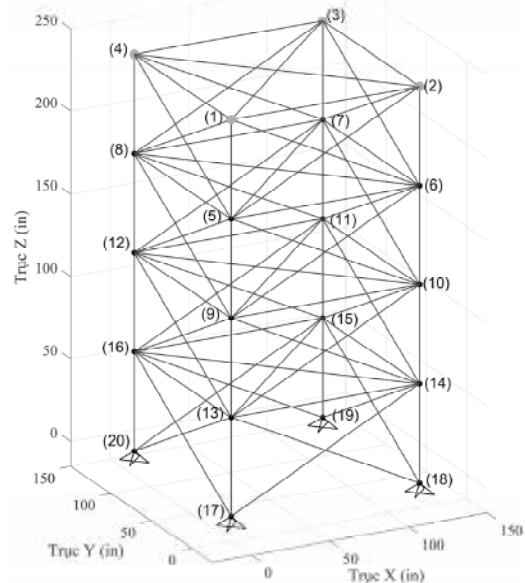
NSA: Số lần phân tích kết cấu (Number of structural analysis)

**3.2 Giàn không gian 72 thanh**

Bài toán thứ hai tương ứng với việc giảm thiểu trọng lượng của giàn 72 thanh được mô tả trong hình 3 và 4. Khối lượng 2270kg (5000 lbs) được thêm vào tại bốn nút ở trên cùng của giàn. Vật liệu có mô đun đàn hồi E = 68.9 GPa và khối lượng riêng ρ = 2770 kg/m<sup>3</sup>. Việc tìm kiếm riêng biệt cho các biến thiết kế kích thước có thể được chọn từ khoảng [0.645, 50] cm<sup>2</sup>. Các tần số dao động riêng có giới hạn f<sub>1</sub> ≥ 4 Hz và f<sub>3</sub> ≥ 6 Hz. Số lượng dân số và số lần lặp đối với JS-FEM được thiết lập tương ứng là 50 và 540, như vậy số lần phân tích kết cấu là 27,000. Kết quả chi tiết được trình bày ở bảng 2.



**Hình 3.** Giàn 72 thanh - mô-đun mẫu



**Hình 4.** Giàn 72 thanh

**Bảng 2:** Kết quả tối ưu cho giàn 72 thanh. Diện tích mặt cắt tính bằng  $\text{cm}^2$ 

Biến phân tích	Konzelman (1986) [47] DM	Sedaghati (2005) [48] FM	Gomes (2011) [20] PSO	Kaveh and ZolghadrKaveh (2012) [21] CSS-BBBC	Kaveh et al. (2015) [45] DEO	al.Carvalho et al. (2018) [46] PSO	al.Carvalho et al. (2018) [46] CRPSO	al. JS (2023)
A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	3.499	3.499	2.987	3.949	3.60	8.800	3.700	3.440
A <sub>5</sub> -A <sub>12</sub>	7.932	7.932	7.749	7.968	8.100	8.000	8.000	7.870
A <sub>13</sub> -A <sub>16</sub>	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645
A <sub>17</sub> -A <sub>18</sub>	0.645	0.645	0.645	0.647	0.645	0.645	0.645	0.645
A <sub>19</sub> -A <sub>22</sub>	8.056	8.056	8.765	7.525	8.85	24.000	8.000	7.978
A <sub>23</sub> -A <sub>30</sub>	8.011	8.011	8.153	7.863	8.50	7.800	7.900	7.932
A <sub>31</sub> -A <sub>34</sub>	0.645	0.645	0.645	0.645	0.70	0.645	0.645	0.645
A <sub>35</sub> -A <sub>36</sub>	0.645	0.645	0.645	0.652	0.645	0.645	0.645	0.645
A <sub>37</sub> -A <sub>40</sub>	12.812	12.812	13.450	12.966	11.850	14.000	13.100	12.694
A <sub>41</sub> -A <sub>48</sub>	8.061	8.061	8.073	8.347	8.10	6.200	7.900	7.967
A <sub>49</sub> -A <sub>52</sub>	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	2.600	0.645	0.645
A <sub>53</sub> -A <sub>54</sub>	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645
A <sub>55</sub> -A <sub>58</sub>	17.279	17.279	16.684	17.389	17.60	15.900	16.800	17.090
A <sub>59</sub> -A <sub>66</sub>	8.088	8.088	8.159	8.006	7.55	12.600	8.300	7.981
A <sub>67</sub> -A <sub>70</sub>	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645
A <sub>71</sub> -A <sub>72</sub>	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645	0.645
<b>Tần số dao động riêng</b>								
f <sub>1</sub> (Hz)	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.219	4.000	4.000
f <sub>3</sub> (Hz)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.0080	6.034	6.004	6.000
W (kg)	327.605	327.605	328.823	328.589	329.422	391.864	328.215	324.229
NSA	-	-	-	-	27,000	27,000	27,000	27,000

NSA: Số lần phân tích kết cấu (Number of structural analysis)

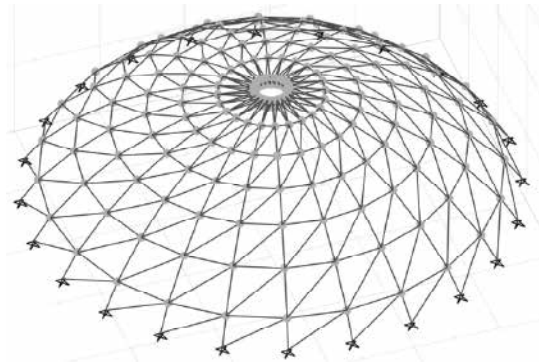
### 3.3 Mái vòm 600 thanh

Bài toán cuối cùng được trình bày trong Kaveh và Ghazaan [23] và Hình 5 và 6 thể hiện hình ảnh kết cấu mái vòm 600 thanh. Mái vòm có đường kính 13 mét và cao 7,5 mét. Mỗi thanh của kết cấu được coi là một biến thiết kế kích thước đưa đến bài toán tối ưu với 25 biến. Mô đun đàn hồi  $E=200$  GPa và khối lượng riêng  $\rho = 7850$   $\text{kg/m}^3$  và các nút ở dưới của mái vòm được liên kết bởi các khớp (tọa độ  $z = 0$ ). Khối lượng 100 kg được thêm vào tại tất cả các nút tự do. Không gian tìm kiếm riêng biệt cho bài toán này được xác định trong khoảng  $[1, 100]$   $\text{cm}^2$ . Các giới hạn đối tần số dao động riêng là  $f_1 \geq 5$  Hz và  $f_3 \geq 7$  Hz. Số lượng dân số và số lần lặp đối với JS-FEM được thiết lập tương ứng là 50 và 300, như vậy số lần phân tích kết cấu là 15,000. Kết quả trình bày ở bảng 3.

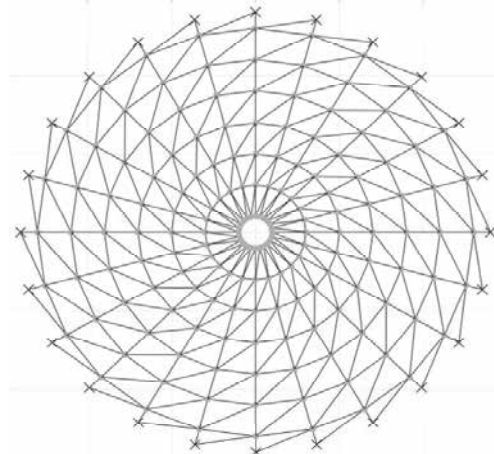
## 4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ

### 4.1 Giàn 37 thanh

Kết quả tối ưu hóa trọng lượng cho giàn 37 thanh của thuật toán JS-FEM được trình bày ở bảng 1. Nhìn tổng thể có thể thấy sự phân chia của 3 nhóm kết quả khác nhau. Nhóm thuật toán cho ra kết quả tối ưu tốt nhất trong đó có JS-FEM cho ra kết quả với trọng lượng giàn 359.799kg tốt hơn so với các nghiên cứu của Kaveh và cộng sự [3, 43-45] với các kết quả lần lượt 360.4kg, 361.03kg, 362.84kg và 364.72kg, chỉ sau CRPSO với 358.007kg của Carvalho và cộng sự [46] đã sử dụng NSA cao nhất (24,000). JS-FEM tỏ ra hiệu quả hơn các kết quả của Wang và cộng sự [42] và Lingyun và cộng sự [6] đã sử dụng NSA thấp nhất với trọng lượng lần lượt là 366.5kg và 368.84kg. Và cuối cùng, JS-FEM cho thấy ưu việt so với PSO của Carvalho và cộng sự [46] và của Gomes [20] với trọng lượng lần lượt là 370.502kg và 377.2kg. Vì vậy, từ so sánh trên, JS-FEM tỏ ra hiệu quả trong tối ưu trọng lượng cho giàn 37 thanh với ràng buộc tần số dao động riêng với NSA cùng số lần lặp là 24,000.



Hình 5. Phối cảnh mái vòm giàn 600 thanh



Hình 6. Mặt bằng mái vòm giàn 600 thanh

**Bảng 3:** Kết quả tối ưu cho của mái vòm giàn 600 thanh. Diện tích mặt cắt tính bằng cm<sup>2</sup>

Biến phân tích	Kaveh & M. Ilchi (2016) [23] ECBO-Cascade	Kaveh (2017) [49] DPSO	Kaveh & M. Ilchi (2017) [50] VPS	Kaveh & M. Ilchi (2018) [51] MDVC-UVPS	Degertekin et al. (2021) [52] PFJA	Kaveh et al. (2021) [9] EFBI	Kaveh et al. (2022) [39] ISMA	Truong & Chou (2023) [53] FAFBI	JS (2023)
a <sub>1</sub>	(1-2)	1.0299	1.365	1.3030	1.2575	1.1867	1.0999	1.1035	1.1615
a <sub>2</sub>	(1-3)	1.3664	1.391	1.3998	1.3466	1.2967	1.4922	1.5801	1.3720
a <sub>3</sub>	(1-10)	5.1095	5.686	5.1072	4.9738	4.5771	6.0744	6.2180	5.0308
a <sub>4</sub>	(1-11)	1.3011	1.511	1.3882	1.4025	1.3356	1.6234	1.0522	1.3215
a <sub>5</sub>	(2-3)	17.0572	17.711	16.9217	17.3802	18.3157	17.4918	17.1566	17.1538
a <sub>6</sub>	(2-11)	34.0764	36.266	38.1432	37.9742	38.5097	37.2118	36.5568	36.6623
a <sub>7</sub>	(3-4)	13.0985	13.263	11.8319	13.0306	13.5917	12.7873	12.8425	12.8320
a <sub>8</sub>	(3-11)	15.5882	16.919	16.6149	15.9209	16.8824	14.8239	15.3463	15.3304
a <sub>9</sub>	(3-12)	12.6889	13.333	11.3403	11.9419	13.8766	12.1764	11.9044	11.4956
a <sub>10</sub>	(4-5)	10.3314	9.534	9.3865	9.1643	9.5286	9.0163	9.4559	9.4473
a <sub>11</sub>	(4-12)	8.5313	9.884	8.7692	8.4332	9.4218	8.5044	8.1976	8.2741
a <sub>12</sub>	(4-13)	9.8308	9.547	9.6682	9.2375	9.7643	8.9951	9.0644	9.0583
a <sub>13</sub>	(5-6)	7.0101	7.866	6.9826	7.2213	7.2431	7.0357	7.6937	7.4797
a <sub>14</sub>	(5-13)	5.2917	5.529	5.4445	5.2142	5.3913	5.0993	5.1748	5.1459
a <sub>15</sub>	(5-14)	6.275	7.007	6.3247	6.7961	6.7468	6.1918	6.7264	6.6681
a <sub>16</sub>	(6-7)	5.4305	5.462	5.1349	5.2078	5.1493	4.9514	4.8059	4.9264
a <sub>17</sub>	(6-14)	3.6414	3.853	3.3991	3.4586	3.8342	3.9186	3.6390	3.5924
a <sub>18</sub>	(6-15)	7.2827	7.432	7.7911	7.6407	8.0665	7.6312	7.7180	7.6879
a <sub>19</sub>	(7-8)	4.4912	4.261	4.4147	4.369	4.2800	4.4271	4.0911	4.1349
a <sub>20</sub>	(7-15)	1.9275	2.253	2.2755	2.1237	2.2509	2.3280	2.1339	2.1482
a <sub>21</sub>	(7-16)	4.6958	4.337	4.9974	4.5774	4.5372	4.8534	4.4482	4.6172
a <sub>22</sub>	(8-9)	3.3595	4.028	4.0145	3.4564	3.5615	3.9632	3.4785	3.5875
a <sub>23</sub>	(8-16)	1.7067	1.954	1.8388	1.792	1.7744	1.8527	1.8191	1.8384
a <sub>24</sub>	(8-17)	4.8372	4.709	4.7965	4.8264	4.6445	4.7818	4.8903	4.9203
a <sub>25</sub>	(9-17)	2.0253	1.41	1.5551	1.7601	1.6141	1.4354	1.7001	1.6606
W (Kg)	6,140.51	6,344.55	6,133.02	6,115.10	6,333.251	6,076.35	6,068.34	6,062.85	6,060.28
NSA	17,300	9,000	19,740	17,513	8,590	12,000	20,000	15,000	15,000
Tần số dao động riêng									
f <sub>1</sub> (Hz)	5.001	5.000	5.0000	5.000	5.0011	5.0001	5.0003	5.0000	5.001
f <sub>3</sub> (Hz)	7.001	7.000	7.0000	7.000	7.0000	7.0000	7.0002	7.0000	7.000

NSA: Số lần phân tích kết cấu (Number of structural analysis)

**4.2 Giàn 72 thanh**

Bảng 2 trình bày kết quả tối ưu cho giàn 72 thanh thu được bởi JS-FEM cùng với các thuật toán khác. Từ kết quả có thể thấy JS-FEM cho kết quả tốt với trọng lượng giàn là 324.229kg so với các thuật toán còn lại được xem xét trong nghiên cứu này. Ngược lại với bài toán trước, JS-FEM thể hiện được sự hiệu quả hơn so với thuật toán CRPSO với kết quả tối ưu trọng lượng là 328.215kg của Carvalho và cộng sự [46] với cùng số lần sử dụng NSA (27,000). Trong khi đó, thuật toán PSO của Carvalho và cộng sự [46] đã sử dụng NSA là 27,000 cho ra kết quả trọng lượng vẫn là 391.864kg thể hiện sự kém hiệu quả hơn hẳn JS-FEM. Mặt khác, Gomes [20] với trọng lượng lần lượt là 328.823kg, Konzelman [47] với 327.605kg, Sedaghati [48] với 327.605kg và các thuật toán của Kaveh và cộng sự [21, 45] với 328.589 kg và 329.422 kg đều cho ra chênh lệch kết quả tối ưu không quá lớn. Những kết quả này chỉ ra rằng JS-FEM là một công cụ hiệu quả để giải quyết bài toán tối ưu giàn 72 thanh với điều kiện tần số dao động riêng với NSA (27,000).

**4.3 Mái vòm 600 thanh**

Kết quả tối ưu hóa cho mái vòm 600 thanh thu được từ thuật toán JS-FEM và các phương pháp khác được so sánh trong bảng 3. JS-FEM cho ra trọng lượng với 6,060.28kg tốt hơn so với các thuật toán khác. Cùng sử

dụng NSA như nhau (15,000), JS-FEM cũng thể hiện sự hiệu quả cùng với FAFBI của Truong và Chou [53] với 6,062.85kg cho các kết quả tối ưu gần như tương đương. Thêm vào đó, Kaveh và cộng sự [39] đã sử dụng NSA cao hơn (20.000) hay Degertekin và cộng sự [52] sử dụng NSA thấp nhất (8,590) đều cho ra kết quả trọng lượng mái vòm nặng hơn so với kết quả thu được từ JS-FEM với lần lượt là 6,068.34kg và 6,333.521kg. Mặt khác, các nghiên cứu của Kaveh và Ilchi Ghazaan được thực hiện bằng các phương pháp khác nhau vào các năm 2016 [23] sử dụng NSA (17,300) với 6,140.51kg, năm 2017 [50] sử dụng NSA (19,740) với 6,133.02kg, năm 2018 [51] sử dụng NSA (17,513) với 6,115.10kg cho ra các kết quả về trọng lượng mái vòm 600 thanh cải thiện dần qua từng năm, nhưng đều nặng hơn so với JS-FEM. Trái ngược với các phương pháp trên thì DPSO của Kaveh [49] lại cho trọng lượng lớn nhất trong các thuật toán được nhắc đến trong bài toán này với trọng lượng là 6,344.55kg khi sử dụng NSA (9,000). Do đó, kết quả xác nhận rằng các ràng buộc tần số của thiết kế tối ưu mà JS-FEM thu được có thể giải quyết bài toán này một cách hiệu quả với NSA cũng 15,000 lần lặp.

**5. KẾT LUẬN**

Bài báo này đã tích hợp thuật toán tối ưu JS với phương pháp phần

từ hữu hạn FEM thành mô hình JS-FEM nhằm tối ưu trọng lượng kết cấu với ràng buộc tần số dao động riêng. JS-FEM áp dụng để tối ưu giàn 37 thanh, giàn 72 thanh, giàn vòm 600 thanh. Trọng lượng tốt nhất được tìm kiếm bằng JS-FEM của thiết kế giàn 37 thanh, giàn 72 thanh, giàn vòm 600 thanh lần lượt là 359.799kg, 324.229kg và 6.060.28kg. Tất cả kết quả này được khảo sát với số lượng lần phân tích kết cấu nhỏ hơn hoặc tương đương đều tốt hơn các kết quả từ các nghiên cứu gần đây. Vì vậy, JS-FEM là mô hình tốt và có tính hiệu quả cao để giải quyết các vấn đề tối ưu hóa trong kỹ thuật kết cấu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Grandhi, R., *Structural optimization with frequency constraints - A review*. AIAA Journal, 1993. **31**(12): p. 2296-2303.
- Kaveh, A. and A. Zolghadr, *Comparison of nine meta-heuristic algorithms for optimal design of truss structures with frequency constraints*. Advances in Engineering Software, 2014. **76**: p. 9-30.
- Kaveh, A. and A. Zolghadr, *Democratic PSO for truss layout and size optimization with frequency constraints*. Computers & Structures, 2014. **130**: p. 10-21.
- Lemonge, A.C.C., et al., *Multi-objective truss structural optimization considering natural frequencies of vibration and global stability*. Expert Systems with Applications, 2021. **165**: p. 113777.
- Kaveh, A., K.B. Hamedani, and M. Kamalinejad, *Set theoretical variants of the teaching-learning-based optimization algorithm for optimal design of truss structures with multiple frequency constraints*. Acta Mechanica, 2020. **231**(9): p. 3645-3672.
- Lingyun, W., et al., *Truss optimization on shape and sizing with frequency constraints based on genetic algorithm*. Computational Mechanics, 2005. **35**(5): p. 361-368.
- Chou, J.-S. and D.-N. Truong, *A novel metaheuristic optimizer inspired by behavior of jellyfish in ocean*. Applied Mathematics and Computation, 2021. **389**: p. 125535.
- Houssein, E.H., et al., *Lévy flight distribution: A new metaheuristic algorithm for solving engineering optimization problems*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2020. **94**: p. 103731.
- Kaveh, A., K.B. Hamedani, and M. Kamalinejad, *An enhanced Forensic-Based Investigation algorithm and its application to optimal design of frequency-constrained dome structures*. Computers & Structures, 2021. **256**: p. 106643.
- Kumar, S., et al., *MOTEO: A novel physics-based multiobjective thermal exchange optimization algorithm to design truss structures*. Knowledge-Based Systems, 2022. **242**: p. 108422.
- Kumar, S., et al., *Multi-objective teaching-learning-based optimization for structure optimization*. Smart Science, 2022. **10**(1): p. 56-67.
- Singh, P., R. Kottath, and G.G. Tejani, *Ameliorated Follow The Leader: Algorithm and Application to Truss Design Problem*. Structures, 2022. **42**: p. 181-204.
- Zhao, S., et al., *Dandelion Optimizer: A nature-inspired metaheuristic algorithm for engineering applications*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2022. **114**: p. 105075.
- Kumar, S., et al., *Multi-Objective Passing Vehicle Search algorithm for structure optimization*. Expert Systems with Applications, 2021. **169**: p. 114511.
- Kumar, S., et al., *Multiobjective structural optimization using improved heat transfer search*. Knowledge-Based Systems, 2021. **219**: p. 106811.
- Yang, X.-S., *Nature-inspired metaheuristic algorithms*. 2010: Luniver press.
- Kumar, S., et al., *A Decomposition based Multi-Objective Heat Transfer Search algorithm for structure optimization*. Knowledge-Based Systems, 2022. **253**: p. 109591.
- Yang, Y., et al., *An opposition learning and spiral modelling based arithmetic optimization algorithm for global continuous optimization problems*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2022. **113**: p. 104981.
- Zhang, Y.-J., et al., *Self-adaptive classification learning hybrid JAYA and Rao-1 algorithm for large-scale numerical and engineering problems*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2022. **114**: p. 105069.
- Gomes, H.M., *Truss optimization with dynamic constraints using a particle swarm algorithm*. Expert Systems with Applications, 2011. **38**(1): p. 957-968.
- Kaveh, A. and A. Zolghadr, *Truss optimization with natural frequency constraints using a hybridized CSS-BBBC algorithm with trap recognition capability*. Computers & Structures, 2012. **102-103**: p. 14-27.
- Khatibinia, M. and S. Sadegh Naserlavi, *Truss optimization on shape and sizing with frequency constraints based on orthogonal multi-gravitational search algorithm*. Journal of Sound and Vibration, 2014. **333**(24): p. 6349-6369.
- Kaveh, A. and M. Ilchi Ghazaan, *Optimal design of dome truss structures with dynamic frequency constraints*. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2016. **53**(3): p. 605-621.
- Ho-Huu, V., et al., *An improved differential evolution based on roulette wheel selection for shape and size optimization of truss structures with frequency constraints*. Neural Computing and Applications, 2018. **29**(1): p. 167-185.
- Kaveh, A. and A. Zolghadr, *Optimal design of cyclically symmetric trusses with frequency constraints using cyclical parthenogenesis algorithm*. Advances in Structural Engineering, 2018. **21**(5): p. 739-755.
- Lieu, Q.X., D.T.T. Do, and J. Lee, *An adaptive hybrid evolutionary firefly algorithm for shape and size optimization of truss structures with frequency constraints*. Computers & Structures, 2018. **195**: p. 99-112.
- Vanshaj, K., et al., *Jellyfish search optimization for tuned mass dampers for earthquake oscillation of elevated structures including soil-structure interaction*. Asian Journal of Civil Engineering, 2023. **24**(3): p. 779-792.
- Chou, J.-S. and D.-N. Truong, *Multiobjective optimization inspired by behavior of jellyfish for solving structural design problems*. Chaos, Solitons & Fractals, 2020. **135**: p. 109738.
- Chou, J.-S. and N.-M. Nguyen, *FBI inspired meta-optimization*. Applied Soft Computing, 2020. **93**: p. 106339.
- Mariottini, G.L. and L. Pane, *Mediterranean Jellyfish Venoms: A Review on Scyphomedusae*. Marine Drugs, 2010. **8**(4): p. 1122-1152.
- Zavodnik, D., *Spatial aggregations of the swarming jellyfish Pelagia noctiluca (Scyphozoa)*. Marine Biology, 1987. **94**(2): p. 265-269.
- Fossette, S., et al., *A biologist's guide to assessing ocean currents: a review*. Marine Ecology Progress Series, 2012. **457**: p. 285-301.
- Xiang, T., X. Liao, and K.-w. Wong, *An improved particle swarm optimization algorithm combined with piecewise linear chaotic map*. Applied Mathematics and Computation, 2007. **190**(2): p. 1637-1645.
- Chou, J.-S. and N.-T. Ngo, *Modified firefly algorithm for multidimensional optimization in structural design problems*. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2017. **55**(6): p. 2013-2028.
- Chuang, L.-Y., S.-W. Tsai, and C.-H. Yang, *Chaotic catfish particle swarm optimization for solving global numerical optimization problems*. Applied Mathematics and Computation, 2011. **217**(16): p. 6900-6916.
- May, R.M., *Simple mathematical models with very complicated dynamics*. Nature, 1976. **261**: p. 459-467.
- Chopra, A.K., *Dynamics of structures*. 2007: Pearson Education India.
- Dede, T., et al., *Optimal design of dome structures with recently developed algorithm: Rao series*. Structures, 2022. **42**: p. 65-79.
- Kaveh, A., K. Biabani Hamedani, and M. Kamalinejad, *Improved slime mould algorithm with elitist strategy and its application to structural optimization with natural frequency constraints*. Computers & Structures, 2022. **264**: p. 106760.
- Degertekin, S.O., L. Lamberti, and I.B. Ugur, *Discrete sizing/layout/topology optimization of truss structures with an advanced Jaya algorithm*. Applied Soft Computing, 2019. **79**: p. 363-390.
- Degertekin, S.O., L. Lamberti, and I.B. Ugur, *Sizing, layout and topology design optimization of truss structures using the Jaya algorithm*. Applied Soft Computing, 2018. **70**: p. 903-928.
- Wang, D., W.H. Zhang, and J.S. Jiang, *Truss Optimization on Shape and Sizing with Frequency Constraints*. AIAA Journal, 2004. **42**(3): p. 622-630.
- Kaveh, A. and S.M. Javadi, *Shape and size optimization of trusses with multiple frequency constraints using harmony search and ray optimizer for enhancing the particle swarm optimization algorithm*. Acta Mechanica, 2014. **225**(6): p. 1595-1605.
- Kaveh, A. and A. Zolghadr, *Shape and size optimization of truss structures with frequency constraints using enhanced charged system search algorithm*. 2011.
- Kaveh, A., L. Jafari, and N. Farhoudi, *Truss optimization with natural frequency constraints using a dolphin echolocation algorithm*. 2015.
- Carvalho, J.P.G., et al., *Truss optimization with multiple frequency constraints and automatic member grouping*. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2018. **57**(2): p. 547-577.
- Konzelman, C.J., *Dual methods and approximation concepts for structural optimization*. 1986.
- Sedaghati, R., *Benchmark case studies in structural design optimization using the force method*. International Journal of Solids and Structures, 2005. **42**(21): p. 5848-5871.
- Kaveh, A., *Optimal Analysis and Design of Large-Scale Domes with Frequency Constraints*, in *Applications of Metaheuristic Optimization Algorithms in Civil Engineering*, A. Kaveh, Editor. 2017, Springer International Publishing: Cham. p. 257-279.
- Kaveh, A. and M. Ilchi Ghazaan, *Vibrating particles system algorithm for truss optimization with multiple natural frequency constraints*. Acta Mechanica, 2017. **228**(1): p. 307-322.
- Kaveh, A. and M. Ilchi Ghazaan, *A new hybrid meta-heuristic algorithm for optimal design of large-scale dome structures*. Engineering Optimization, 2018. **50**(2): p. 235-252.
- Degertekin, S.O., G. Yalcin Bayar, and L. Lamberti, *Parameter free Jaya algorithm for truss sizing-layout optimization under natural frequency constraints*. Computers & Structures, 2021. **245**: p. 106461.
- Truong, D.-N. and J.-S. Chou, *Fuzzy adaptive forensic-based investigation algorithm for optimizing frequency-constrained structural dome design*. Mathematics and Computers in Simulation, 2023. **210**: p. 473-531.

# Xây dựng cấp phối vữa sử dụng vật liệu phế thải tường xây chế tạo gạch không nung

## Design of mortar distribution using waste materials from masonry walls to make unburnt brick

> **LÊ QUỐC TIẾN**

GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; Email: lqtien96@gmail.com

### TÓM TẮT

Hiện nay, tình trạng khai thác cát trái phép tại Việt Nam đang gây bức xúc trong dư luận xã hội. Việc khai thác thiếu kiểm soát gây hậu quả lớn như thất thoát tài nguyên, sạt lở bờ sông, thiệt hại hoa màu và mất an ninh trật tự tại các địa phương. Từ đầu năm 2017 đến nay, nhiều cá nhân tổ chức khai thác cát tại các lòng sông khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng, làm biến đổi dòng chảy gây sạt lở, xói mòn bờ sông. Hơn nữa, chất lượng cát sông khi đưa vào sử dụng xây dựng công trình không được kiểm soát chặt chẽ làm ảnh hưởng đến chất lượng công trình. Bên cạnh đó, tình trạng rác thải bê tông, tường xây gạch vỡ trong ngành Xây dựng là rất lớn. Đây là vấn đề nan giải đối với các nhà quản lý liên quan đến ô nhiễm môi trường và sử dụng rác thải này sao cho hiệu quả, ít tốn kém. Ngoài ra, Thông tư số 13/2017/TT-BXD quy định sử dụng vật liệu xây không nung trong các công trình xây dựng đã giúp nhu cầu sử dụng gạch không nung ngày càng tăng cao. Trong nghiên cứu này tác giả tiến hành xây dựng định mức cấp phối vật liệu cho mẫu đối chứng, mẫu sử dụng vật liệu phế thải tường xây thay thế cát theo tỉ lệ phần trăm là 35%; 50%; 100% và mẫu có bổ sung Geopolymer; tiến hành tạo hình gạch đặc 40x80x180, đánh giá cường độ và độ hút nước của gạch. Bài báo có ý nghĩa thực tiễn, góp phần tiết kiệm kinh phí, bảo vệ môi trường và tận dụng nguồn phế thải xây dựng khi được áp dụng vào thực tiễn.

**Từ khóa:** Phế thải tường xây; cát nghiền; gạch không nung.

### ABSTRACT

Currently, the situation of illegal sand mining in Vietnam is causing frustration in public opinion. Uncontrolled exploitation is causing great consequences in terms of resource loss, riverbank erosion, crop damage and insecurity in the localities. Since the beginning of 2017 until now, many individuals have organized sand mining in the riverbeds of the Mekong Delta, causing many serious consequences, changing the flow, causing landslides and bank erosion. river. Moreover, the quality of river sand when put into use for construction is not strictly controlled, affecting the quality of the works. Besides, the situation of concrete waste, broken brick wall in the construction industry is very large. This is a dilemma for managers related to environmental pollution and to use these wastes effectively and at a low cost. In addition, Circular No.13/2017/TT-BXD stipulating the use of unburnt building materials in construction works has led to an increasing demand for unburnt bricks. The author conducts an experiment to build a norm for the distribution of materials for the control sample, the sample uses building wall waste material to replace sand at the percentage of 35%; 50%; 100% and samples with the addition of Geopolymer; proceed to shape solid bricks 40x80x180, evaluate the strength and water absorption of bricks. The article has practical significance, contributing to saving money, protecting the environment and making use of construction waste when applied in practice.

**Key words:** Waste construction wall; crushed sand; unburnt bricks.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gạch xây là bộ phận cấu thành quan trọng của một công trình xây dựng. Gạch nung được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét và phải trải qua quá trình nung để tăng độ bền cho viên gạch, quá trình này tiêu tốn rất nhiều năng lượng đồng thời thải vào bầu khí quyển một lượng lớn khí thải độc hại.

Hiện nay, gạch không nung được phát triển và thay thế dần cho gạch nung. Gạch không nung là một loại gạch mà sau khi định

hình thì tự đóng rắn và đạt các chỉ số cơ học như cường độ nén, uốn, độ hút nước... Thành phần nguyên liệu sản xuất gạch không nung chủ yếu là xi măng, cát và đá mịn được phối trộn với các tỉ lệ khác nhau. Độ bền của viên gạch không nung được gia tăng nhờ lực ép hoặc rung hoặc cả ép lẫn rung lên viên gạch và thành phần kết dính của chúng... Hiện nay, phế phẩm xây dựng chưa có hướng xử lý triệt để, chỉ một phần nhỏ được tận dụng vào san lấp nền cho các công trình nhà dân, còn lại đa số thải trực tiếp ra môi trường. Vì

vậy, khi tận dụng nguồn phế phẩm này làm thành phần cấp phối cho sản xuất gạch không nung đem lại những hiệu quả về kinh tế, kỹ thuật, giải quyết được vấn đề về môi trường, tiết kiệm nguồn tài nguyên.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cơ sở tài liệu nghiên cứu chủ yếu

- Phương pháp xác định cường độ chịu nén theo TCVN 6477:2016 [1]

- Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 7570:2006 [2]

- Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử theo TCVN 7572:2006 [3]

- Yêu cầu kỹ thuật của xi măng Poocăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2009 [4]

- Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ theo TCVN 6016:2011 [5]

- Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012 [6]

### 2.2. Các thành phần cấp phối chế tạo gạch xi măng cốt liệu

Những thành phần cấp phối để chế tạo gạch xi măng cốt liệu gồm: xi măng, cát, đá mịn và một số chất độn khác như xỉ than hay tro bay nhiệt điện.

#### 2.2.1. Xi măng

Xi măng là chất kết dính sử dụng tính chất thủy hóa của xi măng làm chất kết dính liên kết tất cả các thành phần cấu thành khác. Sau thời gian bảo dưỡng trong một điều kiện nhất định, vật liệu nhận được ở dạng rắn có các tính chất cơ học (cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo,...) hay tính chất vật lý (tính thấm, tính khuếch tán,...) tùy thuộc vào mong muốn của người sử dụng.

Xi măng được tạo thành bằng cách nghiền mịn clinker, thạch cao thiên nhiên và phụ gia. Khi tiếp xúc với nước xảy ra các phản ứng thủy hóa và tạo thành một dạng hồ gọi là hồ xi măng. Tiếp đó, do sự hình thành của các sản phẩm thủy hóa, hồ xi măng bắt đầu quá trình ninh kết sau đó là quá trình hóa cứng để cuối cùng nhận được một dạng vật liệu có cường độ và độ ổn định nhất định. Vì tính chất kết dính khi tác dụng với nước, xi măng được xếp vào loại chất kết dính thủy lực.

Vật liệu xi măng được ứng dụng rất rộng rãi do ưu điểm thi công đơn giản, có tính chất cơ học tốt và tuổi thọ cao. Trong lĩnh vực xây dựng, đây là vật liệu chính để xây cầu, nhà, kênh, cống, v.v. Khi xử lý rác thải hạt nhân, việc xi măng hóa cho phép cố định các chất phóng xạ một cách sâu sắc trong vi cấu trúc của vật liệu xi măng.

Hiện nay, trên thị trường sử dụng phổ biến 2 loại xi măng là PCB và PC. Một số loại xi măng đặc biệt bao gồm: xi măng bền sun phát, xi măng giếng khoan dầu khí, xi măng dẫn nổ, xi măng ít tỏa nhiệt, xi măng tro bay... [7]

Đối với gạch không nung, xi măng là chất kết dính chính trong thành phần cấp phối, sự hình thành và phát triển cường độ của gạch xi măng cốt liệu phụ thuộc vào sự hình thành và phát triển cường độ của xi măng. Xi măng cũng là thành phần quyết định ảnh hưởng từ 50% đến 70% giá thành một viên gạch. Việc tối ưu được tỉ lệ pha trộn xi măng sẽ giải quyết được bài toán kinh tế đối với mỗi nhà sản xuất. Tỉ lệ pha trộn xi măng trong thành phần cấp phối tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật của viên gạch. Xi măng sử dụng là các loại xi măng PCB có trên thị trường hiện nay [8].

#### 2.2.2. Cát

Cốt liệu nhỏ cùng với xi măng, nước tạo ra vữa xi măng để lấp đầy lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu lớn hơn (đá dăm, sỏi...) và bao quanh các hạt cốt liệu lớn tạo thành khối bê tông đặc chắc.

Cát thiên nhiên gồm cát sông, cát suối, cát biển. Cát suối không dùng để chế tạo bê tông mà chế tạo bê tông silicat, cát biển bị nhiễm mặn và lẫn vỏ sò khi sử dụng cần phải làm sạch nhiễm mặn và loại bỏ vỏ sò [7].

#### 2.2.3. Đá mi bụi

Đá mi bụi còn được gọi là hạt đá được sàng lọc từ đá 1x2, 4x6, 5x7. Đá có kích thước nhỏ, dùng làm phụ gia sản xuất bê tông nhựa nóng và nguội, rải nền mặt đường giao thông...

#### 2.2.4. Nước

Nước là thành phần không thể thiếu để chế tạo gạch xi măng cốt liệu. Chất lượng nước yêu cầu tương tự như chất lượng nước để trộn bê tông, vữa. Lượng nước hòa trộn hợp lý giúp cho viên gạch sau khi tạo hình sẽ hình thành, phát triển cường độ và có cường độ tối ưu nhất.

Nước dùng để chế tạo gạch, bê tông phải đảm bảo chất lượng tốt, không gây ảnh hưởng đến thời gian ninh kết và rắn chắc của xi măng. Nước dùng chế tạo gạch, bê tông phải đảm bảo một số yêu cầu sau:

- Không chứa váng dầu hoặc váng mỡ.
- Lượng tạp chất hữu cơ không lớn hơn 15 mg/l.
- Độ pH không nhỏ hơn 4 và không lớn hơn 12,5.
- Không có màu khi dùng cho bê tông và vữa trang trí.

Theo mục đích sử dụng, hàm lượng muối hòa tan, lượng ion sunfat, lượng ion clo và cặn không tan không được lớn hơn các giá trị quy định trong Bảng 1 (đối với nước trộn bê tông và vữa) và Bảng 2 (đối với nước dùng để rửa cốt liệu và bảo dưỡng bê tông).

Tổng đương lượng kiềm quy đổi tính theo Na<sub>2</sub>O không được lớn hơn 1000 mg/l khi sử dụng cùng với cốt liệu có khả năng gây phản ứng kiềm - silic.

Bảng 1. Hàm lượng tối đa cho phép của muối hòa tan, ion sunfat, ion clorua và cặn không tan trong nước trộn bê tông và vữa.

Đơn vị tính: (mg/l)

Mục đích sử dụng	Hàm lượng tối đa cho phép			
	Muối hòa tan	Ion sunfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Ion clo (Cl <sup>-</sup> )	Cặn không tan
1. Nước trộn bê tông và nước trộn vữa bơm bảo vệ cốt thép cho các kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước.	2 000	600	350	200
2. Nước trộn bê tông và nước trộn vữa chèn mối nối cho các kết cấu bê tông cốt thép.	5 000	2 000	1 000	200
3. Nước trộn bê tông cho các kết cấu bê tông không cốt thép. Nước trộn vữa xây dựng và trát.	10 000	2 700	3 500	300
<p><b>CHÚ THÍCH 1:</b> Khi sử dụng xi măng cao nhôm làm chất kết dính cho bê tông và vữa, nước dùng cho tất cả các phạm vi sử dụng đều phải theo quy định của mục 1.</p> <p><b>CHÚ THÍCH 2:</b> Trong trường hợp cần thiết, có thể sử dụng nước có hàm lượng ion clo vượt quá qui định của mục 2 để trộn bê tông cho kết cấu bê tông cốt thép, nếu tổng hàm lượng ion clo trong bê tông không vượt quá 0,6 kg/m<sup>3</sup>.</p> <p><b>CHÚ THÍCH 3:</b> Trong trường hợp nước dùng để trộn vữa xây, trát các kết cấu có yêu cầu trang trí bề mặt hoặc ở phần kết cấu thường xuyên tiếp xúc ẩm thì hàm lượng ion clo được không chế không qua 1 200 mg/l.</p>				

Bảng 2. Hàm lượng tối đa cho phép của muối hòa tan, ion sunfat, ion clorua và cặn không tan trong nước dùng để rửa cốt liệu và bảo dưỡng bê tông.

Đơn vị tính: (mg/l)

Mục đích sử dụng	Hàm lượng tối đa cho phép			
	Muối hòa tan	Ion sunfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Ion clo (Cl <sup>-</sup> )	Cặn không tan
1. Nước bảo dưỡng bê tông các kết cấu có yêu cầu trang trí bề mặt. Nước rửa, tưới ướt và sàng ướt cốt liệu.	5 000	2 700	1 200	500
2. Nước bảo dưỡng bê tông các kết cấu không có yêu cầu trang trí bề mặt (trừ công trình xả nước)	30 000	2 700	20 000	500
3. Nước tưới ướt mạch ngừng trước khi đổ tiếp bê tông tưới ướt các bề mặt bê tông trước khi chèn khe nối. Nước bảo dưỡng bê tông trong các công trình xả nước và làm nguội bê tông trong các ống xả nhiệt của khối lớn	1 000	500	350	500

CHÚ THÍCH: Khi sử dụng xi măng cao nhôm làm chất kết dính cho bê tông và vữa, nước dùng để rửa cốt liệu và bảo dưỡng bê tông phải theo quy định của mục 1

**2.2.5. Các phụ gia, chất độn**

Phụ gia, chất độn được đưa vào trong thành phần cấp phối để cải thiện một số tính chất của viên gạch như: tăng khả năng chống thấm, chống rêu mốc. Hiện nay, đã có nhiều nghiên cứu đưa thêm xỉ than, tro bay của quá trình sản xuất công nghiệp khác vào trong thành phần cấp phối chế tạo gạch không nung. Nguồn cung xỉ than, tro bay khá dồi dào từ các nhà máy nhiệt điện lớn trên cả nước, cần được nghiên cứu ứng dụng giúp tận dụng tốt nguồn phế thải ảnh hưởng đến môi trường. Việc sử dụng phụ gia sẽ tối ưu hóa được giá thành và chi phí sản xuất gạch xi măng cốt liệu [8]

**2.3. Một số đặt trưng cơ lý của gạch không nung**

Cường độ chịu nén [1]: Cường độ chịu nén của viên gạch không được nhỏ hơn cường độ của vữa xây. Theo TCVN 6477:2016 thì cường độ chịu nén của gạch là kết quả trung bình cộng của 3 mẫu thử riêng lẻ.

Khối lượng thể tích: Gạch xi măng cốt liệu có khối lượng thể tích khá lớn, lớn hơn so với gạch đất nung truyền thống. Đối với viên gạch hoàn toàn đặc, khối lượng thể tích có thể đạt đến 2050 kg/m<sup>3</sup>.

Độ hút nước [1]: Theo TCVN 6477:2016 độ hút nước của gạch xi măng cốt liệu không lớn hơn 14% (với gạch mác M35 và M50) và không lớn hơn 12% đối với gạch có mác từ M75 trở lên.

**2.4. Đặc trưng cơ lý các thành phần vật liệu chế tạo gạch không nung**

**2.4.1. Chất kết dính**

Xi măng PC 40 (Hà Tiên)

Bảng 3. Chỉ tiêu cơ lý của xi măng

TÊN CHỈ TIÊU	PHƯƠNG PHÁP THỬ	KẾT QUẢ THỬ
1. Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )	TCVN 4030-2003	3,10
2. Độ dẻo tiêu chuẩn (%)	TCVN 6017-2015	27,8
3. Thời gian đông kết	TCVN 6017-2015	
Bắt đầu đông kết ( phút)		140'
Kết thúc đông kết (giờ)		3h50'
4. Cường độ chịu nén (MPa)	TCVN 6016-2011	
Ở 3 ngày tuổi		21,50
Ở 28 ngày tuổi		43,8

Ngoài chất kết dính là xi măng, tác giả còn sử dụng Geopolymer [9] để thay thế xi măng và nước. Để kích hoạt tro bay, sự kết hợp của dung dịch natri hydroxit (NaOH) và dung dịch natri silicat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) đã được chọn làm dung dịch hoạt hóa kiềm (AAS). Dung dịch natri hydroxyt được pha chế bằng cách cho NaOH dạng vảy khô vào nước để đạt được nồng độ mol theo yêu cầu. Để tạo ra 1kg dung dịch NaOH 12M, cần pha trộn 361g NaOH khô vào 639g nước.

Sau khi cho NaOH khô vào thùng chứa nước, dùng đũa thủy tinh khuấy cho tan hết để tạo thành dung dịch NaOH. Nồng độ NaOH ở mức 12M, độ tinh khiết 99% và Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> với 11,8% Na<sub>2</sub>O; 29,5% SiO<sub>2</sub> và 58,7% nước đã được sử dụng.

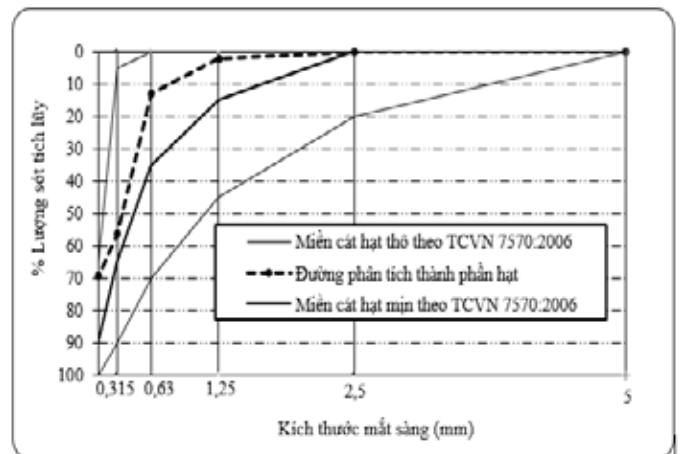
Sau đó trộn dung dịch NaOH và dung dịch Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> theo tỷ lệ đã định trước. Dung dịch Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> và NaOH khi pha chế sẽ sinh nhiệt do đó nên được chuẩn bị một ngày trước khi sử dụng.

**2.4.2. Cốt liệu cát**

Cốt liệu nhỏ trong nghiên cứu này là sử dụng cát sông (Tân Châu) có thành phần hạt và các chỉ tiêu cơ lý sau:

Bảng 4. Chỉ tiêu cơ lý của cát

TÊN CHỈ TIÊU		ĐƠN VỊ	KẾT QUẢ
* Độ ẩm		%	1.12
* Độ hút nước		%	3.06
* Môđun độ lớn		/	1.41
Khối lượng ban đầu (g)		1000.00	
Kích thước lỗ sàng (mm)	Khối lượng trên từng sàng (g)	Lượng sót riêng (%)	Lượng sót tích lũy (%)
5.0	0.00	0.00	0.00
2.5	0.00	0.00	0.00
1.25	20.75	2.08	2.08
0.63	107.25	10.73	12.80
0.315	435.25	43.53	56.33
0.14	130.25	13.03	69.35
đáy sàng	306.50	30.65	100.00



Hình 1. Biểu đồ thành phần hạt cát

**2.4.3. Phế thải tường xây**

Cốt liệu phế thải tường xây sử dụng trong nghiên cứu này từ phá dỡ tường xây của nhà cấp 4 tường dày 100. Phế thải tường xây được nghiền và sàng qua cỡ từ 5 mm để loại bỏ thành phần hạt to. Sau đó tiến hành xác định thành phần hạt.



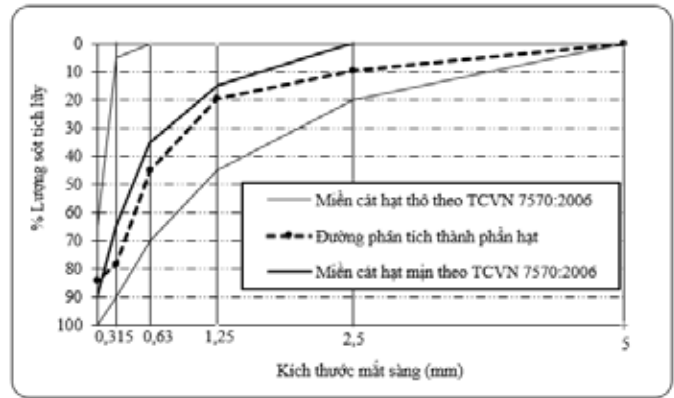
Hình 2. Nghiền phế thải tường xây tạo hạt thô



Hình 3. Nghiền phế thải tường xây tạo hạt mịn

Bảng 5. Thành phần hạt phế thải tường xây

TÊN CHỈ TIÊU	ĐƠN VỊ	KẾT QUẢ	
* Môđun độ lớn	/	2.36	
Khối lượng ban đầu (g)	1000.00		
Kích thước lỗ sàng (mm)	Khối lượng trên từng sàng (g)	Lượng sót riêng (%)	Lượng sót tích lũy (%)
5.0	0.00	0.00	0.00
2.5	94.40	9.44	9.44
1.25	101.70	10.17	19.61
0.63	253.00	25.30	44.91
0.315	331.40	33.14	78.05
0.14	60.90	6.09	84.14
dây sàng	158.60	15.86	100.00



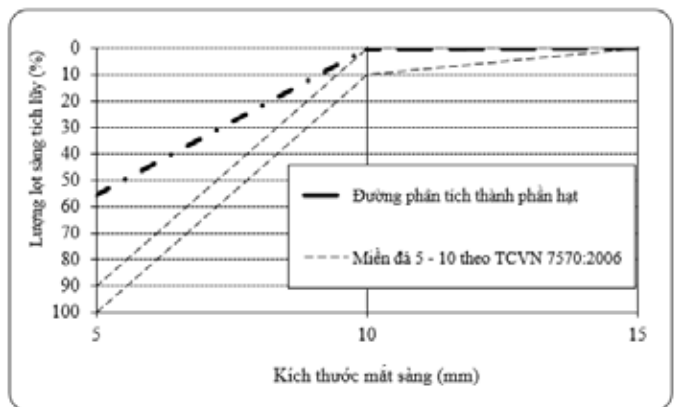
Hình 4. Biểu đồ thành phần hạt gạch nghiền

#### 2.4.4. Cốt liệu đá

Đá mạt là thành phần cốt liệu chính để sản xuất gạch không nung nên tác giả sử dụng đá Antraco. Trong nghiên cứu nhóm tác giả sử dụng đá mi bụi có thành phần hạt như sau:

Bảng 6. Thành phần hạt đá mi bụi

Khối lượng ban đầu (g)		5000.00	
Kích thước lỗ sàng (mm)	Khối lượng trên từng sàng (g)	Lượng sót riêng (%)	Lượng sót tích lũy (%)
40.0	0.0	0.00	0.00
20	0.0	0.00	0.00
10	10.5	0.21	0.21
5	2789.3	55.79	56.00
dây sàng	2200.2	44.00	100.00



Hình 5. Biểu đồ thành phần hạt đá mi bụi

#### 2.5. Xây dựng cấp phối để sản xuất gạch không nung

Hiện nay, có rất nhiều cấp phối chế tạo gạch xi măng cốt liệu và có sử dụng cát để tăng độ đặc, thẩm mỹ và tăng khả năng chống thấm cho gạch. Các loại cấp phối này được nhiều nhà máy sản xuất hiện nay sử dụng. [8]; [10]; [11]

\* Cấp phối 1: Mạt đá (<8mm) 90%-94%, xi măng từ 6-10%

Đây là công thức phổ biến nhất đối với các nhà sản xuất hiện nay, phù hợp với các đơn vị chỉ sử dụng mạt đá làm cốt liệu chính với ưu điểm giúp tăng cường độ gạch, giá thành sản xuất rẻ. Tuy nhiên, nhược điểm là gạch có bề mặt thô, khả năng chống thấm kém do còn rất nhiều kẽ hở (có thể khắc phục bằng cách tuyền mạt mịn, đều).

\* Cấp phối 2: Mạt đá (<8mm) 62%, xi măng 8%-10%, cát 30%.

Cấp phối này tương tự như cấp phối 1 có bổ sung thêm cát giúp tăng thẩm mỹ và khả năng chống thấm cho sản phẩm.

\* Cấp phối 3: Mạt đá (<8mm) 47%, xi măng 8%, cát 15%, xỉ than 30%

Cấp phối này chủ yếu tận dụng nguồn xỉ than rẻ và sẵn có tại địa phương, bảo vệ môi trường và tiết kiệm chi phí sản xuất.

\* Cấp phối 4: Mạt đá (0÷3mm) 30%, mạt đá (3÷8mm) 60%, xi măng 10%

Lượng mạt đá 0÷3mm tương đương với cỡ hạt cát, có thể sử dụng công thức này để đạt được cường độ gạch cao và thẩm mỹ.

Dựa vào các thành phần cấp phối, nhận thấy cấp phối 1 và 2 phù hợp với sản xuất gạch hiện nay. Nhóm tác giả dựa vào cấp phối 2 tiến hành thay thế cát theo tỉ lệ phần trăm khối lượng cát: 35%; 50%; 100%; tiến hành tạo hình gạch đặc (40x80x180) và thí nghiệm đánh giá cường độ và độ hút nước của gạch, đây là 2 chỉ tiêu quan trọng mà gạch cần phải đạt được.

Bảng 7. Định mức vật liệu 1 viên gạch (1,2kg hỗn hợp) theo cấp phối 2, mác 100

Cấp phối	Xi măng	Đá	Cát	Nước
M1	10%	60%	30%	-
(Đối chứng)	0,12 (kg)	0,72(kg)	0,36(kg)	0,12(kg)

Bảng 8. Định mức vật liệu 1 viên gạch (1,2kg hỗn hợp)

Cấp phối	Xi măng	Đá	Cát	PTTX	Nước
M2 (35%)	0,12 (kg)	0,72(kg)	0,23 (kg)	0,13(kg)	0,12(kg)
M3 (50%)	0,12 (kg)	0,72(kg)	0,18 (kg)	0,18 (kg)	0,12(kg)
M4(100%)	0,12 (kg)	0,72(kg)	-	0,36(kg)	0,12(kg)

Mặt khác, tác giả sử dụng Geopolymer để thay thế chất kết dính xi măng, điều chỉnh thành phần cấp phối cùng với PTTX để tạo ra gạch không nung

Bảng 9. Định mức vật liệu 1 viên gạch (1,2kg hỗn hợp) sử dụng Geopolymer

Cấp phối	Dung dịch kiểm kích hoạt	Đá	PTTX	Tro bay
M <sub>g</sub> 1	8%	50%	25%	17%
	0,096 (kg)	0,6(kg)	0,3(kg)	0,204(kg)
M <sub>g</sub> 2	9%	55%	20%	16%
	0,108 (kg)	0,66(kg)	0,24(kg)	0,192(kg)

### 3. KẾT LUẬN

Tác giả đã xây dựng ba định mức cấp phối vật liệu cho một viên gạch không nung (1,2kg hỗn hợp): cấp phối 2 - mạt đá (<8mm) 62%, xi măng 8%-10%, cát 30% mác 100 làm mẫu đối

chứng; thay thế cát theo tỉ lệ phần trăm khối lượng cát: 35%; 50%; 100% và định mức vật liệu có sử dụng Geopolymer.

Nghiên cứu xây dựng cấp phối vữa sử dụng vật liệu phế thải tường xây là tiền đề cho thực nghiệm chế tạo gạch không nung sử dụng phế phẩm tường xây. Dựa trên cấp phối xây dựng, tác giả đề xuất hướng nghiên cứu đánh giá cường độ và độ ẩm của gạch theo tiêu chuẩn gạch không nung dựa trên sản phẩm tạo ra. Giải pháp nhằm tận dụng nguồn phế phẩm xây dựng làm thành phần cấp phối cho sản xuất gạch không nung, vừa tiết kiệm tài nguyên đất sét và giải quyết bài toán về môi trường của việc phá dỡ các công trình xây dựng.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TCVN 6477:2016, Gạch bê tông, Hà Nội: Bộ Khoa học và Công nghệ, 2016.
- [2]. TCVN 7570:2006, Yêu cầu kỹ thuật cốt liệu cho bê tông và vữa, Hà Nội: Bộ Khoa học và Công nghệ, 2006.
- [3]. TCVN 7572-2:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - Phương pháp thử - Xác định thành phần hạt, Hà Nội: Bộ Khoa học và Công nghệ, 2006.
- [4]. TCVN 6260:2009, Xi măng Poocăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật, Hà Nội: Bộ Khoa học và Công nghệ, 2009.
- [5]. TCVN 6016:2011, Xi măng - Phương pháp thử - Xác định cường độ, Hà Nội: Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011.
- [6]. TCVN 4506:2012, Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật, Hà Nội: Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012
- [7]. Phùng Văn Lự, Giáo trình vật liệu xây dựng, Hà Nội: Nhà Xuất bản giáo dục, 2006.
- [8]. Trần Duy Cảnh, "Nghiên cứu sử dụng cốt liệu nhỏ tái chế từ phế thải xây dựng để sản xuất gạch xi măng không nung", Luận văn, Đà Nẵng, 2018.
- [9]. Lê Hoài Bảo, "Nghiên cứu sử dụng phế thải bê tông xây dựng và chất kết dính Geopolymer để làm cốt liệu trong chế tạo bê tông," Vĩnh Long, 2020.
- [10]. "www.gachkhongnunghonglinh.vn," địa chỉ: <https://gachkhongnunghonglinh.vn/ti-le-phoi-tron-trong-san-xuat-gach-khong-nung-nhu-the-nao/>.
- [11]. "Bikenvietnam.com.vn," địa chỉ: <https://bikenvietnam.com.vn/cap-phoi-gach-khong-nung-gach-block-biken.html>.

# So sánh khả năng chịu xoắn thuần túy của dầm BTCT theo tiêu chuẩn EC2-04, ACI 318-19 và TCVN 5574-2018

Comparison pure torsion strength of reinforced concrete beams according to EC2 -04, ACI 318 - 19 and TCVN 5574-2018

> NGUYỄN VĨNH SÁNG<sup>1</sup>, PGS.TS NGUYỄN ANH DŨNG<sup>2</sup>,  
PGS.TS NGUYỄN XUÂN HUY<sup>3</sup>, PGS.TS TRẦN CAO THANH NGỌC<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Phân hiệu Trường Đại học Thủy lợi; Email: sangnv@tlu.edu.vn

<sup>2</sup>Trường Đại học Thủy lợi; Email: dung.kcct@tlu.edu.vn

<sup>3</sup>Trường Đại học Giao thông vận tải; Email: nguyenxuanhuy@utc.edu.vn

<sup>4</sup>Trường Đại học Quốc tế - Đại học Quốc gia TP.HCM; Email: tctngoc@hcmiu.edu.vn

## TÓM TẮT

Việc thiết kế chịu xoắn cho dầm bê tông cốt thép (BTCT) được sử dụng trong nhiều tiêu chuẩn của các nước trên thế giới nhưng quan điểm và phương pháp thiết kế vẫn có sự khác nhau. Tiêu chuẩn EC2-04 dựa vào mô hình ống thành mỏng chịu xoắn, tiêu chuẩn ACI318-19 dựa trên mô hình ống thành mỏng và mô hình giàn ảo cho trước và sau nứt. Trong khi đó theo TCVN 5574-2018 dựa trên lý thuyết uốn vênh. Mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát sự khác nhau giữa các tiêu chuẩn khi tính toán khả năng chịu xoắn của dầm BTCT. Khả năng chịu xoắn của dầm được tính toán theo các tiêu chuẩn EC2-04, ACI 318-19 và TCVN 5574-2018 cho 51 dầm bê tông cốt thép và so sánh với kết quả thí nghiệm. Góc nghiêng của các thanh chống chịu nén bê tông của mô hình giàn ảo lý tưởng được chọn bằng 45° trong tính toán.

**Từ khóa:** Cường độ chịu xoắn; xoắn thuần túy; thanh chịu nén bê tông; góc nghiêng; bê tông cốt thép.

## ABSTRACT

The design of torsional strength of reinforced concrete beams is used in many standards of many countries around the world, but the provisions and design methods are still different. According to EC2-04 standard based on torsional strength thin-walled tube model, ACI318-19 standard is based on thin-walled tube model and truss - tie model for before and after cracking. Meanwhile, according to TCVN 5574-2018 based on the point of view of warped section. The objective of this study is to investigate the difference between the standards and the accuracy of calculating the torsional resistance of reinforced concrete beams. The predicted torsional strength based on successive design methods EC2 - 04, ACI 318 -19 and TCVN 5574-2018 is compared with the results of 51 reinforced concrete beams tested for pure torsional force. The angle of inclination of the concrete compressive support bars of the ideal truss and tie model is chosen 45°.

**Keywords:** Torsional strength; pure torsion; concrete compression struts; angle of inclination; reinforced concrete.

## 1. GIỚI THIỆU

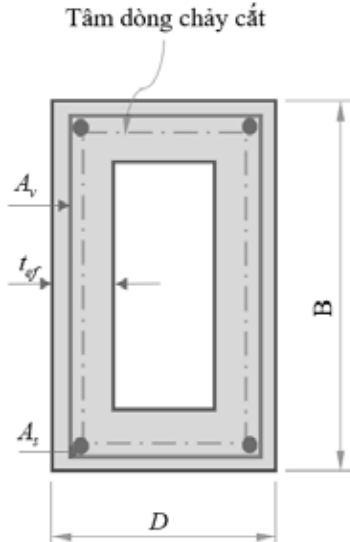
Dầm BTCT trong các tòa nhà, cầu và các kết cấu khác có thể chịu ứng suất xoắn ở mức đáng kể. Trong các kết cấu BTCT, thường gặp các cấu kiện chịu uốn xoắn đồng thời như dầm đỡ ban công, các bản sàn có dạng công xôn, dầm công xôn, dầm dạng cong, cầu thang xoắn... hoặc các cấu kiện khác khi mà lực tác dụng lên chúng không nằm trong mặt phẳng đi qua trục dọc của chúng [4]. Mô men xoắn có xu hướng làm xoắn các cấu kiện quanh trục dọc của các cấu kiện này. Khả năng chịu xoắn của dầm BTCT được đóng góp chủ yếu bởi cốt thép dọc, cốt thép đai và của bê tông xem như thanh chống nghiêng chịu nén. Quy trình đánh giá khả năng chịu xoắn của dầm BTCT theo

quy định thiết kế [1], [2] và [3] có sự khác biệt quan trọng ở một số chi tiết và cách tiếp cận. Mục đích của nghiên cứu là khảo sát và đánh giá sự khác nhau giữa ba tiêu chuẩn này trong thiết kế dầm BTCT chịu xoắn. Để đạt được mục đích đã nêu, khả năng chịu xoắn của dầm được quy định trong tiêu chuẩn [1], [2], [3] được áp dụng vào tính toán cho 51 dầm bê tông cốt thép được thực nghiệm theo. Các kết quả so sánh cho thấy được sự khác nhau giữa các tiêu chuẩn khi xác định khả năng chịu xoắn của dầm bê tông cốt thép.

## 2. QUY ĐỊNH THIẾT KẾ XOẮN THEO CÁC TIÊU CHUẨN

### 2.1 Quy định theo EC2-04

Thiết kế dầm BTCT chịu xoắn thuần túy trong [1] dựa trên giả thiết rằng dầm ứng xử như một ống có thành mỏng có chiều thành hiệu dụng như Hình 1. Khả năng chịu xoắn ( $T_{EC2}$ ) của dầm BTCT được lấy nhỏ hơn trong các giá trị trong công thức (1) và (2) theo khả năng chịu lực của cốt thép đai và thép dọc tương ứng.



Hình 1. Mô hình tính toán khả năng chịu xoắn dầm BTCT dạng chữ nhật theo [1].

$$T_{EC2} = \frac{2A_k A_v f_{yt}}{s} \cot \theta \quad (1)$$

$$T_{EC2} = \frac{2A_k A_s f_y}{U_k} \tan \theta \quad (2)$$

Trong đó:  $A_k = (D - t_{ef})(B - t_{ef})$  là diện tích phần thành mỏng hiệu dụng ( $\text{mm}^2$ ).

$U_k = 2(D + B - 2t_{ef})$  là chu vi trung bình của phần thành mỏng ( $\text{mm}$ ).  $t_{ef} = \max(A/P_c, 2c)$  là chiều dày hiệu dụng của thành mỏng ( $\text{mm}$ ).

$A = B \times D$  là diện tích tiết diện dầm ( $\text{mm}^2$ ).  $P_c = 2(B + D)$  là chu vi của tiết diện dầm ( $\text{mm}$ ).  $D, B$  là bề rộng dầm và chiều cao dầm tương ứng ( $\text{mm}$ ) và  $c$  là khoảng cách từ mép ngoài bê tông đến trọng tâm thép đai ( $\text{mm}$ ).

$A_v, A_s$  là diện tích của một nhánh đai và tổng diện tích thép dọc ( $\text{mm}^2$ ).  $s$  là khoảng cách thép đai ( $\text{mm}$ ).  $f_{yt}, f_y$  là cường độ chảy dẻo của thép đai và cường độ chảy dẻo của thép dọc ( $\text{MPa}$ ).

$\theta$  là góc nghiêng phá hoại của bê tông chịu nén (độ).

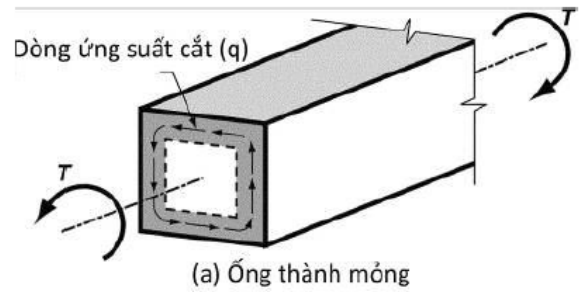
Các phương trình (1) và (2) liên quan đến khả năng chịu xoắn với cách bố trí cốt đai kín và cốt thép dọc, tương ứng. Đối với xoắn thuần túy, đánh giá ( $T_{EC2}$ ) không được vượt quá khả năng chịu xoắn lớn nhất ( $T_{EC2}^{max}$ ) của tiết diện dầm, thể hiện bởi khả năng chịu nén của thanh chống chéo bê tông.

$$T_{EC2}^{max} = 2\nu\alpha_c f'_c A_k t_{ef} \sin \theta \cos \theta \quad (3)$$

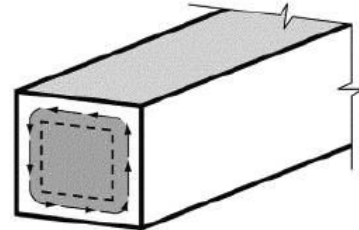
Trong đó:  $\nu = 0,6 \left[ 1 - (f'_c / 250) \right]$  và  $\alpha_c$  là lấy bằng 1 cho kết cấu không phải ứng suất trước.  $f'_c$  là cường độ chịu nén mẫu lăng trụ của bê tông ( $\text{MPa}$ )

### 2.2 Quy định theo ACI318-19

Việc tính toán khả năng chịu xoắn trong [2] dựa trên mô hình ống thành mỏng (Hình 2) và mô hình giàn ảo (Hình 3) trước và sau khi nứt.

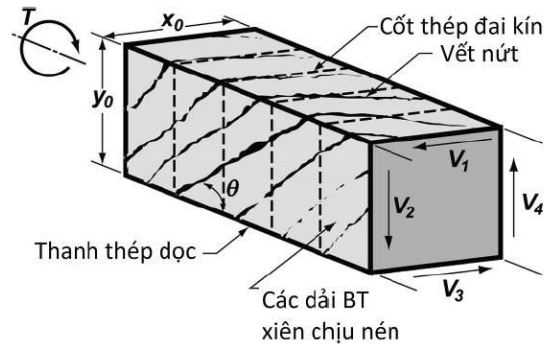


(a) Ống thành mỏng



(b) Diện tích được bao bởi chu vi vi dòng US cắt

Hình 2. Mô hình ống thành mỏng



Hình 3. Mô hình giàn ảo

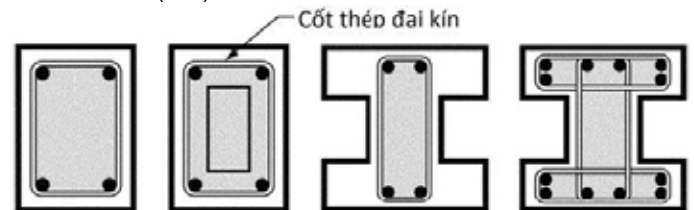
Mặc dù [2] dựa trên mô hình giàn ảo không gian để đánh giá khả năng chịu xoắn của dầm BTCT sau nứt, có sự khác nhau với quan điểm thiết kế theo [1]. Khả năng chịu xoắn ( $T_{ACI}$ ) của dầm BTCT chịu xoắn thuần túy được lấy bằng giá trị nhỏ hơn của hai công thức sau (4) và (5) liên quan đến khả năng chịu lực của cốt đai và cốt thép dọc như sau:

$$T_{ACI} = \frac{2A_o A_v f_{yt}}{s} \cot \theta \quad (4)$$

$$T_{ACI} = \frac{2A_o A_s f_y}{P_h} \tan \theta \quad (5)$$

Trong đó:  $A_o = 0,85A_{oh}$  là diện tích được bao quanh đường chảy cắt ( $\text{mm}^2$ ).

$A_{oh}$  là diện tích phần lõi bên trong tính từ trọng tâm cốt đai ( $\text{mm}^2$ ) được xác định như Hình 4.  $P_h$  là chu vi phần lõi được bao bởi cốt đai kín ( $\text{mm}$ ).



Hình 4. Xác định diện tích  $A_{oh}$

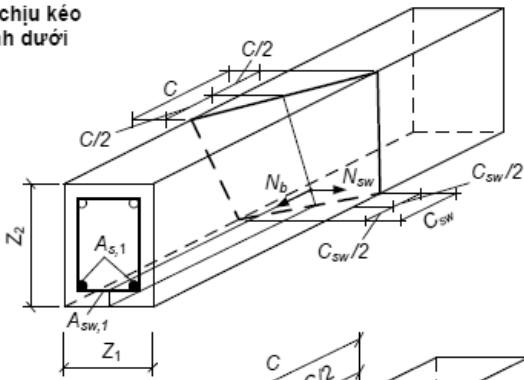
Hơn nữa, [2] chỉ ra rằng trong trường hợp xoắn thuần túy, khả năng chịu xoắn bị giới hạn bởi thành phần bê tông ( $T_{ACI}^{max}$ ) được thể hiện bằng công thức:

$$T_{ACI}^{max} = \frac{17\sqrt{f_c} A_{oh}^2}{12P_h} \quad (6)$$

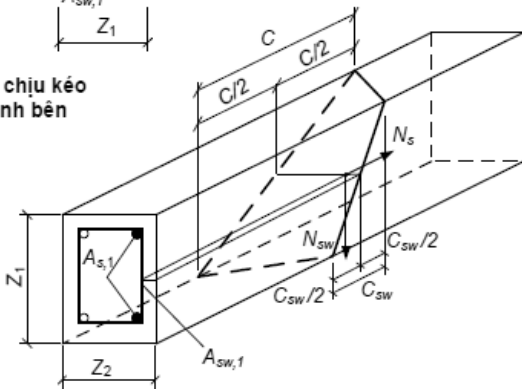
**2.3 Quy định theo TCVN 5574-2018**

Phương pháp xác định khả năng chịu xoắn của dầm BTCT trong tiêu chuẩn [3] là áp dụng lý thuyết tiết diện vành như (Hình 5) được phát triển bởi nhà khoa học người Nga Lessig. Theo [3] tính toán khả năng chịu xoắn của cấu kiện thì phải phải đảm bảo cho cấu kiện không bị phá hoại cả theo ứng suất nén chính và ứng suất kéo chính.

a) Cốt thép chịu kéo nằm ở cạnh dưới



b) Cốt thép chịu kéo nằm ở cạnh bên



**Hình 5.** Sơ đồ nội lực trong tiết diện không gian khi tính toán chịu mô men xoắn theo [3]  
 Độ bền của cấu kiện giữa các tiết diện vành không gian khi chịu ứng suất kéo chính được kiểm tra theo điều kiện:

$$T_{TCVN} = T_{sw} + T_s \quad (7)$$

Trong đó:

$T_{sw}, T_s$  lần lượt là khả năng chịu xoắn của cốt đai và khả năng chịu xoắn của cốt thép dọc được xác định như sau:

$$T_{sw} = 0,9 \frac{R_{sw} A_{sw1}}{s_w} \frac{Z_1 Z_2}{2Z_2 + Z_1} C \quad (8)$$

$$T_s = 0,9 R_s A_{s1} \frac{Z_1 Z_2}{C} \quad (9)$$

$$\left\{ \begin{aligned} C &= \sqrt{\frac{R_s A_{s1} s_w (2Z_2 + Z_1)}{R_{sw} A_{sw1}}} \\ C &\leq \min \left\{ (2Z_2 + Z_1), Z_1 \sqrt{\frac{2(2Z_2 + Z_1)}{Z_1}} \right\} \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Điều kiện hạn chế:

$$0,5 \leq \frac{R_{sw} A_{sw1}}{s_w} \frac{Z_1}{R_s A_{s1}} \leq 1,5 \quad (11)$$

Khi  $\frac{R_{sw} A_{sw1}}{s_w} \frac{Z_1}{R_s A_{s1}} < 0,5$ , ứng suất trong thép đai đạt  $R_{sw}$  nhưng

cốt thép dọc chưa đạt đến cường độ chịu kéo tính toán  $R_s$ . Trường hợp này  $T_{sw}$  được tính theo hệ thức (8) nhưng  $T_s$  được xác định bởi:

$$T_s = 0,9 \frac{R_{sw} A_{sw1}}{s_w} Z_1 \frac{Z_1 Z_2}{C} \quad (8a)$$

Khi  $\frac{R_{sw} A_{sw1}}{s_w} \frac{Z_1}{R_s A_{s1}} > 1,5$ , ứng suất trong thép đai chưa đạt  $R_{sw}$

nhưng cốt thép dọc đạt đến cường độ chịu kéo tính toán  $R_s$ . Trường hợp này  $T_s$  được tính theo công thức (9) nhưng  $T_{sw}$  được xác định bởi:

$$T_{sw} = 0,9 (1,5 R_s A_{s1}) \frac{Z_2}{2Z_2 + Z_1} C \quad (9a)$$

Để đảm bảo về bê tông không bị phá hoại do ứng suất nén chính gây ra, khả năng chịu xoắn không được vượt quá giá trị:

$$T_{TCVN}^{NC} = 0,1 R_b b^2 h \quad (12)$$

Trong đó,  $b$  và  $h$  lần lượt là cạnh nhỏ và lớn của tiết diện chữ nhật.

**2.4 Quy định xác định góc nghiêng  $\theta$  trong tiêu chuẩn EC-4 và ACI318-19**

Góc nghiêng  $\theta$  xuất hiện trong các biểu thức đánh giá khả năng chịu xoắn trước đây cho dầm BTCT được thể hiện là góc giữa trục dầm và các thanh chống chịu nén bê tông của giàn không gian lý tưởng được sử dụng để mô hình hóa ứng xử của dầm dưới tác dụng của lực xoắn. Trong khi các giới hạn ( $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ ) được khuyến nghị bởi [1], [6] đã quy định rằng giá trị của  $\theta$  phải bằng  $45^\circ$  đối với thiết kế dầm BTCT trong. Theo [2] thì góc nghiêng  $\theta$  thay đổi từ  $30^\circ$  đến  $60^\circ$ . Đối với các cấu kiện không ứng lực trước thì [2] khuyến cáo lấy  $\theta = 45^\circ$ , đối với các cấu kiện ứng lực trước thì lấy  $\theta = 37,5^\circ$ . Trong khi [3] xét góc nghiêng  $\theta$  dựa trên chiều dài hình chiếu của cạnh chịu nén của tiết diện không gian lên trục dọc cấu kiện ký hiệu là  $C$  đã trình bày ở trên. Giá trị của  $\theta = 45^\circ$  được xem xét trong nghiên cứu này cho hai tiêu chuẩn [1] và [2].

**3. KHẢ NĂNG CHỊU XOẮN CỦA DẦM BTCT THÔNG QUA VÍ DỤ TÍNH TOÁN**

**3.1 Khả năng chịu xoắn của dầm BTCT thông qua thí nghiệm**

Tổng tất cả 51 mẫu thí nghiệm được sử dụng để so sánh với kết quả tính toán theo các nghiên cứu của [5], [7-9] được tổng hợp trong Bảng 1. Trong đó, năm 1995 Rasmussen và Baker [8] đã tiến hành thí nghiệm trên 12 mẫu dầm bê tông cốt thép chịu xoắn thuần túy với tham số chính được xem xét là cường độ chịu nén bê tông từ 35 (MPa) đến 80 (MPa). Kết quả cho thấy rằng, bê tông cường độ cao cho khả năng chịu xoắn tốt hơn. Fang và Shiao [7] năm 2004 đã nghiên cứu biến dạng và khả năng chịu xoắn của 16 dầm bê tông cốt thép chịu xoắn thuần túy. Cường độ chịu nén và hàm lượng cốt thép khác nhau được xem xét trong nghiên cứu này. Năm 1968, Hsu [9] đã thử nghiệm 21 dầm bê tông cốt thép chịu xoắn thuần túy. Ảnh hưởng của các thông số khác nhau đến ứng xử chịu xoắn của dầm: cường độ chịu nén bê tông, hàm lượng cốt đai và thép dọc, tỷ lệ bề rộng và chiều cao dầm. Kết quả nghiên cứu cho thấy các vết nứt hình thành trong dầm khác với dự đoán theo nguyên lý của Saint Venant. Ở Việt Nam, năm 2018 Nguyễn Trung Hiếu và Lý Trần Cường [5] đã tiến hành nghiên cứu thực nghiệm BTCT chịu xoắn thuần túy được gia cường bằng vật liệu tấm sợi các bon CFRP. Mẫu thử nghiệm bao gồm 06 mẫu, trong đó có 02 mẫu BTCT làm đối chứng và 04 mẫu có gia cường CFRP.

**Bảng 1:** Tóm tắt kết quả thí nghiệm dầm BTCT chịu xoắn thuần túy

Nghiên cứu	Mẫu	bhx (mm)	$f'_c$ (MPa)	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$f_y$ (MPa)	$A_v$ (mm <sup>2</sup> )	$f_{yv}$ (MPa)	s (mm)	$T_{Test}$ (kN.m)
[5]	B-1	150x200	20	314.16	325	28.3	240	100	6.1
	B-2	150x200	20	314.16	325	28.3	240	100	6.0
Fang và Shiau [7]	H-06-06	350x500	78.5	1188	440	71	440	100	92.0
	H-06-12	350x500	78.5	2027	410	71	440	100	115.1
	H-12-12	350x500	78.5	2027	410	71	440	50	155.3
	H-12-16	350x500	78.5	2850	520	71	440	50	196.0
	H-20-20	350x500	78.5	3420	560	127	440	55	239.0
	H-07-10	350x500	68.4	1710	500	71	420	90	126.7
	H-14-10	350x500	68.4	1710	500	127	360	80	135.2
	H-07-16	350x500	68.4	2850	500	71	420	90	144.5
	N-06-06	350x500	35.5	1188	440	71	440	100	79.7
	N-06-12	350x500	35.5	2027	410	71	440	100	95.2
	N-12-12	350x500	35.5	2027	410	71	440	50	116.8
	N-12-16	350x500	35.5	2850	520	71	440	50	138.0
	N-20-20	350x500	35.5	3420	560	127	440	55	158.0
	N-07-10	350x500	33.5	1710	500	71	420	90	111.7
N-14-10	350x500	33.5	1710	500	127	360	80	125.0	
N-07-16	350x500	33.5	2850	500	71	420	90	117.3	
Rasmussen [8]	B 30.1	160x275	41.7	1544	620	79	665	90	16.6
	B 30.2	160x275	38.2	1544	638	79	669	90	15.3
	B 30.3	160x275	36.3	1544	605	79	672	90	15.3
	B 50.1	160x275	61.8	1544	612	79	665	90	20.0
	B 50.2	160x275	57.1	1544	614	79	665	90	18.5
	B50.3	160x275	61.7	1544	612	79	665	90	19.1
	B 70.1	160x275	77.3	1544	617	79	658	90	20.1
	B 70.2	160x275	76.9	1544	614	79	656	90	20.7
	B 70.3	160x275	76.2	1544	617	79	663	90	21.0
	B 30.1	160x275	41.7	1544	620	79	665	90	16.6
	B 30.2	160x275	38.2	1544	638	79	669	90	15.3
B 30.3	160x275	36.3	1544	605	79	672	90	15.3	
Hsu 1968 [9]	B1	254x381	27.58	531	313.71	79	341.29	152	22.3
	B2	254x381	28.61	804	316.47	133	319.92	181	29.3
	B2	254x381	28.61	804	316.47	133	319.92	127	37.5
	B4	254x381	30.54	1521	319.92	133	323.36	92	47.3
	B5	254x381	29.03	1963	332.33	133	321.3	70	56.2
	B6	254x381	28.82	2642	331.64	133	322.67	57	61.7
	B7	254x381	25.99	531	319.92	133	318.54	127	26.9
	B8	254x381	26.75	531	321.99	133	319.92	57	32.5
	B9	254x381	28.82	1134	319.23	79	342.67	152	29.8
	B10	254x381	26.48	2642	334.4	79	341.98	152	34.3
	M1	254x381	29.85	804	326.12	79	353.01	149	30.4
	M2	254x381	30.54	1134	328.88	79	357.15	105	40.6
	M3	254x381	26.75	1521	321.99	133	326.12	140	43.8
	M4	254x381	26.54	1963	318.54	133	326.81	105	49.6
	M5	254x381	27.99	2642	335.09	133	330.95	83	55.7
	M6	254x381	29.37	2945	317.85	133	340.6	70	60.1
	I2	254x381	45.23	804	325.43	79	348.87	98	36.0
	I3	254x381	44.75	1134	343.36	133	333.71	127	45.6
I4	254x381	44.95	1521	315.09	133	326.12	92	58.1	
I5	254x381	45.02	1963	310.26	133	325.43	70	70.7	
I6	254x381	45.78	2642	325.43	133	328.88	57	76.7	

### 3.2 Khả năng chịu xoắn theo các tiêu chuẩn và thảo luận

Kết quả tính toán khả năng chịu xoắn dầm BTCT theo [1], [2] và [3] được thể hiện ở Bảng 2 và Bảng 3. Kết quả cho thấy việc tính toán theo tiêu chuẩn ACI 318-19 [2] luôn nhỏ hơn thực nghiệm, điều đó mang lại an toàn cho bài toán thiết kế kháng xoắn trong thực tế. Trái lại theo [1] và [3] có những trường hợp cho giá trị cao hơn giá trị của thí nghiệm, giá trị vượt lớn nhất theo [1], [3] tương ứng là 1,58 và 2,09 thể hiện trong Bảng 2. Ngoài ra, theo Bảng 3 cũng cho thấy rằng, giá trị tính toán theo TCVN 5574-2018 [3] cho giá trị cao hơn so với [1], [2]. Điều này được giải thích là do khi tính

toán khả năng chịu xoắn của dầm BTCT theo [3] bằng tổng cả khả năng chịu xoắn của thép đai và thép dọc. Trong khi đó, [1], [2] chỉ xét đến khả năng chịu xoắn của cốt đai hoặc cốt dọc nhưng không lớn hơn khả năng chịu xoắn của bê tông để tránh bê tông bị ép vỡ. Mặt khác, giá trị tính toán của ACI 318 -19 [2] cũng nhỏ hơn EC2-04 [1], nguyên nhân bởi khả năng chịu xoắn theo [2] bị giới hạn bởi sự nén vỡ bê tông và điều kiện áp dụng trong tính toán này là góc nghiêng  $\theta = 45^{\circ}$ .

**Bảng 2:** So sánh kết quả theo EC2-04 [1], ACI 318-19 [2] và TCVN 5574-2018 [3].

Nghiên cứu	Mẫu	$T_{Test}$ (kN.m)	$T_{EC2}$ (kN.m)	$\frac{T_{EC2}}{T_{Test}}$	$T_{ACI}$ (kN.m)	$\frac{T_{ACI}}{T_{Test}}$	$T_{TCVN}$ (kN.m)	$\frac{T_{TCVN}}{T_{Test}}$
[5]	B-1	6.1	4.57	0.75	4.70	0.77	3.67	0.60
	B-2	6.0	4.57	0.76	4.70	0.78	3.67	0.61
Fang và Shiau [7]	H-06-06	92.0	61.29	0.67	71.89	0.78	68.51	0.74
	H-06-12	115.1	61.29	0.53	71.89	0.62	68.84	0.60
	H-12-12	155.3	122.58	0.79	127.33	0.82	123.58	0.80
	H-12-16	196.0	122.58	0.63	143.78	0.73	137.68	0.70
	H-20-20	239.0	199.33	0.83	149.03	0.62	223.89	0.94
	H-07-10	126.7	65.01	0.51	76.25	0.60	73.01	0.58
	H-14-10	135.2	112.12	0.83	129.19	0.96	116.49	0.86
	H-07-16	144.5	65.01	0.45	76.25	0.53	73.01	0.51
	N-06-06	79.7	61.29	0.77	71.89	0.90	68.84	0.86
	N-06-12	95.2	61.29	0.64	71.89	0.76	68.84	0.72
	N-12-12	116.8	122.58	1.05	102.98	0.88	123.59	1.06
	N-12-16	138.0	122.58	0.89	102.98	0.75	123.59	0.90
	N-20-20	158.0	184.55	1.17	100.22	0.63	169.70	1.07
	N-07-10	111.7	65.01	0.58	76.25	0.68	73.02	0.65
N-14-10	125.0	112.12	0.90	97.36	0.78	123.43	0.99	
N-07-16	117.3	65.01	0.55	76.25	0.65	73.02	0.62	
Rasmussen [8]	B 30.1	16.6	25.89	1.56	10.24	0.62	31.47	1.89
	B 30.2	15.3	24.12	1.58	9.80	0.64	31.66	2.07
	B 30.3	15.3	23.12	1.52	9.55	0.63	31.80	2.09
	B 50.1	20.0	28.67	1.44	12.47	0.62	31.26	1.57
	B 50.2	18.5	28.67	1.55	11.98	0.65	31.27	1.69
	B50.3	19.1	28.67	1.50	12.46	0.65	31.33	1.64
	B 70.1	20.1	28.37	1.41	13.94	0.70	31.26	1.56
	B 70.2	20.7	28.28	1.36	13.91	0.67	31.32	1.51
	B 70.3	21.0	28.58	1.36	13.84	0.66	31.29	1.49
	B 30.1	16.6	25.89	1.56	10.24	0.62	31.34	1.89
	B 30.2	15.3	24.12	1.58	9.80	0.64	31.42	2.05
	B 30.3	15.3	23.12	1.52	9.55	0.63	31.45	2.06
	Hsu 1968 [9]	B1	22.3	18.71	0.84	18.62	0.84	17.98
B2		29.3	25.48	0.87	28.09	0.96	26.41	0.90
B2		37.5	28.57	0.76	28.09	0.75	30.84	0.82
B4		47.3	50.67	1.07	36.26	0.77	50.77	1.07
B5		56.2	63.58	1.13	35.35	0.63	73.23	1.30
B6		61.7	63.18	1.02	35.22	0.57	86.76	1.41
B7		26.9	19.08	0.71	18.76	0.70	24.93	0.93
B8		32.5	19.20	0.59	18.88	0.58	34.91	1.07
B9		29.8	19.30	0.65	22.09	0.74	21.18	0.71
B10		34.3	19.26	0.56	22.04	0.64	21.43	0.62
M1		30.4	20.29	0.67	23.21	0.76	21.87	0.72
M2		40.6	29.12	0.72	33.33	0.82	31.04	0.77
M3		43.8	33.58	0.77	33.94	0.77	37.46	0.85

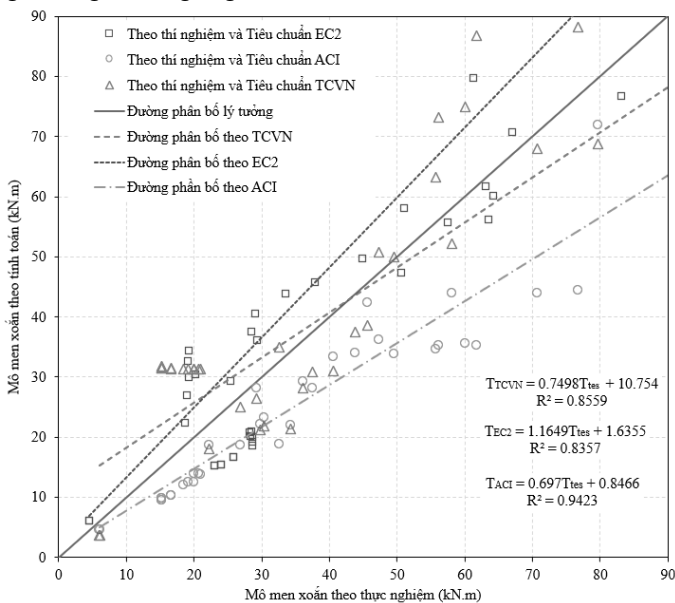
	M4	49.6	44.87	0.90	33.80	0.68	49.95	1.01
	M5	55.7	57.48	1.03	34.71	0.62	63.19	1.13
	M6	60.1	64.22	1.07	35.56	0.59	74.92	1.25
	I2	36.0	29.38	0.82	29.24	0.81	28.23	0.78
	I3	45.6	37.88	0.83	42.37	0.93	38.52	0.84
	I4	58.1	51.10	0.88	43.99	0.76	52.26	0.90
	I5	70.7	67.02	0.95	44.03	0.62	67.93	0.96
	I6	76.7	83.17	1.08	44.40	0.58	88.20	1.15
Trung bình				0.708		0.964		1.085
Độ lệch chuẩn				0.104		0.338		0.447
Hệ số biến thiên CV (%)				14.66		35.03		41.24

**Bảng 3:** Chênh lệch theo EC2-04 [1], ACI 318-19 [2] và TCVN 5574-2018 [3].

Nghiên cứu	Mẫu	$T_{Test}$ (kN.m)	$T_{EC2}$ (kN.m)	$\frac{T_{EC2} - T_{Test}}{T_{Test}}$ (%)	$T_{ACI}$ (kN.m)	$\frac{T_{ACI} - T_{Test}}{T_{Test}}$ (%)	$T_{TCVN}$ (kN.m)	$\frac{T_{TCVN} - T_{Test}}{T_{Test}}$ (%)
[5]	B-1	6.1	4.57	23.03	4.70	25.01	3.67	39.82
	B-2	6.0	4.57	21.74	4.70	23.76	3.67	38.82
Fang và Shiau [7]	H-06-06	92.0	61.29	21.86	71.89	33.38	68.51	25.53
	H-06-12	115.1	61.29	37.54	71.89	46.75	68.84	40.19
	H-12-12	155.3	122.58	18.01	127.33	21.07	123.58	20.42
	H-12-16	196.0	122.58	26.64	143.78	37.46	137.68	29.76
	H-20-20	239.0	199.33	37.64	149.03	16.60	223.89	6.32
	H-07-10	126.7	65.01	39.82	76.25	48.69	73.01	42.38
	H-14-10	135.2	112.12	4.45	129.19	17.07	116.49	13.84
	H-07-16	144.5	65.01	47.23	76.25	55.01	73.01	49.47
	N-06-06	79.7	61.29	9.80	71.89	23.10	68.84	13.63
	N-06-12	95.2	61.29	24.48	71.89	35.62	68.84	27.69
	N-12-12	116.8	122.58	11.83	102.98	4.95	123.59	5.81
	N-12-16	138.0	122.58	25.38	102.98	11.17	123.59	10.44
	N-20-20	158.0	184.55	36.57	100.22	16.80	169.70	7.41
Rasmussen [8]	N-07-10	111.7	65.01	31.74	76.25	41.80	73.02	34.63
	N-14-10	125.0	112.12	22.11	97.36	10.30	123.43	1.26
	N-07-16	117.3	65.01	35.00	76.25	44.58	73.02	37.75
	B 30.1	16.6	25.89	38.38	10.24	55.79	31.47	89.35
	B 30.2	15.3	24.12	35.90	9.80	57.73	31.66	107.06
	B 30.3	15.3	23.12	37.35	9.55	51.63	31.80	108.52
	B 50.1	20.0	28.67	37.51	12.47	43.71	31.26	56.69
	B 50.2	18.5	28.67	35.08	11.98	55.31	31.27	69.39
	B50.3	19.1	28.67	34.88	12.46	49.87	31.33	63.77
	B 70.1	20.1	28.37	30.49	13.94	41.42	31.26	55.83
	B 70.2	20.7	28.28	32.95	13.91	36.36	31.32	51.01
	B 70.3	21.0	28.58	33.95	13.84	36.37	31.29	49.28
	B 30.1	16.6	25.89	38.38	10.24	55.79	31.34	88.57
B 30.2	15.3	24.12	35.90	9.80	57.73	31.42	105.49	
B 30.3	15.3	23.12	37.35	9.55	51.63	31.45	106.23	
Hsu 1968 [9]	B1	22.3	18.71	16.37	18.62	15.96	17.98	19.22
	B2	29.3	25.48	4.00	28.09	12.93	26.41	9.75
	B2	37.5	28.57	25.11	28.09	23.83	30.84	17.78
	B4	47.3	50.67	23.41	36.26	7.03	50.77	7.24
	B5	56.2	63.58	37.04	35.35	13.22	73.23	30.41
	B6	61.7	63.18	42.90	35.22	2.41	86.76	40.64
	B7	26.9	19.08	30.25	18.76	29.06	24.93	7.29
	B8	32.5	19.20	41.98	18.88	41.00	34.91	7.28
	B9	29.8	19.30	25.94	22.09	35.28	21.18	28.99
	B10	34.3	19.26	35.82	22.04	43.91	21.43	37.61
M1	30.4	20.29	23.62	23.21	33.25	21.87	28.04	

M2	40.6	29.12	17.83	33.33	28.20	31.04	23.48
M3	43.8	33.58	22.59	33.94	23.40	37.46	14.55
M4	49.6	44.87	31.85	33.80	9.54	49.95	0.71
M5	55.7	57.48	37.68	34.71	3.19	63.19	13.44
M6	60.1	64.22	40.84	35.56	6.84	74.92	24.64
I2	36.0	29.38	18.88	29.24	18.48	28.23	21.67
I3	45.6	37.88	7.18	42.37	17.02	38.52	15.61
I4	58.1	51.10	24.25	43.99	12.01	52.26	10.01
I5	70.7	67.02	37.75	44.03	5.25	67.93	3.96
I6	76.7	83.17	42.13	44.40	8.42	88.20	14.97

Để mở rộng so sánh thống kê giữa các tiêu chuẩn EC2-04 [1], ACI 318-19 [2] và TCVN 5574-2018 [3] trong dự đoán khả năng chịu xoắn của dầm BTCT, một phân tích hồi quy đã được thực hiện cho thí nghiệm xoắn thuần túy của 51 mẫu thử được thu thập và tính toán theo ba tiêu chuẩn trên và mô hình phân bố tuyến tính được sử dụng trong phân tích này. Hình 6 cho thấy các mối quan hệ giữa thí nghiệm và tính toán theo [1], [2] và [3] được so sánh cùng đường phân bố lý tưởng (khả năng chịu xoắn theo thực nghiệm bằng tính toán). Đường phân bố chuẩn theo [1] cao hơn đường phân bố lý tưởng, trái lại thì theo [2] lại thấp hơn. Còn theo [3] thì lớn hơn khi giá trị khả năng chịu xoắn nhỏ hơn 45 kN.m và sau đó có xu hướng nhỏ hơn sự phân bố lý tưởng. Ngoài ra, hệ số tương quan ( $R^2$ ) thu được theo [1], [2] và [3] cho giá trị chấp thuận tốt (gần bằng 1) tương ứng là 0,8357; 0,9423; 0,8559.



Hình 6. Tương quan phân bố giữa thực nghiệm và theo tính toán

#### 4. KẾT LUẬN

Lý thuyết xác định khả năng chịu xoắn thuần túy của dầm BTCT quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế [1], [2], [3] được trình bày và áp dụng vào tính toán cho 51 mẫu thử theo các nghiên cứu thực nghiệm. Các kết quả so sánh giữa các khả năng chịu xoắn xác định theo lý thuyết và thí nghiệm chỉ ra rằng, khả năng chịu xoắn xác định theo [2] luôn nhỏ hơn thí nghiệm đảm bảo an toàn trong tính toán thiết kế. Trong khi đó, theo [1] và [3] một số trường hợp có xu hướng lớn hơn và [3] cho giá trị lớn nhất vì tính toán có xét đến tổng khả năng chịu xoắn của cốt đai và thép dọc. Kết quả tính toán theo [1], [2], [3] có sự khác nhau vì mỗi tiêu chuẩn có một cách tiếp cận khác nhau khi đi xác định khả năng chịu xoắn của cấu kiện dầm BTCT. Trong đó, [1] phụ thuộc vào công thức phân

tích để đánh giá khả năng chịu xoắn lớn nhất của dầm bê tông có tính đến ảnh hưởng của khả năng chịu lực của thanh chống chéo bê tông và góc nghiêng ( $\theta$ ), trong khi công thức được nêu bởi [2] là ban đầu xuất phát trên cơ sở kiểm soát vết nứt. Giá trị được chấp nhận cho góc nghiêng ( $\theta$ ) bằng  $45^\circ$  dẫn đến khả năng chịu xoắn dự đoán chính xác cho các dầm được kiểm tra bằng cách sử dụng phương pháp [1] và [3] cao hơn so với việc sử dụng phương pháp [2].

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Européen commette for standardisation (CEN), *Eurocode 2: Design of concrete structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings (EN 1992-1-1)*. Lausanne, Switzerland., 2004.
- [2] ACI Committee 318, *Building code requirements for structural concrete and commentary (ACI 318M-19)*. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019.
- [3] TCVN 5574:2018, "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế," Bộ Khoa học và Công nghệ, 2018.
- [4] Lê Minh Long, "Tính toán cấu kiện chịu xoắn theo ACI318-08," *Viện Khoa học Công nghệ xây dựng*, 2010.
- [5] Nguyễn Trung Hiếu, Lý Trần Cường, "Nghiên cứu thực nghiệm hiệu quả gia cường dầm bê tông cốt thép chịu xoắn bằng vật liệu tấm sợi các bon CFRP," *Khoa học Kỹ thuật và Công nghệ*, trang 28-35, 2017.
- [6] Européen commette for standardisation (CEN), *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings (EN 1998-1)*. Lausanne, Switzerland, 2004.
- [7] Fang, I.-K., Shiau, J.-K., "Torsional behaviour of normal and high strength concrete beams". *ACI Structural Journal*. 101. 304-313. 2004.
- [8] Rasmussen, L. J., Baker, G., "Torsion in reinforced normal and high strength concrete beams - Part 1": *Experimental test series*. *ACI Structural Journal*. 92. 56-62, 1995.
- [9] Hsu, T. T. C., "Torsion of structural concrete - Behaviour of reinforced concrete rectangular members". *Torsion of structural concrete, SP-18*. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI., pp. 261-306, 1968.

# Kiểm soát an toàn công tác lắp đặt hệ mặt dựng bằng phương pháp lai ghép trí tuệ nhân tạo

## Safety control of façade system installation using hybrid artificial intelligence method

> PGS.TS TRẦN ĐỨC HỌC<sup>1</sup>, THS PHẠM ĐỨC THẮNG<sup>1</sup>, KS NGUYỄN VIỆT THÀNH VINH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GV Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Email: tdhoc@hcmut.edu.vn; thang.bmkt@hcmut.edu.vn

<sup>2</sup>HVCH Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Email: thanhvinhcek14@gmail.com

### TÓM TẮT

Hiện tượng ngã trên cao thường là nguyên nhân chính gây thương tích và tử vong trong thi công xây dựng. Mặc dù người lao động đã nhận thức được những nguy hiểm liên quan đến việc không đeo dây an toàn, nhưng nhiều người lại quên hoặc cố tình không đeo khi làm việc trên cao. Thiết bị bảo vệ cá nhân (Personal Protective Equipment - PPE) phù hợp được nêu trong các quy tắc an toàn được sử dụng rộng rãi để đảm bảo an toàn cho người lao động. Việc đào tạo được cho là có hiệu quả trong việc giảm thiểu hành vi chấp nhận rủi ro và cải thiện cách làm việc của công nhân tại công trường xây dựng. Tuy nhiên, công tác huấn luyện về an toàn lao động bằng hình thức giám sát trực tiếp vẫn còn những hạn chế. Nghiên cứu này đã sử dụng thuật toán mới YOLOv8 "Bạn chỉ nhìn một lần" (You only look once - YOLO), bao gồm 5 biến thể của nó bao gồm YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l, YOLOv8x, để kiểm tra an toàn trong quá trình thi công lắp đặt hệ mặt dựng. Một bộ dữ liệu bao gồm 10978 hình ảnh được tìm kiếm và thu thập để thiết lập một hệ thống giám sát an toàn kỹ thuật số thông qua các giai đoạn huấn luyện và kiểm tra. Thuật toán YOLOv8 có tốc độ phát hiện trung bình có thể lên đến 136 khung hình trên mỗi giây, đáp ứng yêu cầu phát hiện đối tượng tiệm cận với thời gian thực tế nhất. Nghiên cứu này cung cấp giải pháp tối ưu khi mô hình sẽ được lưu trữ trên máy chủ đám mây và thông báo tự động đến người quản lý.

**Từ khóa:** An toàn lao động; trí tuệ nhân tạo; hệ mặt dựng.

### ABSTRACT

Fall from height is often the main cause of injury and death in construction site. Although workers are aware of the dangers related to not wearing safety harnesses, many people forget or intentionally do not wear them when working at heights. Personal Protective Equipment (PPE) that complies with safety regulations is widely used to ensure worker safety. Training is considered effective in reducing risk-taking behaviors and improving the working practices of construction workers. However, direct supervision for occupational safety training still has limitations. This study utilized the new YOLOv8 algorithm "You only look once" (YOLO), which includes 5 variations of it including YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l, YOLOv8x, to ensure safety during the installation and construction of the facade system. A dataset consisting of 10978 images was searched and collected to establish a digital safety monitoring system through training and testing phases. The YOLOv8 algorithm has an average detection speed of up to 136 frames per second, meeting the requirement for real-time object detection. This study provides an optimal solution when the model will be stored on a cloud server and automatically notifies the manager.

**Từ khóa:** Safety; artificial intelligence; facade system.

### 1. GIỚI THIỆU

Trong vài thập kỷ qua, hệ mặt dựng sử dụng kính như một loại tường đương đại mới, tích hợp hữu cơ thẩm mỹ kiến trúc và tiết kiệm năng lượng và đóng một vai trò quan trọng trong các tòa nhà hiện đại [1]. Sự ra đời của các hệ thống mặt dựng tiên tiến do tiến bộ công nghệ - lắp đặt các mô đun đã mở ra một chương mới trong quá trình định hình kiến trúc của tòa nhà cũng như tạo điều kiện để thực thi những ý tưởng táo bạo mang đến những biểu tượng mới cho thế giới hiện đại ngày

nay. Hệ thống mặt dựng thuộc các công trình cao tầng được lắp đặt và vận chuyển trên cao gây ra hàng loạt những rủi ro cho nhà thầu trong quá trình thi công cũng như việc vận chuyển linh kiện đến vị trí đã được định hình từ trước. Thực tế cho thấy đang có rất nhiều vụ tai nạn lao động xảy ra trong ngành xây dựng, hiện trạng đó không chỉ lấy đi sinh mạng quý giá của con người và giảm chất lượng cuộc sống mà còn gây chậm trễ trong ngành xây dựng và là gánh nặng tài chính cho người sử dụng lao động và người lao động [2].

Ngành Xây dựng là một trong những ngành có tỷ lệ tử vong và thương tích cao nhất so với các ngành khác [3]. Mặc dù ngành xây dựng đã cho thấy những cải thiện đáng kể về hiệu suất an toàn trong nhiều năm qua, nhưng té ngã vẫn là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong và thương tích nghiêm trọng [4]. Trên toàn thế giới, ít nhất 108.000 công nhân thiệt mạng tại các công trường mỗi năm, con số này chiếm khoảng 30% tổng số tai nạn lao động gây tử vong [5]. Trong đó, 535 (30,1%) tai nạn lao động gây tử vong đối với công nhân tại Hàn Quốc từ năm 2011 đến năm 2017; 854 (18,2%) tại Mỹ từ năm 2011 đến năm 2014 và 315 (32,8%) tại Nhật Bản từ năm 2015 đến năm 2017 [6]. Những con số thống kê đã chỉ ra được mức độ nghiêm trọng về hiện trạng những tai nạn hy hữu trong quá trình xây dựng, tuy nhiên vẫn còn tồn đọng những người lao động có ý thức kém và đưa ra những lý do cho việc không tuân thủ các quy tắc về an toàn lao động được cho là do sự khó chịu khi đeo dây bảo hộ và những hạn chế mà nó gây ra khi di chuyển [7].

Một số nhà nghiên cứu đã đề xuất các phương pháp tự động phát hiện phương tiện bảo vệ cá nhân nhằm nâng cao chất lượng công việc kiểm định an toàn và giải quyết các vấn đề liên quan đến thương tích do té ngã [8-10]. Thông thường, camera giám sát công trường đóng vai trò như một khung và các phương pháp tiếp cận dựa trên tầm nhìn thực hiện phát hiện đội mũ bảo hiểm thông qua một số giai đoạn, chủ yếu bao gồm nhận dạng chuyển động của con người và định vị mũ bảo hộ [11]. Tuy nhiên, trong quá trình thi công lắp đặt hệ mặt dựng luôn đòi hỏi người lao động cần trang bị các thiết bị chuyên dụng như áo chống rơi toàn thân, dây giảm chấn và giày bảo hộ để đảm bảo an toàn.

Trong những năm gần đây, khái niệm học sâu (Deep Learning), học từ nhiều đặc trưng của đối tượng đang là chủ đề nóng trong vấn đề trí tuệ nhân tạo. Một cuộc tìm kiếm dữ liệu mở rộng đã được tiến hành để xác định các vật thể được áp dụng ứng dụng học sâu hiện có trong ngành xây dựng [12]. Hàng loạt những mô hình ứng dụng học sâu đã và đang được phát triển, cung cấp các giải pháp phân tích dự báo với tốc độ xử lý các lớp trong hình ảnh nhanh [13]. Qua đó, dễ dàng phát hiện đối tượng, tránh nhầm lẫn các vật thể trong không gian phức tạp khó nắm bắt [14]. Hiện nay, khi nhắc đến mô hình phát hiện đối tượng (Object Detection) dựa trên ứng dụng học sâu, thuật toán phổ biến nhất có thể kể đến là mạng nơ ron phân tích chập dựa trên vùng (R-CNN, Faster-RCNN,...). Nhưng biến thể tối ưu hơn của nó hiện nay bao gồm máy ảnh dò một lần (Single Shot Detector) và bạn chỉ nhìn một lần (You Only Look Once) đã chứng minh được sự vượt trội hơn về thời gian xử lý. Trong đó thuật toán YOLO đạt được kết quả tốt nhất dựa trên các chỉ số về độ chính xác trung bình (mAP) và tốc độ khung hình (FPS) [15].

## 2. CÁC NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN TRƯỚC ĐÂY

Căn cứ vào các khả năng gây tác động nghiêm trọng cho người lao động khi thi công trên cao, các biện pháp ngăn ngừa và giảm thiểu mức độ ảnh hưởng của thương tích có thể được phân loại thành 2 thành phần: chủ động hoặc bị động [16]. Các biện pháp có tính chất thụ động được dựa trên việc phân tích dữ liệu tan nạn té ngã để phát triển các chiến lược phòng ngừa trong tương lai. Ví dụ, xác định những yếu tố góp phần gây ra tai nạn chết người từ các báo cáo TNLĐ và thu thập dữ liệu từ các cuộc kiểm tra an toàn thường xuyên [17]. Tuy nhiên vẫn còn nhiều hạn chế về thời gian và phương án ứng cứu kịp thời do chỉ dựa trên các dự án và một vài trường hợp nhất định.

Các chiến lược chủ động bao gồm các biện pháp phòng ngừa vào đào tạo và giáo dục an toàn. Ví dụ cụ thể: thực hiện các

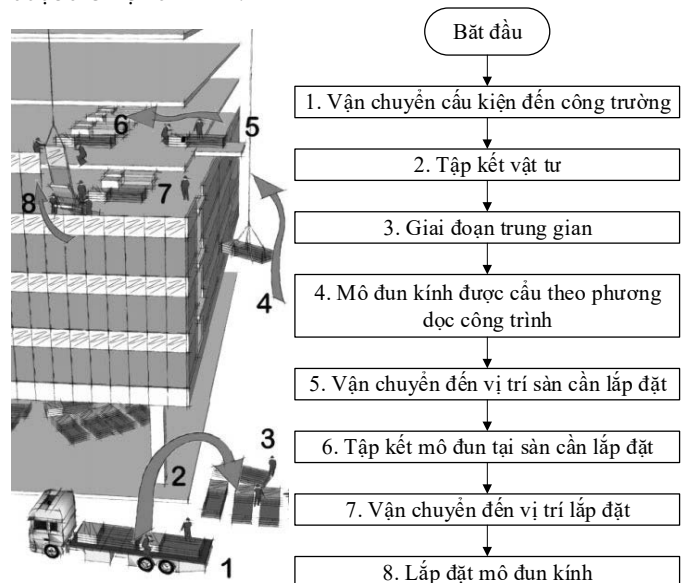
chương trình huấn luyện chống rơi ngã qua một thử nghiệm đã được thiết kế và tiến hành để thu thập dữ liệu qua đó có thể đo lường nguy cơ té ngã trong các tình huống khác nhau của công nhận xây dựng [16]. Gần đây, các phương pháp dựa trên tầm nhìn đã thu hút được sự quan tâm đáng kể của các nhà nghiên cứu. Các kỹ thuật phát hiện dựa trên tầm nhìn có thể quan sát nhiều đối tượng trong quá trình thi công tại các địa điểm công trường một cách toàn diện, chính xác và nhanh chóng [18]. Mneymneh, et al. [19] thu thập bộ dữ liệu được lấy từ các video ghi lại trên công trường, qua đó đã tạo ra một khung tích hợp để phát hiện việc đội mũ bảo hộ của người lao động dựa trên thị giác máy tính. Wu, et al. [20] đã xây dựng bộ dữ liệu điểm chuẩn phát hiện mũ bảo hộ dựa trên mô hình máy dò một lần (Single Shot Detector) để dự đoán và kiểm tra. Hệ thống này có hiệu quả trong tất cả mọi điều kiện và độ chính xác trung bình (mAP) lên đến 83,89%.

Cùng với sự phát triển vượt bậc của ngành công nghiệp trí tuệ nhân tạo trong những năm gần đây, đã có sự gia tăng đáng kể về tốc độ xử lý và độ chính xác của các thuật toán để huấn luyện các mô hình học sâu. Hàng loạt phương pháp phát hiện đối tượng bạn chỉ nhìn một lần (YOLO) đang dần trở nên hiệu quả và chính xác để trở thành mô hình chính để kiểm tra an toàn. Redmon, et al. [14] lần đầu tiên giới thiệu và đưa ra các thông số đáng kinh ngạc khả năng xử lý và tốc độ của mô hình YOLO so với các mô hình phân tích chập tiên nhiệm bao gồm DPM và R-CNN. Đã có rất nhiều các biến thể của YOLO ra đời qua các nghiên cứu của Nain, et al. [21], Wang, et al. [22], Li, et al. [23] đều đã đề xuất các giải pháp phát hiện mũ bảo hộ với kết quả chính xác cao và tiệm cận với thời gian thực.

Theo các nghiên cứu đã nói ở trên, phân tích dữ liệu bằng phương pháp giám sát dựa trên tầm nhìn hiệu quả trong việc giám sát các hành vi an toàn lao động trong quá trình thi công. Tuy nhiên với rủi ro tai nạn lao động nghiêm trọng trong quá trình thi công trên cao, người lao động cần đặc biệt tuân thủ yêu cầu về các trang bị bảo hộ chuyên dụng. Do đó, nghiên cứu này tiếp tục sử dụng thuật toán You Only Look Once mới được cải tiến để chủ động kiểm soát an toàn với tính năng nhận diện các thiết bị bảo hộ lao động hoàn chỉnh.

## 3. MÔ TẢ QUY TRÌNH LẮP ĐẶT HỆ MẶT DỰNG

Các tiêu chí kỹ thuật dựa trên nghiên cứu của Friblick, et al. [24] được thể hiện ở Hình 1.

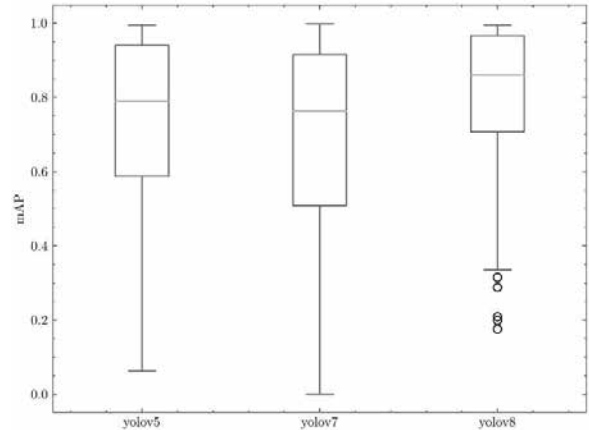


Hình 1. Quy trình lắp đặt hệ mặt dựng điển hình

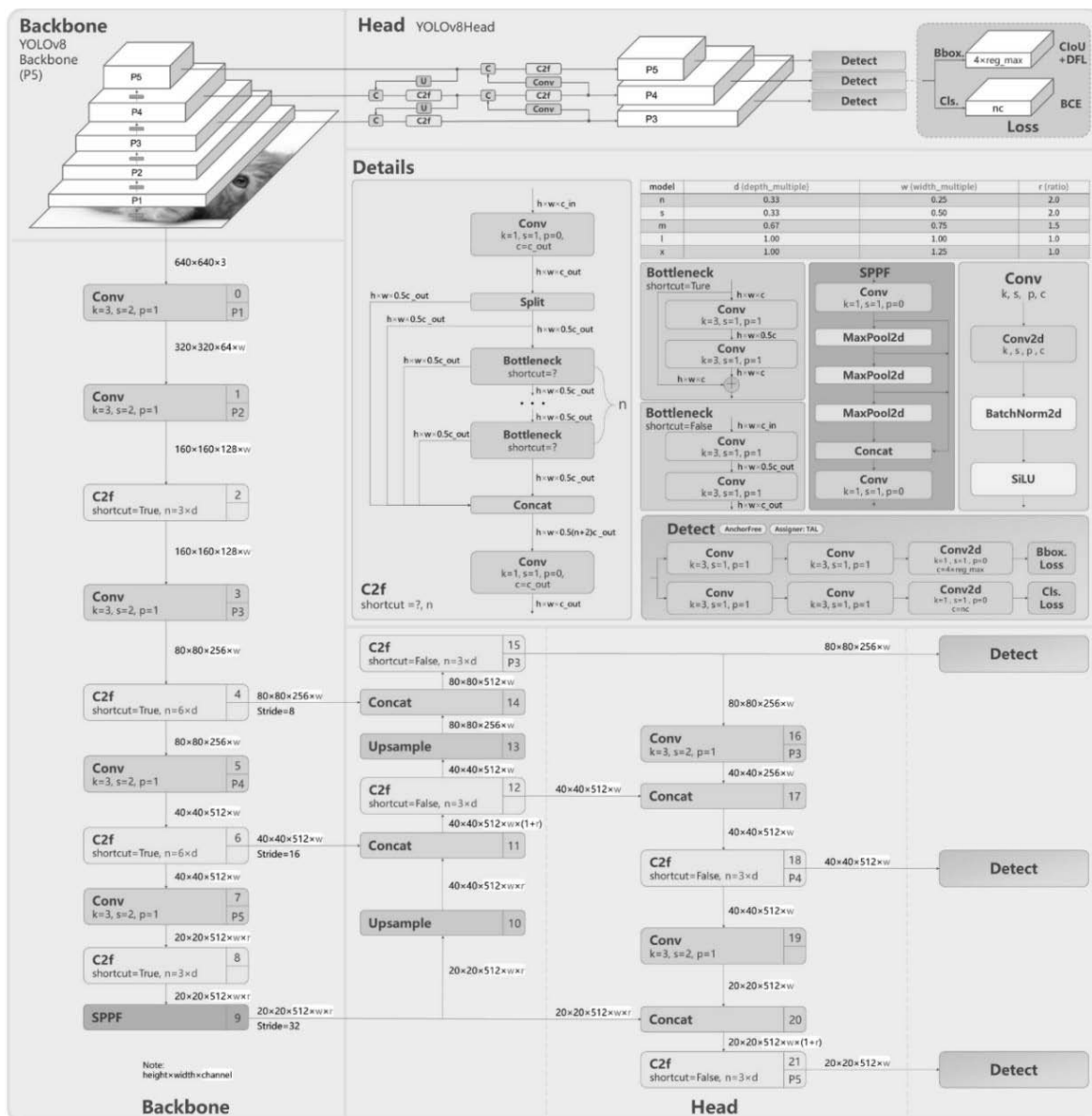
#### 4. PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT THUẬT TOÁN YOLOV8

YOLOv8 hiện đang là mô hình YOLO đạt độ chính xác cao nhất đến thời điểm hiện tại có thể sử dụng cho tác vụ phát hiện đối tượng, phân loại hình ảnh và phân chia các vật thể. So với các phiên bản tiền nhiệm trước của YOLO, YOLOv8 đạt giá trị điểm chuẩn Benchmark vượt trội khi kết quả so sánh với các mô hình trước là YOLOv5 và YOLOv7 trong **Hình 2** cho ra được tốc độ xử lý hình ảnh và cho ra kết quả cải thiện đáng kể. Có năm biến thể của YOLOv8 để phát hiện, phân đoạn và phân loại: YOLOv8n, YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l, YOLOv8x. Nhìn chung, cấu trúc mạng YOLOv8 (**Hình 3**) vẫn giữ nguyên so với mô hình YOLOv5 bao gồm: mạng đường trục; nút cổ chai; đầu phát hiện; hàm mất mát. Tuy nhiên, YOLOv8 tích hợp mô đun C2f (**Hình 4**) là một cải tiến trên mô đun C3 ban đầu. Mô đun này chủ yếu để cập đến lợi thế kiến trúc ELAN trong YOLOv7 với đa dạng thông tin về độ dốc (Gradient). C2f có chức năng giảm một lớp tích chập tiêu chuẩn và tận dụng tối đa mô đun chứa các thành phần của mạng neural bị giới hạn trong quá trình xử lý để mở rộng nhánh của độ dốc nhằm

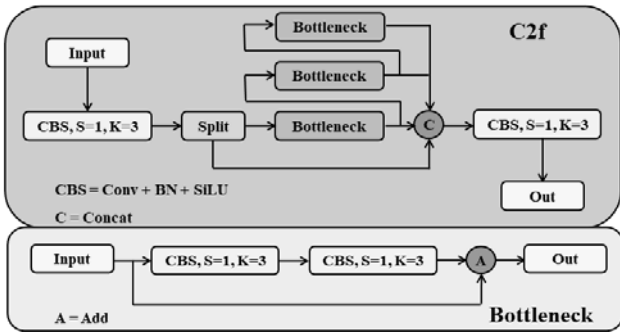
thu thập được thông tin về luồng độ dốc phong phú hơn trong khi vẫn đảm bảo được trọng lượng nhẹ.



**Hình 2.** Điểm RF Benchmark của YOLOv5, YOLOv7, YOLOv8 (Nguồn: [25])



**Hình 3.** Cấu trúc mạng YOLOv8 (Nguồn: [25])

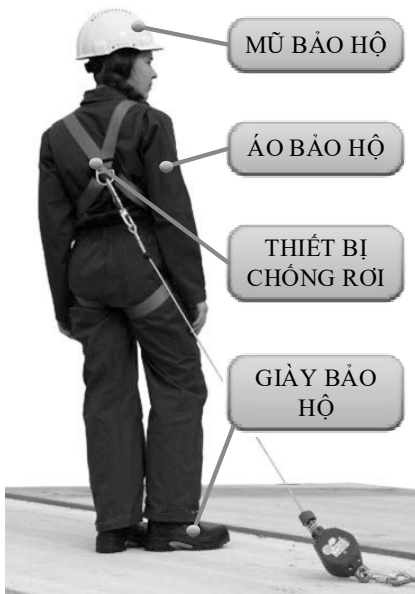


Hình 4. Cấu trúc C2f (Nguồn: [26])

## 5. TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU

### 5.1 Bộ dữ liệu hình ảnh

Bộ dữ liệu về thi ết bị bảo hộ cá nhân chủ yếu được thu thập bởi các camera giám sát ngoài trời tại các công trường xây dựng và thông qua trình thu thập dữ liệu web Shutterstock [27]. Các video cũng được thu thập từ những người làm việc ở độ cao khác nhau có liên quan đến công tác lắp đặt hệ mặt dựng. Tập dữ liệu thử nghiệm được chia ngẫu nhiên thành hai phần: (1) huấn luyện và (2) thử nghiệm. Nghiên cứu này xác định thiết bị bảo hộ lao động bao gồm: giày, quần áo bảo hộ, nón bảo hộ, thiết bị chống rơi (Hình 5). Hiệu suất của các mô hình được xem xét dựa trên phần mềm mã nguồn mở và miễn phí TensorFlow. Cấu hình máy thử nghiệm được thiết lập như sau: bộ xử lý trung tâm (CPU) Intel(R) Core (TM) i7-7820HQ; bộ xử lý đồ họa (GPU) NVIDIA Quadro M1200. Môi trường huấn luyện chính Ubuntu phiên bản 20.04 dựa trên ngôn ngữ lập trình Python.



Hình 5. Thiết bị bảo hộ khi làm việc trên cao

Các chỉ số đánh giá hiệu năng chính của mô hình bao gồm: precision: thể hiện sự chuẩn xác của việc phát hiện các điểm tích cực (Positive). Chỉ số này càng cao thì mô hình nhận các điểm tích cực càng chuẩn. Recall là một hệ thức đo quan trọng, đo lường tỷ lệ dự báo chính xác các trường hợp tích cực trên toàn bộ các mẫu. Chỉ số Recall thể hiện khả năng phát hiện tất cả các điểm tích cực trên mô hình, tỷ lệ này càng cao cho thấy khả năng bỏ sót các điểm tích cực rất thấp. Điểm số F1 là điểm số dung hòa giữa Recall và Precision giúp ta có căn cứ để lựa chọn mô hình. Điểm số F1 càng cao cho ra kết quả mô hình càng chính xác.

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative} \quad (2)$$

$$F1\ score = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (3)$$

### 5.2 Kết quả và so sánh

Để kiểm chứng độ chính xác của mô hình được đề xuất, dữ liệu đầu vào sẽ trích xuất từ một video thực tế từ công trường xây dựng của dự án The 678 Tower, địa điểm thi công tại 67 Hoàng Văn Thái, phường Tân Phú, quận 7, TP.HCM. Video thu được (Hình 6) hiển thị thông tin về các trang thiết bị bảo hộ yêu cầu trong quá trình thi công và số lượng người lao động tham gia vào công tác thi công lắp đặt hệ mặt dựng.



Hình 6. Hình ảnh từ dự án thực tế

Kết quả của quá trình huấn luyện mô hình YOLOv8 được đưa ra trong Hình 7. Qua kết quả thực hiện được ta nhận thấy YOLOv8 mang lại hiệu quả khá tối ưu trong bài toán nhận diện thiết bị bảo hộ lao động và kiểm soát số lượng công nhân với các thông số hiệu suất đặc trưng (Bảng 1). Với một mô hình thử nghiệm, độ chính xác 93.9% và giá trị chính xác trung bình 98.4% là kết quả tương đối tốt trong trường hợp tập cơ sở dữ liệu dùng để huấn luyện (Training) mô hình chưa tối ưu về độ lớn và chất lượng. Về thời gian và tốc độ nhận diện, mô hình cũng đạt kết quả khá tốt. Đối với Video Clip có độ phân giải cao và phổ biến hiện nay là 1920 x 1080 pixel, tức là trong 01 giây sẽ quét được 30 khung hình (Frame), mô hình với tốc độ xử lý 6 khung hình trong 1 giây (6 frames/s) và tần suất xử lý 5 khung hình mỗi lần (5 frames/lần) đáp ứng được khá tốt khi chỉ tốn khoảng thời gian là 30s cho một Video Clip có thời lượng là 15s.

Bảng 1. Điểm chỉ số của mô hình YOLOv8

Mô hình YOLOv8 nhận diện thiết bị bảo hộ	
Độ chính xác (Precision)	0.939
Chỉ số gợi nhớ (Recall)	0.99
Giá trị chính xác trung bình (mAP)	0.984
F1 score	0.97

Bảng 2 cho thấy kết quả thử nghiệm của tất cả các thuật toán được xem xét. So với phiên bản YOLOv5 và YOLOv4 trước đó, YOLOv8x cho thấy sự hiệu quả tuyệt đối ở tất cả các chỉ số. Đối với hai mô hình còn lại, kết quả cho thấy các họ mô hình sử dụng Mạng nơ-ron tích chập dựa trên khu vực như MobilenetV3 và Resnet50 vẫn chưa thể soán ngôi của YOLO nói chung và YOLOv8x nói riêng về hiệu năng và mức độ ứng dụng. Trung bình, YOLOv8x vượt trội so với các thuật toán được xem xét khác, ngụ ý rằng YOLOv8x hỗ trợ mạnh mẽ việc giải quyết vấn đề an toàn trong các công trường xây dựng. Kết quả thử nghiệm chứng minh rằng phiên bản nâng cao của YOLOv8 vượt trội hơn tất cả các mô hình phát hiện khác về độ chính xác và khả năng thu hồi. Ngoài ra, một số các dự án khác được trích xuất để kiểm chứng độ chính xác và tăng tính khả thi của mô hình (Hình 6).

**Bảng 2.** So sánh hiệu suất các mô hình

Mô hình	Chỉ số		
	Precision	Recall	F1 score
YOLOv8	0.939	0.99	0.97
YOLOv5	0.74	0.66	0.70
YOLOv4	0.73	0.62	0.67
Faster-RCNN MobilenetV3	0.59	0.54	0.57
Faster-RCNN Resnet50	0.65	0.58	0.61



**Hình 7.** Kết quả nhận diện đối với công tác lắp đặt hệ mặt dựng

**5.3 Ý nghĩa và đóng góp thiết thực**

Mô hình được đề xuất vượt trội so với các nghiên cứu hiện có về độ chính xác và tốc độ xử lý hình ảnh tiệm cận nhất với thời gian thực. Về mặt thực tế nghiên cứu sẽ hỗ trợ người quản lý có góc nhìn tổng quát hơn trong quá trình thi công lắp đặt hệ mặt dựng, giúp tiết kiệm thời gian và đưa ra các giải pháp ứng cứu kịp thời thông qua các công tác huấn luyện về an toàn để cải thiện về nhận thức, văn hóa an toàn tại nơi làm việc của người lao động.

**6. KẾT LUẬN**

Quá trình thi công hệ mặt dựng tại các công trường xây dựng luôn đặt tình trạng người lao động vào những tình huống nguy hiểm và rủi ro vì đặc thù công tác lắp đặt trên cao. Quản lý an toàn là cần thiết để giảm tai nạn lao động. Nghiên cứu này đã giới thiệu một phiên bản cải tiến mới nhất của họ mô hình YOLO để phát hiện thiết bị bảo vệ cá nhân từ yêu cầu cấp bách về vấn đề tai nạn lao động và kiểm soát số lượng công nhân tại các vị trí cần lắp đặt dựa trên sự kết hợp giữa thiết bị ghi hình cảm biến và trí tuệ nhân tạo. Thuật toán phát hiện đối tượng kích thước nhỏ và chồng chéo nhau dựa trên cảm biến camera, khác với cảm biến camera truyền thống, sự kết hợp giữa cảm biến camera và trí tuệ nhân tạo để giải quyết một số vấn đề trong YOLOv8 mới phát hành và các thuật toán phát hiện đối tượng kích thước nhỏ hiện có được phân tích và giải quyết. Trong tương lai,

bộ dữ liệu về công tác thi công lắp đặt hệ mặt dựng được mở rộng bao gồm các linh kiện lắp đặt và thiết bị vận chuyển chuyên dụng. Cùng với đó sẽ tiến hành phát triển mô hình để nhận diện đa đối tượng trong cùng một khung hình.

**Lời cảm ơn**

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP.HCM (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số **DS2022-20-01**

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] W. Lu et al., "Thermal response and resistance optimization of various types of point-supported glass facades," vol. 224, pp. 610-621, 2019.  
 [2] S. Siddiqui, "US construction worker fall accidents: Their causes and influential factors," 2014.  
 [3] M. Alkaissy, M. Arashpour, B. Ashuri, Y. Bai, and R. J. S. s. Hosseini, "Safety management in construction: 20 years of risk modeling," vol. 129, p. 104805, 2020.  
 [4] L. D. Nguyen, D. Q. Tran, M. P. J. J. o. C. E. Chandrawinata, and Management, "Predicting safety risk of working at heights using Bayesian networks," vol. 142, no. 9, p. 04016041, 2016.  
 [5] G. E. Gürçanlı and U. J. I. h. Müngen, "Analysis of construction accidents in Turkey and responsible parties," vol. 51, no. 6, pp. 581-595, 2013.  
 [6] J. Choi, B. Gu, S. Chin, and J.-S. J. A. i. C. Lee, "Machine learning predictive model based on national data for fatal accidents of construction workers," vol. 110, p. 102974, 2020.  
 [7] M. Zhang, D. J. C. M. Fang, and Economics, "A cognitive analysis of why Chinese scaffolders do not use safety harnesses in construction," vol. 31, no. 3, pp. 207-222, 2013.  
 [8] N. Ngoc-Thoan, D.-Q. T. Bui, C. N. Tran, and D.-H. J. I. J. o. C. M. Tran, "Improved detection network model based on YOLOv5 for warning safety in construction sites," pp. 1-11, 2023.  
 [9] J. B. H. Yap, M. Skitmore, C. G. Y. Lam, W. P. Lee, and Y. L. J. I. J. o. C. M. Lew, "Advanced technologies for enhanced construction safety management: investigating Malaysian perspectives," pp. 1-10, 2022.  
 [10] M. Akinlolu, T. C. Haupt, D. J. Edwards, and F. J. I. J. o. C. M. Simpeh, "A bibliometric review of the status and emerging research trends in construction safety management technologies," vol. 22, no. 14, pp. 2699-2711, 2022.  
 [11] Q. Fang et al., "Detecting non-hardhat-use by a deep learning method from far-field surveillance videos," vol. 85, pp. 1-9, 2018.  
 [12] T. D. Akinoshio et al., "Deep learning in the construction industry: A review of present status and future innovations," vol. 32, p. 101827, 2020.  
 [13] X.-W. Chen and X. J. I. a. Lin, "Big data deep learning: challenges and perspectives," vol. 2, pp. 514-525, 2014.  
 [14] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2016, pp. 779-788.  
 [15] H. Wang, Z. Hu, Y. Guo, Z. Yang, F. Zhou, and P. J. A. S. Xu, "A real-time safety helmet wearing detection approach based on CSYOLOv3," vol. 10, no. 19, p. 6732, 2020.  
 [16] H. Jebelli, C. R. Ahn, and T. L. J. S. s. Stentz, "Fall risk analysis of construction workers using inertial measurement units: Validating the usefulness of the postural stability metrics in construction," vol. 84, pp. 161-170, 2016.  
 [17] C.-F. Chi, T.-C. Chang, and H.-I. J. A. e. Ting, "Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry," vol. 36, no. 4, pp. 391-400, 2005.  
 [18] M. Zhang, M. Zhu, and X. Zhao, "Recognition of high-risk scenarios in building construction based on image semantics," Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 34, no. 4, p. 04020019, 2020.  
 [19] B. E. Mneymneh, M. Abbas, and H. J. J. o. C. i. C. E. Khoury, "Vision-based framework for intelligent monitoring of hardhat wearing on construction sites," vol. 33, no. 2, p. 04018066, 2019.  
 [20] J. Wu, N. Cai, W. Chen, H. Wang, and G. J. A. i. C. Wang, "Automatic detection of hardhats worn by construction personnel: A deep learning approach and benchmark dataset," vol. 106, p. 102894, 2019.  
 [21] M. Nain, S. Sharma, and S. Chaurasia, "Safety and compliance management system using computer vision and deep learning," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, vol. 1099, no. 1, p. 012013: IOP Publishing.  
 [22] C.-Y. Wang, A. Bochkovskiy, and H.-Y. M. J. a. p. a. Liao, "YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors," 2022.  
 [23] Y. Li, Q. Fan, H. Huang, Z. Han, and Q. J. D. Gu, "A Modified YOLOv8 Detection Network for UAV Aerial Image Recognition," vol. 7, no. 5, p. 304, 2023.  
 [24] F. Friblick, I. D. Tommelein, E. Mueller, and J. H. Falk, "Development of an integrated facade system to improve the high-rise building process," in Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 17), Taipei, Taiwan, 2009, pp. 359-370.  
 [25] <https://blog.roboflow.com/whats-new-in-yolov8/>.  
 [26] N. D. Nath, A. H. Behzadan, and S. G. J. A. i. C. Paal, "Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment," vol. 112, p. 103085, 2020.  
 [27] <https://www.shutterstock.com/vi/>.

# Nghiên cứu sự làm việc của nhóm cọc ngắn trên nền địa chất yếu có cát san lấp sử dụng mô hình vật lý thu nhỏ Schneebeli

Study on the behavior of short pile groups on weak geology with sand leveling using a small-scale physical model with Schneebeli analog material

> **NGUYỄN SỸ HÙNG<sup>1\*</sup>, TRẦN THỊ PHƯƠNG HUYỀN<sup>2</sup>, NGUYỄN TIẾN SĨ<sup>1</sup>, PHAN THANH VŨ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM; \*Email: sihung.nguyen@hcmute.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa Kỹ thuật XD, Trường Đại học SP kỹ thuật Đà Nẵng - Đại học Đà Nẵng; Email: ttphuyen@ute.udn.vn

<sup>3</sup>Trường Đại học Cửu Long

## TÓM TẮT

Bài báo này tập trung nghiên cứu ứng xử của nhóm cọc trên nền đất yếu có cát san lấp trên mô hình thu nhỏ 2D sử dụng đất tương tự của Schneebeli. Đồng bằng sông Cửu Long có nhiều khu vực xây dựng nhà thấp tầng trên nền đất yếu, với lớp cát san lấp dày từ 2 - 5m. Phương án sử dụng cọc nhỏ (tiết diện nhỏ hơn 30×30 cm) và ngắn (chiều dài ngắn hơn 5m) đóng trong lớp đất cát có thể áp dụng cho nhà thấp tầng với điều kiện địa chất như trên. Trong mô hình thu nhỏ, chúng tôi sử dụng đất tương tự Schneebeli để thay cho lớp cát san lấp và xốp thay cho lớp đất sét yếu. Các cọc bê tông cốt thép ngắn được thay thế bằng các thanh thép có tiết diện vuông. Thí nghiệm tải thẳng đứng được thực hiện trên các nhóm cọc. Các thông số thí nghiệm được thay đổi trong chương trình thí nghiệm bao gồm khoảng cách cọc  $s$ , khoảng cách từ mũi cọc đến ranh giới hai lớp đất  $H$ , trong khi bề dày các lớp đất không đổi. Trong trường hợp nhóm cọc không có đài móng, khi khoảng cách cọc  $s$  không đổi và khoảng cách từ mũi cọc đến ranh giới hai lớp đất  $H$  giảm thì diện tích đất biến dạng dưới mũi cọc giảm. Trong trường hợp  $H$  cố định và  $s$  tăng thì sự phá hoại của đất dưới mũi cọc ngày càng trở nên cục bộ. Khi nhóm cọc có đài móng sức chịu tải của nhóm cọc tăng lên, tuy nhiên biến dạng thẳng đứng của lớp xốp cũng tăng lên theo cả phương thẳng đứng và phương ngang.

**Từ khóa:** Vật liệu Schneebeli; nhóm cọc; gia tải thẳng đứng; cát san lấp; đất yếu.

## ABSTRACT

This paper focuses on the behavior of pile groups on soft ground with sand leveling on a 2D small-scale model using the analog soil of Schneebeli. The Mekong Delta has many areas where low-rise buildings are built on soft ground with a sand backfill layer of thickness between 2 - 5m. The option of using small (section smaller than 30×30 cm) and short (length shorter than 5m) piles driven into the sandy soil layer can be applied to low-rise buildings with the above geological conditions. In the small-scale model, we use Schneebeli analog soil to replace the leveling sand and foam instead of the weak clay layer. Short reinforced concrete piles are replaced by steel bars with a square cross-section. The vertical loading tests were carried out on 3-piles groups. Experimental parameters are changed in the test program, including the pile spacing  $s$ , and the distance from the tip of the pile to the boundary of the two soils,  $H$ , whereas the thickness of the soil layers is unchanged. If the pile group has no footing when the pile spacing  $s$  is unchanged, and the distance from the tip of the pile to the boundary of the two soils,  $H$  decreases, the deformed soil area under the pile tip decreases. If  $H$  is fixed and  $s$  is increased, soil failure under the pile tips becomes more and more localized. When the pile group has a footing, the bearing capacity of the pile group increases. As a result, however, the vertical deformation of the foam layer also increases in both the vertical and horizontal directions.

**Keywords:** Schneebeli soil analog; pile group; vertical loading test; sand leveling; weak soil.

## 1. MỞ ĐẦU

### 1.1. Cọc ngắn trong đất yếu có cát san lấp

Ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long tồn tại nhiều khu vực có lớp đất mặt rất yếu, dày có thể đến 15 m, thậm chí trên 30 m [1]; điều kiện xây dựng phức tạp, và việc xây dựng nền móng trở nên tốn kém. Trong trường hợp các công trường xây dựng có cát lấp trên nền đất yếu, nền móng có thể bị lún quá mức do cố kết, gây ra sự xuống cấp của công trình.

Sử dụng cát san lấp trên nền đất yếu vừa có ưu điểm vừa có nhược điểm. Lớp cát sẽ đóng vai trò là một dạng tải trọng và là biên thoát nước, làm cho lớp đất yếu bên dưới được cố kết. Độ lún của khu vực cát san lấp sau hai năm đầu có thể đạt từ vài chục cm đến hơn 100 cm tùy theo độ dày của vật liệu san lấp. Sự cố kết của đất yếu có thể làm cho móng nông bị lún hoặc gây ma sát âm cho móng cọc [2, 3]. Tuy nhiên, nếu nền đã được san lấp lâu ngày và độ lún cố kết còn lại không đáng kể thì lớp cát san lấp sẽ trở thành lớp rắn chắc để có thể đặt móng.

Gần đây, cọc ngắn đường kính từ 200 đến 250 mm, dài từ 2 đến 4 mét cắm vào lớp cát san lấp đã được sử dụng làm giải pháp móng trong xây dựng nhà thấp tầng. Tuy nhiên, rất ít công trình nghiên cứu và chứng minh rõ ràng về giải pháp này. Câu hỏi đặt ra là khoảng cách giữa các cọc trong nhóm cọc và khoảng cách từ mũi cọc đến lớp đất yếu có ảnh hưởng như thế nào đến lớp đất yếu; ứng xử của nhóm cọc dài cao và nhóm cọc có đài thấp (bè cọc) khác nhau như thế nào?

Ứng xử nhóm trong móng cọc đã dẫn đến nhiều trường hợp hư hỏng được ghi nhận hoặc độ lún quá mức, mặc dù các thử nghiệm tải trọng được thực hiện trên một cọc đơn lẻ đã chỉ ra sức chịu tải đạt yêu cầu. Một trường hợp điển hình của sự cố nền móng là cọc đơn được đóng vào một lớp đất chặt hoặc cứng bên dưới là đất sét mềm yếu. Lớp đất yếu không chịu ứng suất ở mức độ đáng kể khi cọc đơn chịu tải, nhưng khi tải trọng từ kết cấu bên trên tác dụng lên nhóm cọc, vùng ứng suất sẽ mở rộng xuống đất sét mềm. Khi đó có thể xảy ra hiện tượng lún quá mức hoặc phá hoại cắt tổng thể [4].

Các phương pháp phân tích độ lún của nhóm cọc và khái niệm “Hiệu ứng tương tác” trong nhóm cọc đã được giới thiệu và tiên phong bởi Poulos [5]. Poulos đã nghiên cứu ứng xử của các nhóm cọc, tương tác giữa hai cọc và sự chồng chất của các hiệu ứng riêng lẻ của các cọc liên kế trong các nhóm khi xem xét ảnh hưởng của các tham số như loại nhóm cọc, tỷ lệ L/d, độ sâu tương đối h/L, hệ số Poisson, và khoảng cách s/d (trong đó L là chiều dài cọc, d là đường kính cọc, h là khoảng cách từ mặt đất đến đá cứng, s là khoảng cách giữa các cọc). Một số nhà nghiên cứu đã tiến hành thử tải nhóm cọc tại hiện trường để nghiên cứu hiệu ứng nhóm cọc trong đất sét hoặc cát [6], [7]. Những người khác nghiên cứu nhóm cọc trên các mô hình vật lý nhỏ [8-12]. Tuy nhiên, cơ chế tương tác giữa cọc và đất dưới tác dụng của tải trọng vẫn chưa được làm sáng tỏ, đặc biệt trong trường hợp cọc nằm trong lớp đất tốt nhưng bên dưới là lớp đất yếu.

Để nghiên cứu cơ chế tương tác của nhóm cọc-đất ta có thể nghiên cứu biến dạng của đất nền dưới tác dụng của lực tác dụng lên nhóm cọc. Ekisar và Otani đã sử dụng tia X CT để nghiên cứu hiện tượng tạo vòm trên nền đắp gia cố bằng cọc cứng [13]. While và Bolton đã sử dụng phương pháp Digital Image Correlation để nghiên cứu chuyển vị và đường biến dạng trong quá trình thi công cọc trong mô hình biến dạng phẳng trong đất cát. Họ đã chỉ ra cách biến dạng cắt phát triển ở mũi cọc trong quá trình đóng cọc [14]. Towhata và Aoyama đã sử dụng kiểm tra trực quan & phân tích hình ảnh (PIV) kết hợp với cảm biến xúc giác và phát xạ âm thanh (AE) để nghiên cứu cách mặt đất biến dạng trong vùng tác động đáng kể của tương tác cọc - đất và mối quan hệ tải trọng - lún của cọc nhóm [15]. Các nghiên cứu trên được thực hiện trong các thí nghiệm trong phòng thí

nghiệm và sử dụng đất tự nhiên. Tuy nhiên, những phương pháp này đòi hỏi công nghệ và kỹ thuật phức tạp.

Một cách tiếp cận khác là sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn. Ju [16] đã tiến hành phân tích độ lún bằng phần mềm phần tử hữu hạn PLAXIS 3D cho nhóm cọc. Fuchun et al. thực hiện phân tích độ lún của nhóm cọc sử dụng phần tử hữu hạn PIGLET [17]. Gowthaman và Nasvi đã sử dụng PLAXIS để mô hình hóa các cọc đơn và nhóm cọc trong các lớp cát bụi với độ nén lún khác nhau. Do tính phi tuyến tính ảnh hưởng đến tương tác của nhóm cọc, mô hình LE và MC không dự đoán được ứng xử của nhóm cọc. Tính phi tuyến của đất và các hiệu ứng tương tác được nắm bắt rõ ràng trong mô hình HS và sự kết hợp của cả hai hiệu ứng phi tuyến dẫn đến dự đoán thực sự về ứng xử lún của nhóm cọc [18]. Tuy nhiên, dự đoán độ lún đáng tin cậy của móng cọc vẫn là một vấn đề tồn tại trong những bài toán địa kỹ thuật [16], [19]. Bên cạnh đó, việc lựa chọn mô hình vật liệu phù hợp và các thông số mô hình hóa dựa trên điều kiện địa chất và tải trọng vẫn là một thách thức lớn trong mô phỏng số ứng xử lún của móng cọc [18].

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã nghiên cứu tương tác nhóm cọc - đất, biến dạng của nền đất dưới tác dụng của nhóm cọc bằng cách sử dụng vật liệu tương tự Schneebeli thay cho đất cát và xấp xỉ cho đất sét, trong một mô hình vật lý 2D thu nhỏ và đơn giản.

### 1.2. Vật liệu tương tự Schneebeli

Vật liệu tương tự Schneebeli được giới thiệu vào năm 1956 bởi Schneebeli [20]. Vật liệu này được cấu tạo từ các thanh inox tròn có chiều dài 60mm. Các thanh thép này bao gồm ba đường kính 3mm, 4mm và 5mm với tỷ lệ thể tích lần lượt là 34%, 35% và 31%. Mật độ của vật liệu giao động trong khoảng 6,42 và 6,53 [21].

Thanh Schneebeli cũng có thể được làm từ các vật liệu khác như gỗ, nhựa hoặc nhôm [22] hoặc thanh thép tròn có cạnh vát [23]. Đường kính của các thanh có thể thay đổi từ 2 mm đến 20 mm. Đối với các vật liệu khác nhau, mật độ của vật liệu và góc ma sát trong sẽ khác nhau tùy thuộc vào mục đích mô hình hóa. Nhận thấy mô hình sử dụng vật liệu Schneebeli rất phù hợp để nghiên cứu ứng xử của đất rời dưới góc độ cơ học vi mô cũng như cơ học vi mô.

Schneebeli [20] đã thực hiện các thí nghiệm nén hai trục trên các thanh Schneebeli hợp kim nhôm có bề mặt nhẵn và nhám. Tác giả nhận thấy góc ma sát trong dao động từ 24° đến 26° với bề mặt nhẵn, ngược lại với bề mặt gồ ghề góc ma sát trong từ 34 đến 35°. Kastner [24] đã thử nghiệm trên các thanh Schneebeli bằng thép mạ thép không gỉ trong một máy nén ba trục lớn với áp suất buồng cao (lên đến 500 kPa). Góc nội ma sát đo được là 21°, hệ số Poisson hai chiều là 0,9 và mô đun biến dạng là  $E=107500$  ( )<sup>0,5</sup>.

Dolzhenko [25] đã thực hiện các thí nghiệm nén hai trục trên cùng một vật liệu như trong [20]. Tác giả đã thu được góc nội ma sát là 24°. Dolzhenko [21] cũng thực hiện thí nghiệm để đo hệ số áp suất tĩnh K<sub>0</sub>, dao động trong khoảng 0,65 đến 0,74. Bằng cách đếm các thanh trên một đơn vị diện tích, tác giả đề xuất hệ số rỗng của đất tương tự là 0,21 [21].

Mô hình Schneebeli được sử dụng rộng rãi vì những ưu điểm sau [26]:

Đất tương tự Schneebeli thể hiện sự giãn nở thể tích khi bị biến dạng, tương tự như đất cát chặt; Mô đun biến dạng của đất phụ thuộc vào cường độ ứng suất; Đất tương tự nặng hơn đất tự nhiên với mật độ trung bình là 6,2. Điều đó cho phép giảm 1/3 kích thước với trạng thái ứng suất còn lại trong mô hình; Độ lặp lại mô phỏng dễ dàng của các thí nghiệm được đảm bảo; Mô hình không cần giá đỡ bề mặt (chỉ cần giá đỡ 4 góc) vì các thanh tự cân bằng, không giống như khi sử dụng cát thật và tránh hiệu ứng cạnh tiếp xúc. Mô hình này dễ dàng xử lý hình ảnh và đo trường biến dạng bằng cách chia ô vuông hoặc tô màu các thanh.

Tuy nhiên, mô hình Schneebeli vẫn tồn tại một số nhược điểm [26]:

Góc ma sát tương đối nhỏ, chỉ từ 20 - 25°, trong khi góc ma sát của cát nén là 30 - 40°; Nó không thể mô phỏng các bài toán 3D, ví dụ bài toán tác dụng vòm lên đầu cọc.

Vật liệu tương tự Schneebeli được sử dụng để mô phỏng đất không dính. Nhiều tác giả đã sử dụng nó để hiểu và đơn giản hóa ứng xử của đất từ 3D sang 2D. Kastner sử dụng Schneebeli để mô hình đào sâu trong đô thị [24], Marsouri [27] sử dụng mô hình này để mô phỏng tường chắn đất nửa cứng, Al Abram [28] và Dolzhenko [2] sử dụng mô hình này để nghiên cứu trường ứng suất khi đào đường hầm. Amina (1996) đã sử dụng mô hình Schneebeli để nghiên cứu gia cố đất bằng vải địa kỹ thuật. Caudron [29] đã nghiên cứu sự sụp đổ của đường hầm dưới lòng đất và tác động lên kết cấu bên trên [30]. A. B. Bolt [31] cũng sử dụng mô hình Taylor-Schneebeli để mô phỏng sự sụp đổ của tường chắn đất phụ thuộc vào điều kiện biên.

Trong nghiên cứu cải tạo đất yếu bằng cọc cứng thẳng đứng bằng mô hình vật lý hai chiều, Jenck [32] đã sử dụng các phần tử Schneebeli, bọt và thép thay vì đất không dính, đất mềm và cọc cứng tương ứng [32].

## 2. MÔ HÌNH THU NHỎ 2D

### 2.1. Mô hình vật lý thu nhỏ

Mô hình vật lý thu nhỏ thường được sử dụng khi các thí nghiệm trên mô hình thực không thể thực hiện được hoặc quá tốn kém hoặc rủi ro; khi mô hình mô phỏng bằng phần mềm chưa đủ các phương trình để mô tả hiện tượng. Cụ thể mô hình vật lý thu nhỏ được sử dụng cho các trường hợp sau:

(1) Để nghiên cứu các hiện tượng mới, phức tạp chưa được khám phá, không thể nghiên cứu trong thực địa hoặc mô hình hóa trong các mô phỏng số do thiếu các phương trình mô tả đất một cách chính xác và đầy đủ.

(2) Để kiểm chứng các phương pháp phân tích/thiết kế của các kỹ thuật xây dựng có tính rủi ro cao và kiểm chứng trình tự xây dựng mới hay chuyên biệt.

(3) Để kiểm chứng các cơ chế của sự phá hoại hay sụp đổ; kiểm chứng các giả thuyết hay lý thuyết về phá hoại hoặc sụp đổ.

(4) Để kiểm chứng các khía cạnh khác nhau của thiết kế cho một phương án nền móng mới mà chưa có các quy tắc thực hành hoặc hướng dẫn nào tồn tại. Nói cách khác, giảm sự không chắc chắn trong các giả định thiết kế.

(5) Để hiểu các biến dạng của nền móng trong các trường hợp tải trọng khác nhau [nghĩa là thiết kế trạng thái giới hạn về khả năng sử dụng (SLS)] và liên kết biến dạng với thí nghiệm đất thành phần.

(6) Để phát triển các phương pháp thiết kế từ đó có thể tiêu chuẩn hóa.

(7) Để kiểm chứng các mô hình cấu thành của đất bằng cách thực hiện các thử nghiệm mô hình tỷ lệ có kiểm soát.

Mặc dù các mô hình vật lý có một số ưu điểm, nhưng chúng cũng có một số vấn đề khó giải quyết, chẳng hạn như sự thỏa mãn về tỷ lệ mô hình. Để có thể thay thế cho một mô hình thực tế với quy mô đầy đủ, một mô hình tỷ lệ phải tuân theo quy luật tương tự, đảm bảo tính tương tự của ứng xử cơ học giữa mô hình thu nhỏ và nguyên mẫu liên quan của nó. Các định luật này cho phép áp dụng giải pháp thu được trên một mô hình cho một vấn đề có kích thước thực. Việc thiết lập các định luật tương tự dựa trên sự phân tích thứ nguyên bằng cách xem xét tính bất biến của các phương trình tổng quát của cơ học với sự thay đổi đơn vị. Các phương trình này là các phương trình động lực học tổng quát, phương trình bảo toàn khối lượng và các định luật ứng xử của các vật liệu khác nhau [40].

James [40] phân biệt hai loại mô hình vật lý trong cơ học đất:

1) Bản thân mô hình tỷ lệ là một nguyên mẫu; ứng xử của nó phải đối chiếu với các phương pháp phân tích nhằm cải thiện các phương pháp này. Các kết quả thu được trong các thí nghiệm này thường không áp dụng được cho việc thiết kế các kết cấu thực nhưng lại có tầm quan trọng lớn đối với việc thiết lập các nguyên tắc thiết kế. Khi đó, các quy tắc tương tự không còn quan trọng nữa (Roscoe, 1968).

2) Mô hình vật lý thu nhỏ đáp ứng các nguyên tắc tương tự và có thể dự đoán ứng xử của kết cấu nguyên mẫu thực. Mô hình máy lý tưởng thường được áp dụng vì nó cho phép duy trì cùng một mức ứng suất. Các đường tải trọng của kết cấu được tái hiện sau đó.

Sử dụng các mô hình vật lý nhỏ giúp dự đoán định lượng ứng xử của kết cấu thực tế trong khi nhận thức được các giới hạn áp dụng kết quả. Việc sử dụng các phương pháp mô phỏng bằng mô hình thu nhỏ bao gồm tái tạo kết cấu và các điều kiện biên của nó, tải trọng và quy luật ứng xử của nguyên mẫu trong khi tôn trọng các điều kiện tương tự [39]. Các mô hình tỷ lệ cho phép tái tạo nhanh, nhiều lần các kết cấu thực và có thể được gia tải đến điểm phá hoại. Sự lựa chọn các tính chất vật liệu được mở rộng hơn và dễ dàng thay đổi các thông số khác nhau để nghiên cứu ảnh hưởng của chúng.

Thông tin thu được từ các mô hình số và kết quả thử nghiệm là rất quan trọng để phát triển sự hiểu biết về ứng xử của các kết cấu thực tế và các phương pháp để thiết kế chúng một cách hiệu quả; Việc sử dụng các mô hình vật lý có thể giúp nâng cao hiểu biết của chúng ta về cách thức hoạt động của các kết cấu. Điều quan trọng cần nhớ là cả mô hình vật lý và mô hình số đều là những lựa chọn tốt miễn là chúng thể hiện chính xác cấu trúc thực tế.

Các mô hình vật lý có thể được sử dụng kết hợp với các mô hình số như một mô hình kết hợp để tận dụng các lợi ích của từng mô hình. Trong một mô hình lai, người ta có thể có kết nối mô hình số-vật lý hoặc vật lý-số. Chẳng hạn, mô hình số được sử dụng để cung cấp đầu vào cho mô hình vật lý, mô hình này sau đó cung cấp đầu ra của nó làm đầu vào cho cùng một mô hình số hoặc mô hình số khác.

Trong nghiên cứu của chúng tôi, loại mô hình sử dụng là loại đầu tiên được mô tả bởi James (1972) [40]. Mô hình thu nhỏ được đề xuất không tôn trọng nghiêm ngặt các quy tắc tương tự, đặc biệt là hơn là các vật liệu tương tự được đưa vào mô hình. Mục đích của mô hình này không phải là tái tạo định lượng ứng xử của một kết cấu thực mà là tạo thành một cơ sở dữ liệu thử nghiệm sẽ được so sánh với các phương pháp thiết kế và sẽ dùng làm tài liệu tham khảo cho các phương pháp mô hình số. Tuy nhiên, vật liệu tương tự được tạo thành từ các thanh thép nặng hơn so với đất thông thường; mật độ của nó là 62kN/m<sup>3</sup>, hạn chế sự biến dạng của sự giống nhau giữa mô hình và nguyên mẫu vì cường độ ứng suất giảm xuống xấp xỉ 3 lần.

### 2.2. Các vật liệu tương tự sử dụng trong nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng vật liệu tương tự Schneebeli để mô phỏng lớp cát san lấp. Vật liệu xốp được sử dụng để thay thế lớp đất sét yếu.

Để không phải xác định lại các thông số của vật liệu, nhóm tác giả đã sử dụng vật liệu Schneebeli phổ biến như trong nghiên cứu của Dolzhenko [21]. Trong đó các thanh Schneebeli được làm bằng chất liệu thép không gỉ, có ba đường kính là 3, 4, 5 mm. Chiều dài mỗi thanh là 6mm. Tỷ lệ trọng lượng là 34, 35 và 31% tương ứng với từng đường kính trên (Hình 1). Các thông số của vật liệu tương tự Schneebeli, lấy từ các nghiên cứu trước đây [21], [25].



Hình 1. Hình ảnh vật liệu tương tự Schneebeli

Để xem xét lực dính trong trường hợp đất dính, các phương pháp khác nhau đã được sử dụng. Ghabraie et al. [33] đã sử dụng hỗn hợp cát-thạch cao để mô phỏng các mặt phẳng đệm và địa tầng để nghiên cứu việc đào hầm. Tác giả và cộng sự [34] đã sử dụng thạch cao thay cho các tầng đất để mô phỏng đào đường hầm mở. Chemenda et al. [35] đã sử dụng hydrocacbon lỏng và rắn để nghiên cứu sự ổn định trượt lở đất và mái dốc trong không gian ba chiều.

Trong mô hình 2D, đất dính trong mô hình có thể được mô phỏng bằng xốp [32], bọt cao su [36, 37] và than bùn [38]. Trong nghiên cứu này, vật liệu xốp thay thế đất yếu có các thông số như bảng I.

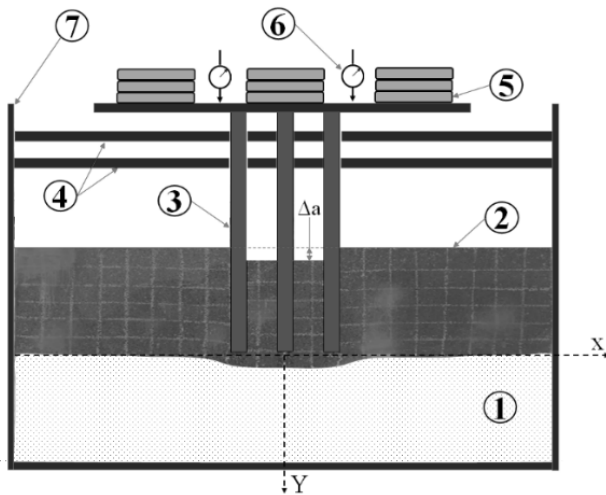
BẢNG I. CÁC THÔNG SỐ TẤM XỐP

Tên chỉ tiêu	Tiêu chuẩn áp dụng	Đơn vị	Kết quả
Trọng lượng riêng	DIN 53420	Kg / m <sup>3</sup>	8
Lực nén ở biến dạng 10%	DIN 53421	N / cm <sup>2</sup>	3.5

**2.3. Kích thước mô hình**

Kích thước khung của mô hình là dài 1,0 m, cao 70 cm và rộng 6 cm. Chiều cao của lớp xốp là 30 cm, bề rộng là 6cm bằng chiều dài các thanh Schneebeli. Chiều cao của lớp vật liệu tương tự Schneebeli là 30 cm. Trong mô hình, cọc rỗng thép tiết diện vuông 3x3 cm thay thế cho cọc ngắn BTCT. Nhóm cọc bao gồm ba cọc (Hình 2).

Các cọc được liên kết với dầm chất tải đủ độ cứng để coi như không bị biến dạng khi chịu tải. Tải trọng là các khối thép xếp chồng lên nhau trên dầm tải. Trên bề mặt các lớp xốp và vật liệu Schneebeli kẻ ô vuông 5x5cm để thuận tiện cho việc quan sát trường biến dạng.



**Hình 2.** Sơ đồ thiết bị thí nghiệm. 1: Lớp xốp; 2: Lớp vật liệu Schneebeli; 3: Các cọc thép; 4: Dầm gắn cọc và trục dẫn hướng; 5: Tải trọng; 6: Đồng hồ chuyển vị; 7: Khung thiết bị.

**2.4. Chương trình thí nghiệm**

Chương trình thí nghiệm bao gồm 18 thí nghiệm. Trong đó khoảng cách cọc *s* thay đổi theo 3 giá trị 3*D*, 6*D*, 9*D* trong đó *D* là đường kính cọc. Khoảng cách *H* từ đầu cọc đến điểm nối hai lớp vật liệu xốp - Schneebeli là 5cm, 10cm và 15cm. Với mỗi cặp giá trị (*S*, *H*) tiến hành 2 thí nghiệm.

Để chuẩn bị thử nghiệm, lớp xốp đầu tiên được đặt vào vị trí. Tiếp theo, các cọc được cố định vào vị trí ban đầu với (*S*, *H*) đã được xác định. Sau đó, các thanh Schneebeli được xếp chồng lên nhau bằng tay trên lớp xốp.

BẢNG II. BẢNG TƯƠNG QUAN THÔNG SỐ GIỮA MÔ HÌNH VÀ KẾT CẤU THỰC

Thông số	Thực tế	Mô hình thu nhỏ
Chiều dày lớp cát/ Chiều dày lớp Schneebeli	2.5÷4 m	30 cm
Chiều dày lớp sét/ Chiều dày lớp xốp	10÷50 m	30 cm
Kích thước cọc	20x20÷25x25 cm	3x3cm
Chiều dài cọc	2÷3,5 m	15÷25 cm
Tỷ lệ L/D	8 ÷ 17,5	5÷8

Tải được thực hiện theo từng cấp độ. Chuyển vị thẳng đứng của cọc được đo bằng hai đồng hồ đo, sau đó lấy giá trị trung bình. Cả hai chuyển vị vì sai của bề mặt vật liệu bên ngoài các cọc biên và đường bao biến dạng của bề mặt lớp xốp đều được đo bằng thước thép. Sai số là ± 0,5 mm.

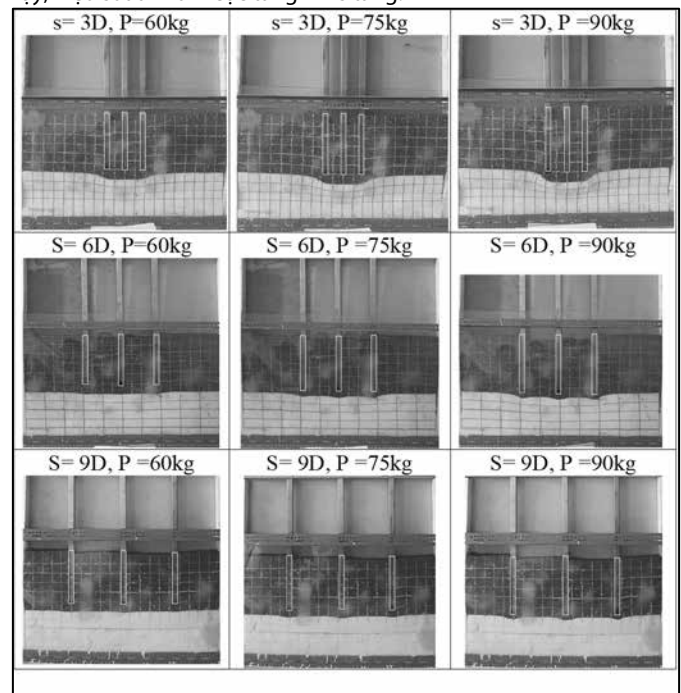
**3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM**

**3.1. Đường cong quan hệ biến dạng**

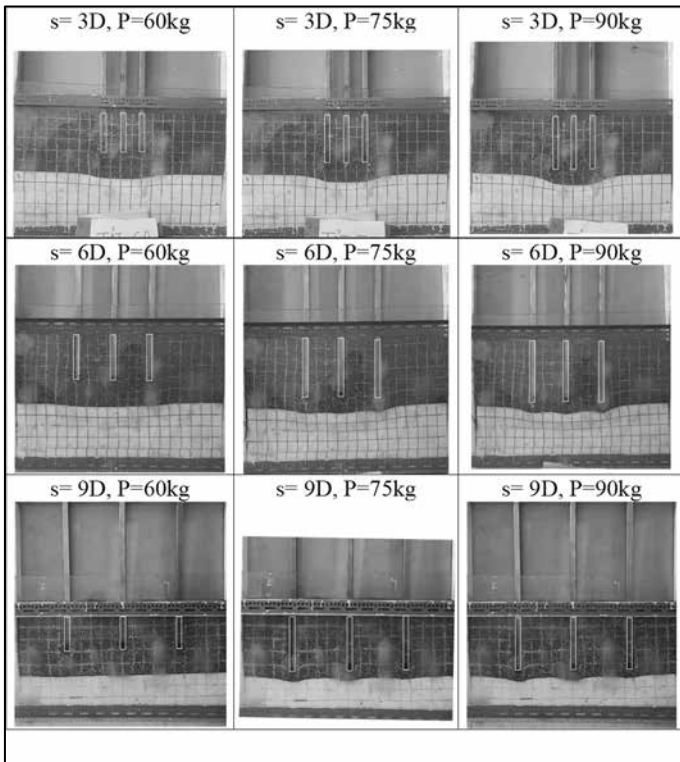
Hình ảnh thí nghiệm, khi *H*=5cm và *H*=15cm, khoảng cách cọc *s*=3*D*, 6*D* và 9*D*, ở tải trọng 60, 75 và 90 kg, được thể hiện trong Hình 3, 4. Các đường cong tải trọng - độ lún được thể hiện trong Hình 5.

Nếu *s* không đổi, với cùng tải trọng tác dụng, chuyển vị của cọc giảm khi chiều dài cọc tăng, tức là khi *H* giảm (Hình 5). Điều đó có thể giải thích là do cọc càng dài thì sức chịu tải của cọc càng tăng do lực ma sát càng tăng, và lực ma sát đóng vai trò chi phối đến sức chịu tải của cọc.

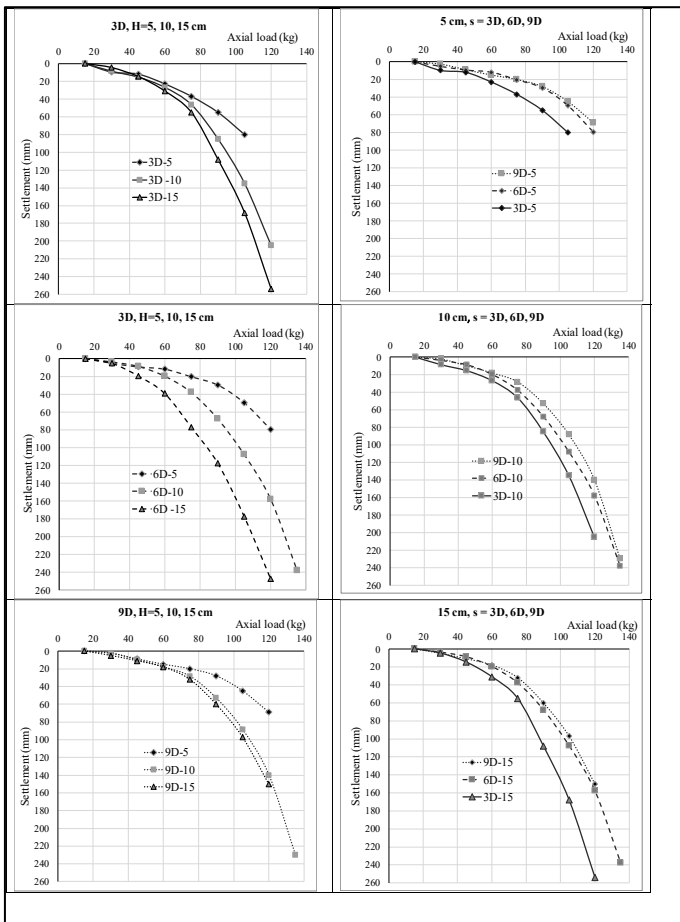
Nếu *H* không đổi, chuyển vị của các cọc có cùng tải trọng sẽ giảm khi khoảng cách giữa các cọc tăng lên. Tuy nhiên, sự khác biệt về độ dịch chuyển giữa hai trường hợp *s*=6*D* và *s*=9*D* là tương đối nhỏ. Như vậy, hiệu suất nhóm cọc tăng khi *s* tăng.



**Hình 3.** Hình ảnh mô hình với *H*= 5cm; *s* và *P* thay đổi.



Hình 4. Hình ảnh mô hình với H= 15cm; s và P thay đổi.



Hình 5. Đường cong Tải trọng - Độ lún

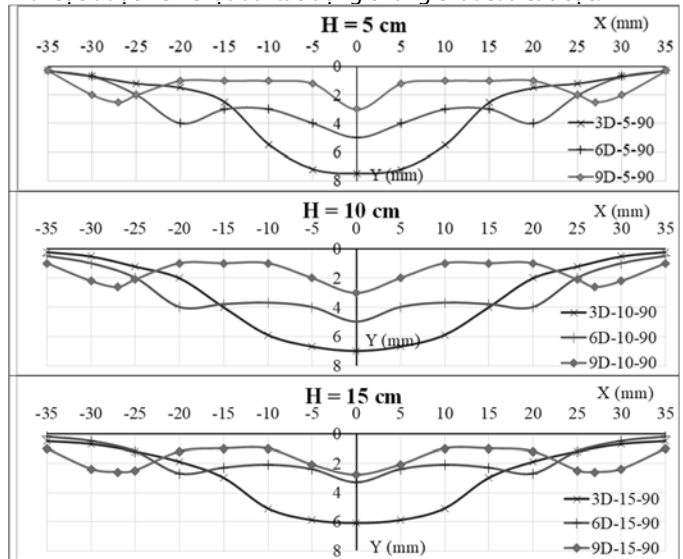
### 3.2. Biến dạng bề mặt lớp xốp

Đường viền biến dạng của bề mặt xốp tương ứng với các khoảng cách cọc và chiều dài cọc khác nhau ở cấp tải trọng 90 kg được thể hiện trong Hình 6.

Khi khoảng cách giữa các cọc là 3D, đường chuyển vị là một đường cong lõm có một đỉnh tương ứng với chuyển vị lớn nhất tại vị trí tâm cọc. Trong khi với khoảng cách cọc 6D và 9D, đường chuyển vị có ba đỉnh tương ứng với vị trí của ba mũi cọc. Chuyển vị bên dưới đỉnh cọc giữa lớn hơn một chút so với hai bên. Như vậy, trong trường hợp khoảng cách cọc 3D, nhóm cọc làm việc là cọc có đường kính lớn, có hiện tượng tập trung ứng suất rõ rệt. Ngược lại, các cọc có xu hướng làm việc độc lập khi khoảng cách các cọc s=3D và s=6D.

Với cùng tải trọng và chiều dài cọc (tức là khoảng cách H), chuyển vị cực đại sẽ giảm khi khoảng cách giữa các cọc tăng lên. Tuy nhiên, khi H tăng lên, sự khác biệt về độ dịch chuyển lớn nhất sẽ thu hẹp đáng kể. Ví dụ: chênh lệch chuyển vị tối đa giữa khoảng cách cọc 3D và 9D khi tải trọng là 90 kg là 100% khi H=5cm và chỉ 40% khi H=15cm.

Xét trường hợp H = 15 và s = 6D hoặc s = 9D, ở tải trọng 60 - 90 KG, các đường nằm ngang trong vật liệu Schneebeli phía dưới mũi cọc và bề mặt lớp bột biến thành các đường cong lõm có ba đỉnh dưới ba đỉnh đầu cọc. Với s=3D, các đường nằm ngang dưới mũi cọc nằm trong vật liệu Schneebeli có dạng giống như trên. Tuy nhiên, bề mặt lớp xốp bị biến dạng thành một đường cong lõm chỉ có một đỉnh nằm dưới tâm cọc. Hiện tượng này rất giống với kết quả của Ikuo Towhata và al. [15] và Gowthaman S. [18]. Do đó, khi s = 3D, vật liệu bên dưới mũi cọc được nén chặt bởi tác động chống chọi của các cọc.



Hình 6. Đường cong biến dạng bề mặt lớp xốp tại P = 90 kg.

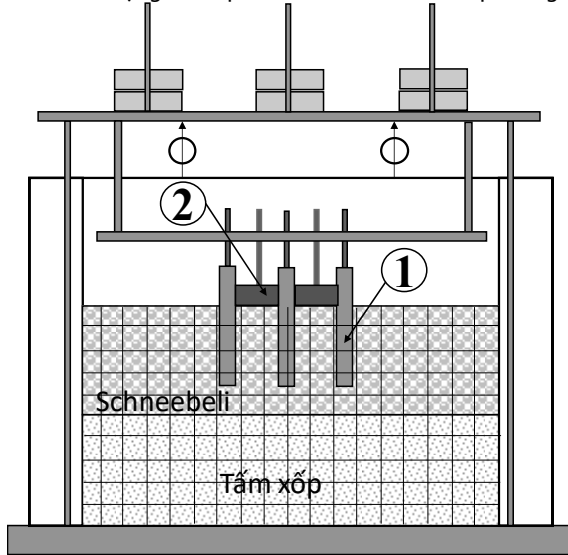
### 3.3. So sánh móng cọc dài cao và móng cọc có đài

Nghiên cứu cũng đã tiến hành các thí nghiệm với trường hợp móng cọc có đài móng (móng bè cọc) như hình 7. Kết quả cho thấy khoảng cách mũi cọc đến xốp H tăng lên thì sức chịu tải giảm đi (Hình 8), tuy nhiên sự suy giảm là không rõ rệt.

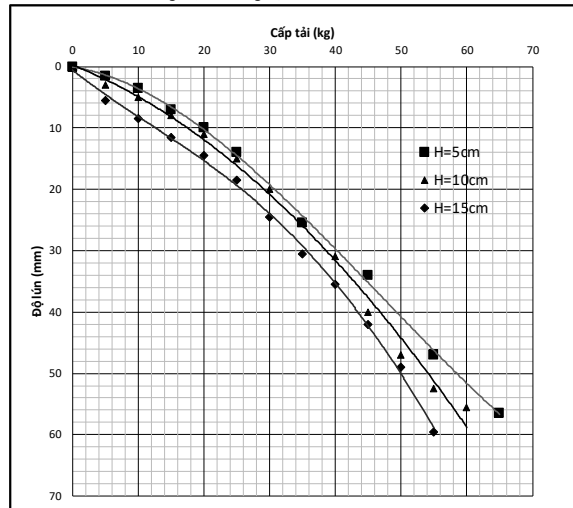
Tuy nhiên nếu so sánh đường cong Tải trọng - Độ lún giữa hai trường hợp có cọc có bè và cọc không bè, sức chịu tải của cọc có bè cao hơn đáng kể. Ví dụ trong trường hợp khoảng cách các cọc là 3D, H= 10cm, chuyển vị ở cấp tải 40kg là 31mm và 46mm tương ứng với trường hợp cọc có bè và không có bè cọc. Như vậy bè cọc đã tham gia vào khả năng chịu tải của móng một cách đáng kể (Hình 9).

Ở một khía cạnh khác, trong trường hợp cọc có đài móng chuyển vị lớn nhất của lớp xốp hầu như giữ nguyên khi H thay đổi từ 5cm lên

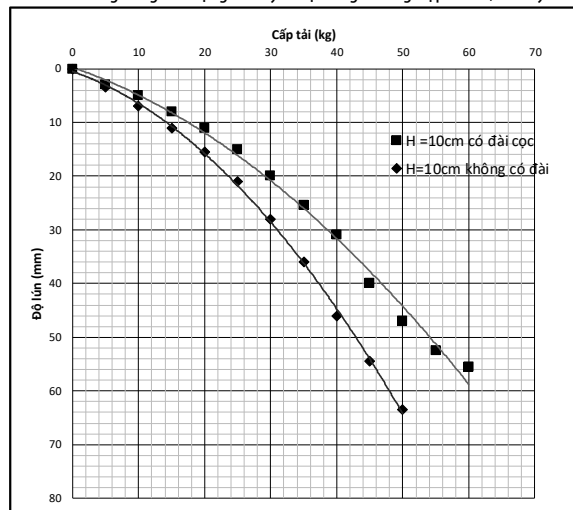
10cm, tuy nhiên tăng đáng kể khi H=15cm (Hình 10). Như vậy khi cọc ngắn hơn, tác động lên xốp trở nên nhiều hơn theo phương đứng.



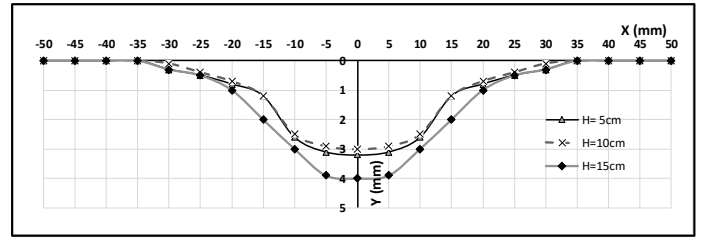
Hình 7. Mô hình thí nghiệm móng cọc có bè.



Hình 8. Đường cong Tải trọng - Chuyển vị trong trường hợp s=3D, H thay đổi.

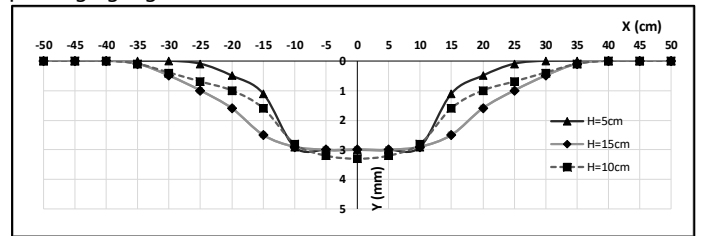


Hình 9. So sánh đường cong Tải trọng - Chuyển vị trong trường hợp cọc có đài và không có đài, khoảng cách các cọc là 3D, H=10cm.



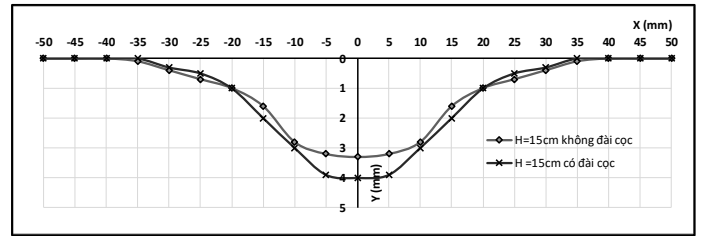
Hình 10. Đường biến dạng xốp trong trường hợp cọc có bè với s= 3D, P=50kG và H thay đổi.

Trong khi đó, ở trường hợp cọc không có đài móng chuyển vị lớn nhất của lớp xốp hầu như giữ nguyên khi H thay đổi từ 5cm lên 15cm, tuy nhiên chuyển vị theo phương ngang tăng đáng kể (Hình 11). Như vậy khi cọc ngắn hơn, tác động lên xốp trở nên nhiều hơn theo phương ngang.



Hình 11. Đường biến dạng xốp trong trường hợp cọc không có bè với s= 3D, P=50kG và H thay đổi.

Khi so sánh hai trường hợp cọc có bè và không bè, sự khác nhau khi H=5 và H=10cm là không đáng kể. Tuy nhiên sự khác nhau là rõ nét khi H=15cm (Hình 12).



Hình 12. Đường biến dạng xốp trong trường hợp cọc không có bè và không có bè, s= 3D, P= 50kG, H=15cm.

#### 4. KẾT LUẬN

Một mô hình vật lý nhỏ tương đối đơn giản, sử dụng vật liệu tương tự Schnebeeli để thay thế đất cát và xốp thay thế đất sét mềm, đã giúp nghiên cứu ứng xử và tương tác giữa nhóm đất-cọc trong trường hợp cọc ngắn nằm trong lớp đất cát phía trên nền đất yếu. Chương trình thử tải với ba giá trị H và ba khoảng cách s=3D, 6D và 9D; choc hai trường hợp nhóm cọc có đài (có bè) và không có đài.

Kết quả thí nghiệm cho thấy khả năng chịu tải của nhóm cọc không có đài tăng khi chiều dài cọc tăng (H giảm) và s giảm. Bằng việc vẽ biểu đồ trên bề mặt Schneebeeli và vật liệu xốp rồi quan sát, sau đó phân tích sự thay đổi hình dạng của lưới trong quá trình gia tải, nghiên cứu đã chỉ ra được sự tương tác giữa nhóm cọc và đất. Trong trường hợp s= 6D và 9D, cọc có xu hướng làm việc độc lập, biểu hiện bằng biến dạng cục bộ của các đường ngang xung quanh cọc và dưới mũi cọc, kể cả bề mặt hoặc lớp xốp. Tuy nhiên với s=3D biến dạng cục bộ dưới mũi cọc chỉ xảy ra ở phần vật liệu Schneebeeli sát mũi cọc. Trong khi đó, toàn bộ vật liệu Schneebeeli bên dưới mũi cọc được nén chặt, và bề mặt xốp bị biến dạng thành một đường cong lõm với đỉnh nằm dưới tâm mũi cọc. Qua so sánh chuyển vị cực đại của bề mặt lớp xốp cho thấy khoảng cách s càng nhỏ và khoảng

cách từ đầu cọc đến lớp sét H càng ngắn thì tác động của nhóm cọc lên lớp sét càng rõ rệt.

Trong trường hợp nhóm cọc có đài, sức chịu tải nhóm cọc tăng lên khi chiều dài cọc tăng lên, tương tự như trường hợp nhóm cọc không có đài. Tuy nhiên sức chịu tải của nhóm cọc có đài lớn hơn so với nhóm cọc không có đài móng. Như vậy đất dưới đài móng có tham gia vào sức chịu tải. Biến dạng của lớp xốp tăng lên khi H tăng. Biến dạng lớp xốp khi nhóm cọc có đài lớn hơn so với nhóm cọc không có đài trong cùng điều kiện tải trọng và hình học.

Các kết quả trong nghiên cứu này tương thích với nhiều kết quả nghiên cứu dưới dạng phương pháp phân tích, thực nghiệm hay mô phỏng. Do đó, sử dụng vật liệu Schneebeli và xốp làm vật liệu tương tự cho đất sét và đất rời để mô phỏng các bài toán nhóm cọc nói riêng và một số địa kỹ thuật nền móng khác nói chung là một phương pháp tiềm năng.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này thuộc đề tài mã số T2022-151TD được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM năm 2022.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyen Uyen, Soil reinforcing in civil construction. Construction publishing house, Ha Noi, 2009.
- [2] V. C. Trinh, "Negative friction on piles and its effect on construction," in The 3rd National Science Conference on Construction Incidents and Damages, 2005.
- [3] D. T. Duong, Q. H. Pham, "Testing the neutral surface method in calculating settlement of pile groups," Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) vol. 23(3), pp. 62-68, 2015.
- [4] M. Tomlinson, J. Woodward, "Pile design and construction practice", Fifth edition, Taylor & Francis, 2008.
- [5] H.G. Poulos, "Analysis of the settlement of pile groups", Geotechnique 4: 449-471. 1968.
- [6] A. S. Vesic, "Experiments with Instrumented Pile Groups in Sand, Performance of Deep Foundations", ASTM STP444, 177-222, 1969.
- [7] Yu, Ching-Han, "On Design and Construction of Pile Group Foundation of Taipei 101", Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, Vol.42 No.2, pp.56-69, 2011.
- [8] S. H. Nguyen, T. P. H. Tran, and Q. M. Pham, "Experimental Study on Pile Group Efficiency in Various Types of Soil Using a Small-Scale Physical Model", CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure, Lecture Notes in Civil Engineering 203, 2022. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7160-9\\_108](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7160-9_108)
- [9] B. V. H. Lan, "Research on the group effect to the capacity and settlement of vertical piles group", Thesis of doctor. Southern institute of water resources research, 2017.
- [10] 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, pp.323-332, 2014.
- [11] C. Harish, M. Manjunatha, "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.
- [12] S. Dardj, A. Soltani, and M. A. Arjomand, "Experimental Investigations on the Efficiency Coefficient of Pile Groups", International Journal of Advanced Biotechnology and Research, Vol-7, Special Issue3, pp. 2344-2350, 2016.
- [13] T. Ekisar, J. Otani and J. Hironaka, "Visualization of soil arching on reinforced embankment with rigid pile foundation using X-ray CT", Geotextiles and Geomembranes, Vol. 32, 44 – 54, 2012.
- [14] D. J. White and M. D. Bolton, "Displacement and strain paths during plane – strain model pile installation in sand", Géotechnique, Vol. 54, No. 6, 375 – 397, 2004.
- [15] Aoyama, Shogo, et al. "Application of advanced procedures to model tests on the subsoil behavior under vertical loading of group pile in sand." *Indian Geotechnical Journal* 46.1 (2016): 64-76.
- [16] Ju J, "Prediction of the Settlement for the Vertically Loaded Pile Group Using 3D Finite Element Analyses", Journal of Marine Georesources & Geotechnology 33 (3): 264-271, 2013.
- [17] Fuchun XUE, Jianlin MA and Liping YAN, "Three-dimensional FEM analysis of bridge pile group settlement in soft soils", Geotechnical Special Publication ASCE 220: 135-143. 2011.
- [18] S. Gowthaman, and M. C. M. Nasvi, "2D and 3D Numerical Simulation of Load-Settlement Behaviour of Axially Loaded Pile Foundations." American Journal of Civil Engineering and Architecture, vol. 5, no. 5 (2017): 187-195. doi: 10.12691/ajcea-5-5-2.
- [19] B. A. McCabe and B. M. Lehane, "Behaviour of axially loaded pile groups Driven in clayey silt", Journal of Geotechnical and Environmental Engineering: 401-410, 2006.
- [20] G. SCHNEEBELI, "Une mécanique pour les terres sans cohésion", Compte rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris:1956, Tome 243, pp. 2647-2673
- [21] Dolzhenko Nataliya, "Etude expérimentale et numérique de modèle réduit bidimensionnel du creusement d'un tunnel". Diss. Lyon, INSA, 2002.
- [22] R. Gourves and F. Mezghani, "Micromécanique des milieux granulaires approche expérimentale utilisant le modèle de Schneebeli." Revue Française de Géotechnique 42 (1988): 23-34.
- [23] B. Terrade, A. S. Colas, and D. Garnier. "Assessing and repairing masonry retaining structures by yield design analysis and experimental modelling." *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls*. CRC Press, 2016. 1407-1414.
- [24] R. Kastner, "Excavations profondes en site urbain". Thèse Génie Civil, Lyon: INSA de Lyon, 1982; 409p
- [25] N. Dolzhenko, P. Mathieu, R. Kastner, "Modélisation expérimentale et numérique bidimensionnelle d'ouvrages souterrains urbains. Réalisation d'essais biaxiaux et oedométrique sur le sol analogique de Taylor-Schneebeli", In : XVIIIème Rencontres de l'AUGC à Lyon. «Aménagement urbain», 2000, 27-28 mai, p 281-288
- [26] Jenck, Orianne, "Le renforcement des sols compressibles par inclusions rigides verticales. Modélisation physique et numérique", Diss. INSA de Lyon, 2005.
- [27] F. Masrouji, "Comportement des rideaux de soutènement semi-flexibles", Th: Génie Civil, Lyon: INSA de Lyon: 1986; 247p
- [28] Al Abram, Ismail, "Etude sur modèle réduit bidimensionnel du champ de déplacement induit par le creusement d'un tunnel à faible profondeur: interaction avec les ouvrages existants", Diss. Lyon, INSA, 1998.
- [29] A. Benrabah, J. Gielly, "Behavioural Study of a Reinforced Analogical Soil Under External Loads", Geotextiles and Geomembranes 14 (1996) 43-56
- [30] Caudron, Matthieu, "Etude expérimentale et numérique de l'interaction sol-structure lors de l'occurrence d'un fontis", Diss. Lyon, INSA, 2007.
- [31] A. F. Bolt, E. Dembicki, and G. A. Horodecki. "The failure mechanism of a trench wall caused by additional soil pressure." *Geotechnical aspects of underground construction in soft ground*. 1996. P.63-67
- [32] O. Jenck, D. Dias, R. Kastner, "Soft ground improvement by vertical rigid piles two-dimensional physical modelling and comparison with current design methods", Soils and Foundations. Volume 45, Issue 6, December 2005, Pages 15-30
- [33] R. G. James, "Some aspects of soil mechanics model testing". In: Parry R. H. G. Ed. Proc. of Stress-strain behaviour of soils. Roscoe Memorial Symposium, 1972, Cambridge, Angleterre. pp 417-440
- [34] M. Al Heib, F. Emeriault, and H. L. Nghiem. "On the use of 1g physical models for ground movements and soil-structure interaction problems." *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 12.1 (2020): 197-211.
- [35] B. Ghabraie, R. Gang, and John V. Smith. "Characterising the multi-seam subsidence due to varying mining configuration, insights from physical modelling." *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 93 (2017): 269-279.
- [36] He, Man-chao, et al. "Physical modeling of failure process of the excavation in horizontal strata based on IR thermography." *Mining Science and Technology (China)* 19.6 (2009): 689-698.
- [37] A. Chemenda, S. Bouissou, D. Bachmann, Three-dimensional physical modeling of deep-seated landslides: new technique and first results. *Journal of Geophysical Research*, 110 (4) (2005), 10.1029/2004JF000264
- [38] Hewlett, W. J., and M. F. Randolph. "Analysis of piled embankments." *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts*. Vol. 25. No. 6. Elsevier Science, 1988.
- [39] van Eekelen, J.M. Suzanne, A. Bezuijen, and O. Oung, "Arching in piled embankments; experiments and design calculations." *BGA International Conference on Foundations: Innovations, observations, design and practice: Proceedings of the international conference organised by British Geotechnical Association and held in Dundee, Scotland on 2-5th September 2003*. Thomas Telford Publishing, 2003.
- [40] H. G. Kempfert, D. Zaeske, and D. Alexiew, "Interactions in reinforced bearing layers over partial supported." *Geotechnical Engineering for Transportation Infrastructure: Theory and Practice, Planning and Design, Construction and Maintenance: Proceedings of the Twelfth European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Amsterdam, Netherlands, 7-10 June 1999*. Taylor & Francis US, 1999.

# Nghiên cứu ổn định đàn hồi của thanh có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết bằng phương pháp chuyển vị cưỡng bức

Study on elastic stability of bars considering actual stiffness of connections by forced displacement method

> PGS.TS ĐOÀN VĂN DUẤN

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam; Email: duandv.ct@vimar.edu.vn

## TÓM TẮT

Thông thường khi tính toán ổn định của thanh, người ta giả thiết liên kết tại hai đầu thanh, các nút giao giữa các thanh là tuyệt đối cứng hoặc là khớp lý tưởng. Thực tế các liên kết có độ cứng nằm trong khoảng giữa hai trạng thái nói trên. Độ cứng thực tế của liên kết có ảnh hưởng nhiều đến độ bền, độ cứng cũng như ổn định của thanh. Vì vậy, trong bài báo này tác giả đề xuất cách áp dụng phương pháp chuyển vị cưỡng bức để xác định các lực tới hạn Euler đối với các thanh thẳng chịu uốn dọc có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết.

**Từ khóa:** Lực tới hạn Euler; độ cứng thực tế của các liên kết; ổn định thanh ...

## ABSTRACT

Usually when calculating bar stability, it is assumed that the connections at the ends of the bars, the intersections between the bars are absolutely rigid or ideal pinned. In fact, the stiffness of the connections varies between the two states mentioned above. The actual stiffness of the connections has a great influence on the strength, stiffness and stability of the bars. Therefore, in this paper, the author proposes how to apply the forced displacement method to determine the Euler critical forces for straight bars subjected to longitudinal bending, considering to the actual stiffness of the connections.

**Keywords:** Euler critical force; actual stiffness of the connections; bar stability ...

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

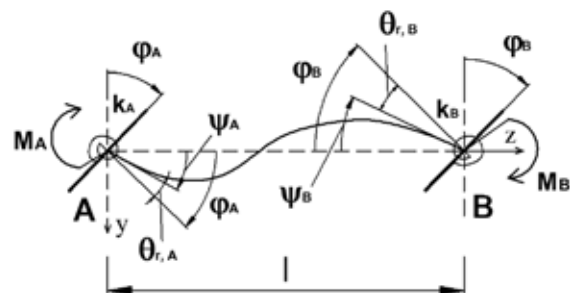
Kết cấu thanh được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, cũng như các công trình giao thông, thủy lợi... Khi thanh có chiều dài lớn, tiết diện nhỏ, độ mảnh

của thanh là đáng kể, do đó bài toán ổn định đàn hồi của thanh cần phải được quan tâm nghiên cứu cả về mặt lý thuyết và thực nghiệm.

Phương pháp chuyển vị cưỡng bức [2, 4] cho phép ta nhận được ngay các tần số dao động của thanh. Nó khác với các phương pháp truyền thống, chẳng hạn nó khác với phương pháp Rayleigh [6] chỉ cho ta tần số dao động cơ bản hoặc khác với phương pháp thường dùng hiện nay là đưa định thức của phương trình dao động về dạng đường chéo để lấy tích của số hạng đó cho ta phương trình đa thức xác định các trị riêng. Phương pháp này thường dùng các thuật toán như biến đổi Choleski, biến đổi Jacobi hoặc các biến đổi rất phức tạp khác [8]. Phương trình vi phân của bài toán ổn định cũng là phương trình vi phân thuần nhất nghĩa là không có vế phải.

Thông thường khi tính toán ổn định của thanh, người ta giả thiết liên kết tại hai đầu thanh, các nút giao giữa các thanh là tuyệt đối cứng hoặc là khớp lý tưởng. Thực tế các liên kết có độ cứng biến thiên trong khoảng giữa hai trạng thái nói trên. Độ cứng thực tế của liên kết có ảnh hưởng nhiều đến độ bền, độ cứng cũng như ổn định của thanh. Vì vậy, trong bài báo này tác giả đề xuất cách áp dụng phương pháp chuyển vị cưỡng bức để xác định các lực tới hạn Euler đối với các thanh thẳng chịu uốn dọc có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết.

## 2. MÔ HÌNH PHẦN TỬ THANH CÓ XÉT ĐẾN ĐỘ CỨNG THỰC TẾ CỦA CÁC LIÊN KẾT



Hình 1. Mô hình phần tử thanh có xét độ cứng thực tế của các liên kết

Giả thiết rằng: Phần tử lò xo liên kết có chiều dài bằng không và có độ cứng chống xoay  $k$ ; Tải trọng đặt tại các nút khung; Bỏ qua ảnh hưởng của lực dọc và lực cắt đến biến dạng của liên kết cũng như của thanh trước trạng thái tới hạn; Không bỏ qua ảnh

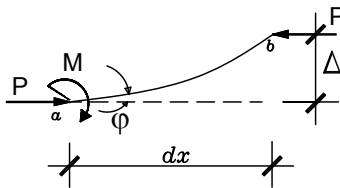
hưởng của lực dọc đến biến dạng uốn của thanh khi hệ mất ổn định.

Xét dầm AB (hình 1) liên kết với cột bởi các lò xo xoay, chiều dài bằng không và độ cứng chống xoay lần lượt tại đầu A và B là  $k_A, k_B$ ;  $\varphi_A, \varphi_B$  là góc xoay tuyệt đối của đầu cột;  $\psi_A, \psi_B$  là góc xoay tuyệt đối của đầu dầm;  $\theta_{r,A}, \theta_{r,B}$  là góc xoay tương đối giữa đầu dầm và đầu cột;  $M_A, M_B$  mô men đầu dầm tại các nút A và B, ta có quan hệ:

$$\begin{cases} \theta_{r,A} = \varphi_A - \psi_A = y'_{A,cột} - y'_{A,dầm} = \frac{1}{k_A} \cdot M_A \\ \theta_{r,B} = \varphi_B - \psi_B = y'_{B,cột} - y'_{B,dầm} = -\frac{1}{k_B} \cdot M_B \end{cases} \quad (1)$$

Đây chính là điều kiện ràng buộc tại hai đầu thanh.

### 3. BÀI TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA THANH THẲNG CHỊU UỐN DỌC



Hình 2. Phân tố dầm

Xét thanh thẳng chịu tải trọng nén dọc trục P, độ cứng uốn của dầm  $EJ = \text{const}$  và có liên kết bất kỳ. Tách khỏi hệ một phân tố có chiều dài dx, khi phân tố chịu nén có biến dạng uốn như hình 2.

Tại đầu (a) có nội lực M gây ra biến dạng uốn

$$\chi = -EJ \frac{d^2 y}{dx^2} \quad (2)$$

Giả sử tại đầu (b) có chuyển vị  $\Delta$ ,

Tại đầu (a) có ngoại lực  $M_p = P\Delta$  gây ra góc xoay

$$\phi = \frac{dy}{dx} \quad (3)$$

vì  $\phi$  nhỏ nên  $\text{tg}\phi = \phi \rightarrow \Delta = \phi dx = \frac{dy}{dx} dx$ , ta có:

$$M_p = P\Delta = P \frac{dy}{dx} dx$$

Theo phương pháp nguyên lý cực trị Gauss, lượng cưỡng bức của bài toán được viết như sau:

$$Z = \int_0^l M \left( -\frac{d^2 y}{dx^2} \right) dx - \int_0^l P \frac{dy}{dx} \left( \frac{dy}{dx} \right) dx \rightarrow \min \quad (4)$$

Từ điều kiện cực trị của dầm, ta có:

$$\delta Z = -\delta \left[ \int_0^l M \left( \frac{d^2 y}{dx^2} \right) + \int_0^l P \left( \frac{d^2 y}{dx^2} \right) \right] dx \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\text{Hay: } -\frac{d^2}{dx^2} [M - P] = 0 \Leftrightarrow -\frac{d^2 M}{dx^2} + P \frac{d^2 y}{dx^2} = 0$$

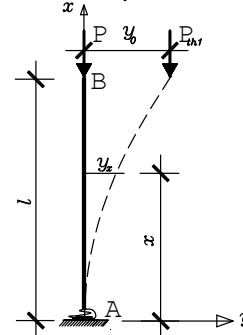
thay  $\chi = -EJ \frac{d^2 y}{dx^2}$  vào phương trình trên, ta có:

$$EJ \frac{d^4 y}{dx^4} + P \frac{d^2 y}{dx^2} = 0 \quad (6)$$

Phương trình (6) chính là phương trình ổn định của thanh thẳng chịu uốn dọc. Như vậy, từ phương pháp nguyên lý cực trị Gauss ta cũng nhận được các phương trình ổn định của thanh chịu

uốn dọc, tương tự như các nguyên lý khác. Phương trình (6) là phương trình vi phân cân bằng của thanh chịu uốn dọc bởi lực P đặt tại đầu thanh. Đó là phương trình vi phân tuyến tính thuần nhất (không có vế phải) mà phương pháp truyền thống để giải chúng cùng với các điều kiện biên đã được trình bày trong [3]. Dưới đây trình bày phương pháp chuyển vị cưỡng bức để giải phương trình (6).

### 4. PHƯƠNG PHÁP CHUYỂN VỊ CƯỜNG BỨC



Hình 3. Thanh đầu ngàm - đầu tự do

Phương pháp chuyển vị cưỡng bức nhằm đưa phương trình (5) là phương trình cân bằng giữa nội lực và ngoại lực về phương trình có vế phải bằng cách cho một điểm nào đó trong thanh, ví dụ điểm  $x = x_1$ , một chuyển vị  $y_0$ , hình 3:

$$g = y_{x=x_1} - y_0 = 0 \quad (7)$$

Đưa bài toán tìm cực trị của (3) với điều kiện ràng buộc (6) về bài toán cực trị không ràng buộc bằng cách xây dựng phiếm hàm mở rộng Lagrange F như sau:

$$F = Z + \lambda g \rightarrow \min \quad (8)$$

Hay:  $F = Z + \lambda g \rightarrow \min$

$$F = \int_0^l M \left( -\frac{d^2 y}{dx^2} \right) dx - \int_0^l P \frac{dy}{dx} \left( \frac{dy}{dx} \right) dx + \lambda (y_{x=x_1} - y_0) \rightarrow \min \quad (9)$$

trong đó:  $\lambda$  - thừa số Lagrange và cũng là ẩn của bài toán. Từ điều kiện

$$\delta F = \int_0^l (M - M_p) \delta \left[ \chi \right] dx + \delta (\lambda g) = 0 \quad (10)$$

nhận được phương trình sau:

$$EJ \frac{d^4 y}{dx^4} + P \frac{d^2 y}{dx^2} = \begin{cases} -\lambda & \text{khi } x=x_1 \\ 0 & \text{khi } x \neq x_1 \end{cases} \quad (11)$$

cùng với phương trình (7). Phương trình (11) là phương trình có vế phải. Để nó trở thành phương trình uốn dọc (6) của thanh thì  $\lambda(P)=0$  (12)

Về mặt toán học, phương trình (11) là phương trình đa thức xác định các trị riêng của hệ (6) bởi vì nghiệm của nó cũng là nghiệm của (6). Về cơ học,  $\lambda$  có thứ nguyên là lực. Đó là lực giữ để cho thanh có chuyển vị  $y_0$  tại điểm  $x = x_1$ . Lực giữ phải bằng không, suy ra phương trình (12). Trị riêng của (6) phụ thuộc vào thông số P, suy ra  $\lambda$  cũng là hàm của P. Cho nên giải phương trình (12) theo P, sẽ nhận được các lực tới hạn của thanh bị uốn dọc.

### 5. XÁC ĐỊNH LỰC TỚI HẠN CỦA THANH CHỊU NÉN CÓ XÉT ĐẾN ĐỘ CỨNG THỰC TẾ CỦA CÁC LIÊN KẾT

**Ví dụ 1. Thanh đầu ngàm đầu tự do**

Cho thanh thẳng chiều dài l, độ cứng uốn EJ=Const, chịu nén bởi lực nén dọc trục P đặt tại đầu thanh, tại đầu A thanh có liên kết lò xo xoay đàn hồi, có độ cứng tương ứng ban đầu kA=∞ (đầu ngàm), đầu B tự do, như hình 3. Yêu cầu, xác định lực tới hạn cho thanh trong các trường hợp độ cứng lò xo thay đổi.

Trình tự các bước giải bài toán như sau:

**Bước 1: Viết biểu thức đường độ võng cho thanh**

Trong bài này, xấp xỉ đường đàn hồi của thanh có dạng đa thức như sau:

$$y_1 = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7 \quad (a1)$$

trong đó các ai(i=1÷7) là các hệ số cần xác định

Gọi χ là biến dạng uốn trong thanh, theo (2) ta có:

$$\chi = -EJ \frac{d^2y}{dx^2}$$

Như vậy trong thanh sẽ có momen uốn Mx bằng  $M_x = EJ\chi$

Lực P sẽ gây ra momen uốn trong thanh là  $M_P = P(y_1 - y_0)$

**Bước 2: Viết biểu thức lượng cưỡng bức Z theo (3)**

$$Z = \int_0^l (M - M_P)[\chi] dx \rightarrow \min \quad (b1)$$

với các điều kiện ràng buộc, số điều kiện ràng buộc tùy thuộc vào từng bài toán cụ thể, trong trường hợp này ta có các điều kiện ràng buộc sau:

Chuyển vị tại đầu thanh bằng y0; Momen uốn tại đầu thanh bằng không; Góc xoay tại ngàm được viết theo (1), đây là điều kiện ràng buộc kể đến liên kết thực tế

$$\left. \begin{aligned} g_1 &= y_1|_{x=l} - y_0 = 0 \\ g_2 &= -EJ \frac{d^2y_1}{dx^2} \Big|_{x=l} = 0 \\ g_3 &= \frac{dy_1}{dx} \Big|_{x=0} + r \frac{d^2y_1}{dx^2} \Big|_{x=0} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (c1)$$

trong đó  $r = \frac{EJ}{lk_A}$ ; kA là độ cứng xoay của lò xo

**Bước 3: Viết biểu thức phiếm hàm mở rộng F theo (8)**

Ta đưa bài toán tìm cực trị (b1) có ba điều kiện ràng buộc ở trên về bài toán cực trị không có ràng buộc bằng cách đưa thừa số Lagrange vào phiếm hàm mở rộng như sau:

$$F = Z + \sum_{k=1}^3 g_k \lambda_k \rightarrow \min$$

$$\text{Hay: } F = \int_0^l (M - M_P)[\chi] dx + g_1\lambda_1 + g_2\lambda_2 + g_3\lambda_3 \rightarrow \min \quad (d1)$$

trong đó λ1 là thừa số Lagrange và cũng là ẩn của bài toán, đó là lực giữ cho hệ ở trạng thái lệch. Bài toán có 10 ẩn số là các hệ số của đa thức (a1), các ai (i=1÷7) và các thừa số Lagrange λk (k=1÷3).

**Bước 4: Thành lập hệ phương trình đại số tuyến tính và giải hệ**

Nguyên lý cực trị Gauss xem các biến dạng uốn là độc lập với momen tác dụng cho nên điều kiện cực trị của phiếm hàm mở rộng F là:

$$\left. \begin{aligned} h_i &= \int_0^l (M - M_P) \frac{\partial}{\partial a_i} [\chi] dx + \frac{\partial}{\partial a_i} \sum_{k=1}^3 (g_k \lambda_k) = 0 \\ f_i &= \frac{\partial}{\partial \lambda_k} \sum_{k=1}^3 (g_k \lambda_k) = 0; \quad a_i = 1 \div 7; \lambda_k (k = 1 \div 3) \end{aligned} \right\} \quad (e1)$$

Như vậy, từ điều kiện cực trị của phiếm hàm mở rộng F ta sẽ nhận được 10 phương trình đại số tuyến tính để xác định các ẩn số. Có thể giải bài toán trên bằng cách sử dụng phần mềm Symbolic của Matlab. Khi giải phương trình xong thấy rằng các thông số ai (i=1÷7) và λk(k=1÷3) đều là hàm của lực P. Ở đây chỉ đưa ra thừa số Lagrange λ1, trong trường hợp r=0, ứng với độ cứng kA=∞ (ngàm lý tưởng tại chân cột A), ta có:

**Bước 5: Rút ra phương trình ứng với ẩn số λ là lực giữ cho hệ ở trạng thái lệch và giải phương trình tìm được các lực tới hạn**

Trong trường hợp này là λ1, ta có:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 7/45 \times (46 \times P^5 \times l^{10} - 1035 \times P^4 \times r \times l^9 - 22455 \times EJ \times P^4 \times l^8 \\ &+ 305280 \times EJ \times P^4 \times r \times l^7 + 3295080 \times EJ^2 \times P^3 \times l^6 + \\ &- 27038880 \times EJ^2 \times P^3 \times r \times l^5 - 169884000 \times EJ^3 \times P^2 \times l^4 + \\ &795484800 \times EJ^3 \times P^2 \times r \times l^3 + 2630232000 \times EJ^4 \times P \times l^2 \\ &- 5504241600 \times EJ^4 \times P \times r \times l - 5504241600 \times EJ^5) y_0 = 0 \end{aligned} \quad (f1)$$

Ta thấy rằng, λ1 là đa thức bậc 5 của P. Giải (f1) ta sẽ nhận được 5 nghiệm, giá trị các nghiệm thay đổi tùy thuộc vào độ cứng k của lò xo, trong phương trình xuất hiện r, r và k có liên hệ theo biểu thức (1). Ba lực tới hạn đầu tiên của thanh như sau:

$$\begin{aligned} P_{1th} &= 2.4674011003938600238770639403298 \times EJ / l^2 \\ P_{2th} &= 22.207051504965310257836974884224 \times EJ / l^2 \\ P_{3th} &= 61.880511141684923600648591178495 \times EJ / l^2 \end{aligned}$$

Ba lực tới hạn đầu tiên hoàn toàn chính xác so với kết quả khi giải bằng các phương pháp truyền thống.

**Bảng 1. Cho độ cứng k của loxo thay đổi từ 0 → ∞ ta nhận được các kết quả như sau:**

$r = \frac{EJ}{lk_A}$	Theo phương pháp chuyển vị cưỡng bức			Theo phương pháp truyền thống
	$P_{1th}$	$P_{2th}$	$P_{3th}$	$P_{1th}$
0	2.4674	22.2070	61.8805	2.4674
1.0	7.8355	37.5499	82.2689	
5.0	9.4743	39.2282	83.8247	
10	9.6775	39.4385	84.0239	
∞	9.8788	39.6482	84.2238	9.8696

Qua kết quả được lập bảng ta thấy rằng, khi r=0 tương ứng với độ cứng xoay của lò xo k=∞, liên kết tại chân cột là ngàm lý tưởng ta thường gặp, kết quả lực tới hạn theo phương pháp chuyển vị cưỡng bức hoàn toàn trùng khớp với kết quả nhận được khi giải bằng các phương pháp truyền thống. Khi r tăng dần lên, tương ứng với độ cứng k giảm dần ta thấy rằng, lực tới hạn tăng lên một cách nhanh chóng cho đến khi r=10 thì tốc độ tăng chậm dần, cho tới khi r=∞ (k=0) lúc này liên kết chân cột trở thành khớp lý tưởng, lực tới hạn trong trường hợp này chính là lực tới hạn của thanh hai đầu liên kết khớp lý tưởng.

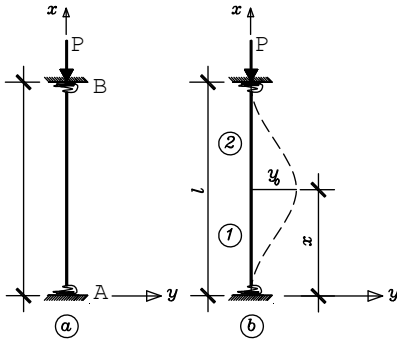
**Ví dụ 2. Thanh hai đầu ngàm**

Cho thanh thẳng chiều dài l, độ cứng uốn EJ=Const, chịu nén bởi lực nén dọc trục P đặt tại đầu thanh, hai đầu thanh có liên kết lò xo xoay đàn hồi có độ cứng tương ứng ban đầu kA=∞, kB=∞ (hai

đầu ngàm), như hình 3a. Yêu cầu, xác định lực tới hạn cho thanh trong các trường hợp độ cứng lò xo thay đổi, từ đó tìm ra lực tới hạn cho các thanh có hai đầu liên kết lý tưởng thường gặp trong tính toán, gồm thanh hai đầu ngàm, hai đầu khớp và đầu ngàm đầu khớp

Trong bài này ta chia thanh thành hai đoạn 1 và 2 như hình 4, xấp xỉ đường đàn hồi của 2 đoạn thanh có dạng đa thức như sau:

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7 \\ y_2 &= b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 + b_5x^5 + b_6x^6 + b_7x^7 \end{aligned} \right\} \text{(a2)}$$



**Hình 4.** Thanh hai đầu ngàm trong đó các ai(i=1÷7), bi(i=0÷7) là các hệ số cần xác định Gọi  $\chi$  là biến dạng uốn trong thanh, theo (2) ta có:

$$\chi_1 = -EJ \frac{d^2 y_1}{dx^2}; \quad \chi_2 = -EJ \frac{d^2 y_2}{dx^2}$$

Như vậy trong thanh sẽ có momen uốn Mx bằng

$$M_{x1} = EJ\chi_1; \quad M_{x2} = EJ\chi_2$$

Lực P sẽ gây ra momen uốn trong thanh là

$$M_{P1} = P(y_1); \quad M_{P2} = P(y_2)$$

Viết biểu thức lượng cường bức Z theo (3)

$$Z = \int_0^{l1} (M_{x1} - M_{P1})[\chi] dx + \int_{l1}^{l2} (M_{x2} - M_{P2})[\chi] dx \rightarrow \min \text{ (b2)}$$

với các điều kiện ràng buộc, số điều kiện ràng buộc tùy thuộc vào từng bài toán cụ thể, trong trường hợp này ta có các điều kiện ràng buộc sau:

Góc xoay tại ngàm được viết theo (1), đây là điều kiện ràng buộc kể đến liên kết thực tế, Chuyển vị tại x1=l1 thành bằng y0, Chuyển vị tại cuối đoạn 1 bằng chuyển vị tại đầu đoạn 2, Góc xoay tại cuối đoạn 1 bằng góc xoay tại đầu đoạn 2, Chuyển vị tại cuối đoạn 2 bằng không, Góc xoay tại ngàm đầu cột được viết theo (1), đây là điều kiện ràng buộc kể đến liên kết thực tế.

$$\left. \begin{aligned} g_1 &= \frac{dy_1}{dx} \Big|_{x=0} + r_1 \frac{d^2 y_1}{dx^2} \Big|_{x=0} = 0 \\ g_2 &= y_1 \Big|_{x=l1} - y_0 = 0 \\ g_3 &= y_1 \Big|_{x=l1} - y_2 \Big|_{x=0} = 0 \\ g_4 &= \frac{dy_1}{dx} \Big|_{x=l1} - \frac{dy_2}{dx} \Big|_{x=0} = 0 \\ g_5 &= y_2 \Big|_{x=l2} = 0 \\ g_6 &= \frac{dy_2}{dx} \Big|_{x=l2} + r_2 \frac{d^2 y_2}{dx^2} \Big|_{x=l2} = 0 \end{aligned} \right\} \text{(c2)}$$

trong đó  $r_1 = \frac{EJ}{lk_A}$ ; kA độ cứng xoay của lò xo tại A;  $r_2 = \frac{EJ}{lk_B}$ ; kB

độ cứng xoay của lò xo tại B.

Ta đưa bài toán tìm cực trị (b2) có sáu điều kiện ràng buộc (c2) về bài toán cực trị không có ràng buộc bằng cách đưa thừa số Lagrange vào phiếm hàm mở rộng như sau:

$$F = Z + \sum_{k=1}^6 g_k \lambda_k \rightarrow \min$$

$$F = \int_0^{l1} (M_{x1} - M_{P1})[\chi] dx + \int_{l1}^{l2} (M_{x2} - M_{P2})[\chi] dx + \left. \begin{aligned} &+ g_1 \lambda_1 + g_2 \lambda_2 + g_3 \lambda_3 + g_4 \lambda_4 + g_5 \lambda_5 + g_6 \lambda_6 \end{aligned} \right\} \rightarrow \min \text{ (d2)}$$

trong đó  $\lambda_2$  là thừa số Lagrange và cũng là ẩn của bài toán, đó là lực giữ cho hệ ở trạng thái lệch. Bài toán có 21 ẩn số là các hệ số của đa thức (a2), các ai (i=1÷7); bi (i=0÷7) và các thừa số Lagrange  $\lambda_k$  (k=1÷6).

Nguyên lý cực trị Gauss xem các biến dạng uốn là độc lập với momen tác dụng cho nên điều kiện cực trị của phiếm hàm mở rộng F là:

$$\left. \begin{aligned} h_i &= \int_0^{l1} (M_{x1} - M_{P1}) \frac{\partial}{\partial a_i} [\chi] dx + \int_{l1}^{l2} (M_{x2} - M_{P2}) \frac{\partial}{\partial a_i} [\chi] dx + \\ &+ \frac{\partial}{\partial a_i} \sum_{k=1}^6 (g_k \lambda_k) = 0; \\ k_i &= \int_0^{l1} (M_{x1} - M_{P1}) \frac{\partial}{\partial b_i} [\chi] dx + \int_{l1}^{l2} (M_{x2} - M_{P2}) \frac{\partial}{\partial b_i} [\chi] dx + \\ &+ \frac{\partial}{\partial b_i} \sum_{k=1}^6 (g_k \lambda_k) = 0; \\ f_i &= \frac{\partial}{\partial \lambda_k} \sum_{k=1}^6 (g_k \lambda_k) = 0; a_i = 1 \div 7; b_i = 0 \div 7; \lambda_k (k = 1 \div 6) \end{aligned} \right\} \text{(e2)}$$

Như vậy, từ điều kiện cực trị của phiếm hàm mở rộng F ta sẽ nhận được 21 phương trình đại số tuyến tính để xác định các ẩn số. Có thể giải bài toán trên bằng cách sử dụng phần mềm Symbolic của Matlab. Khi giải phương trình xong thấy rằng các thông số ai (i=1÷7), bi (i=0÷7) và  $\lambda_k$  (k=1÷6) đều là hàm của lực P. Ở đây chỉ đưa ra thừa số Lagrange  $\lambda_2$ , trong trường hợp r1=0, ứng với độ cứng kA=∞, r2=0, ứng với độ cứng kB=∞, (ngàm lý tưởng tại A và B). Trong trường hợp này là  $\lambda_2$  quá dài nên không trình bày ở đây.

Ta thấy rằng,  $\lambda_2$  là đa thức bậc 10 của P. Giải  $\lambda_2=0$  ta sẽ nhận được 10 nghiệm, giá trị các nghiệm thay đổi tùy thuộc vào độ cứng k của lò xo tại hai đầu thanh, trong phương trình xuất hiện r, r và k có liên hệ theo biểu thức (1). Ba lực tới hạn đầu tiên của thanh như sau:

$$\begin{aligned} P1th &= 39.478824118495069584111564600163xEJ/l2 \\ P2th &= 80.825695046688147896021690263184xEJ/l2 \\ P3th &= 158.37387144315981451128300560260xEJ/l2 \end{aligned}$$

Ba lực tới hạn đầu tiên hoàn toàn chính xác so với kết quả khi giải bằng các phương pháp truyền thống. Bây giờ ta cho độ cứng k của lò xo thay đổi từ 0 → ∞ ta nhận được các kết quả như sau:

**Bảng 2. Trường hợp 1, đầu A là ngàm, độ cứng k=∞ (rA=0) không thay đổi, đầu B thay đổi k giảm dần**

Chân cột A	Đầu cột B	Theo phương pháp chuyển vị cưỡng bức	Theo phương pháp truyền thống
$r_1 = \frac{EJ}{lk_A}$	$r_2 = \frac{EJ}{lk_B}$	$P_{1th}$	$P_{1th}$
0	0	39.4788	39.4784
0	1.0	20.2562	
0	5.0	20.1931	
0	10	20.1912	
0	∞	20.1907	20.1907

Khi chân cột A là ngàm, độ cứng  $k_A = \infty$  ( $r_A = 0$ ) không thay đổi, đầu B thay đổi  $k_B$  giảm dần ( $r_B$  tăng dần) ta thấy rằng các lực tới hạn nhận được tương ứng giảm dần và tiệm cận với kết quả của thanh đầu ngàm A, đầu khớp B, Khi  $r_B \rightarrow \infty$ , kết quả nhận được là không thay đổi (bảng 2), điều đó chứng tỏ ngàm ban đầu tại B đã trở thành liên kết khớp lý tưởng. Kết quả nhận được tại hàng thứ nhất và hàng cuối cùng trong bảng 2 hoàn toàn trùng khớp với các kết quả của thanh hai đầu ngàm và thanh đầu ngàm đầu khớp nhận được theo các phương pháp truyền thống, chứng tỏ độ tin cậy của phương pháp chuyển vị cưỡng bức.

**Bảng 3. Trường hợp 2, cả hai đầu A, B đều thay đổi k giảm dần**

Chân cột A	Đầu cột B	Theo phương pháp chuyển vị cưỡng bức	Theo phương pháp truyền thống
$r_1 = \frac{EJ}{lk_A}$	$r_2 = \frac{EJ}{lk_B}$	$P_{1th}$	$P_{1th}$
0	0	39.4788	39.4784
1.0	1.0	9.9266	
5.0	5.0	9.8718	
∞	∞	9.8696	9.8696

Kết quả nhận được từ bảng 3 cho thấy, khi độ cứng  $k_A, k_B$  cùng giảm dần, các lực tới hạn nhận được tương ứng giảm dần và tiệm cận với kết quả của thanh hai đầu khớp lý tưởng thường gặp, Khi  $r_B \rightarrow \infty$ , kết quả nhận được gần như không thay đổi (bảng 3), điều đó chứng tỏ khi  $r_A, r_B \rightarrow \infty$  thì ngàm ban đầu tại A, B đã trở thành liên kết khớp lý tưởng. Kết quả nhận được tại hàng thứ nhất và hàng cuối cùng trong bảng 3 hoàn toàn trùng khớp với các kết quả của thanh hai đầu ngàm và thanh hai đầu khớp nhận được theo các phương pháp truyền thống, chứng tỏ độ tin cậy của phương pháp chuyển vị cưỡng bức.

## 6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tác giả đã sử dụng thành công phương pháp chuyển vị cưỡng bức để xây dựng và giải bài toán ổn định đàn hồi của thanh thẳng chịu uốn dọc, có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết. Điều này, chứng tỏ tính ưu việt của phương pháp chuyển vị cưỡng bức đối với các bài toán trị riêng và véc tơ riêng so với các phương pháp khác, khi không phải biến đổi ma trận về ma trận đường chéo... mà nhận được ngay đa thức đặc trưng xác định lực tới hạn của thanh chỉ bằng cách cho cho một điểm bất kỳ trên thanh chuyển vị cưỡng bức một đoạn  $y_0$  nào đó.

Các kết quả nhận được khi không xét đến độ cứng thực tế của các liên kết, hoàn toàn trùng khớp với các kết quả nhận được bằng các phương pháp hiện có. Các lực tới hạn nhận được khi có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết cho thấy sự phù hợp về tính chất

vật lý của các liên kết, khi tăng độ cứng xoay của lò xo thì kết quả hội tụ về trường hợp liên kết ngàm và ngược lại, khi giảm độ cứng k thì kết quả tiệm cận dần với trường hợp liên kết khớp. Điều này cho phép người thiết kế, dùng bài toán này tìm ra kết quả nhiều bài toán khác, bằng cách thay đổi độ cứng xoay của lò xo, chẳng hạn như trong bài toán ở ví dụ 2, ta có thể nhận được đồng thời kết quả của ba bài toán, thanh hai đầu ngàm (khi cho độ cứng k) tại hai đầu bằng không, kết quả của thanh đầu ngàm đầu khớp (khi cho độ cứng  $k_A = \infty, k_B = 0$ ) và kết quả của thanh hai đầu khớp (khi cho độ cứng  $k_A = 0, k_B = 0$ ). Tương tự, từ bài toán thanh hai đầu khớp ta cũng có thể tìm được kết quả của hai bài toán, thanh hai đầu ngàm và thanh đầu ngàm đầu khớp.

**Kiến nghị**, có thể nghiên cứu tính toán hệ dầm liên tục, hệ khung, hệ dàn có xét đến độ cứng thực tế của các liên kết, đối với các bài toán tĩnh, động và ổn định.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ha Huy Cuong (2005), Gaussian extreme principle method, Scientific and technical journal, IV Page 112 to 114.
- [2]. Doan Van Duan (2014), Forced displacement method to solve eigenvalues and eigenvectors, Construction Journal, no. 11. Pages 82 to 84.
- [3]. Doan Van Duan (2016), Study on elastic stability of bar system structure with consideration of lateral shear strain, Construction publisher, 156 pages.
- [4]. Vu Thanh Thuy (2010), Study of internal force and displacement of flexural bar system considering the influence of shear strain, Technical PhD thesis, Hanoi University of Architecture.
- [5]. Pham Van Trung (2006), New method for calculating wire systems and hanging roofs, Technical PhD Thesis, Hanoi University of Architecture.
- [6]. Cornelius Lanczos (1949), The variational principles of Mechanics, University of Toronto Press,
- [7]. Ferdinand P. Beer - E. Russell Johnston, Jr. - John T. DeWolf (2006), Mechanics of Materials (fourth edition), McGraw-Hill Companies, INC, New York, 787 pages.
- [8]. G. Korn - T. Korn (1961), Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, McGraw-Hill, New York (Russian translation, edited by I. Bramovich, Nauka - Moscow Publisher, 1964).
- [9]. Stephen P. Timoshenko - J. Goodier (1970), Theory of elasticity, McGraw-Hill, New York (Russian translation, edited by G. Shapiro, Nauka - Moscow Publisher, 1979), 560 pages.
- [10]. Stephen P. Timoshenko - James M. Gere (1961), Theory of elastic stability, McGraw-Hill Book Company, INC, New York - Toronto - London, 541 Tr.

# Giải pháp nâng cao năng lực quản lý hạ tầng thoát nước mặt tại TP Rạch Giá tỉnh Kiên Giang theo định hướng đô thị xanh

Solutions to improve the management capacity of surface water drainage infrastructure in Rach Gia city, Kien Giang province in the direction of green urban

> **NGÔ THỊ PHƯƠNG THẢO<sup>1,2</sup>, PHẠM THỊ MINH LÀNH<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

<sup>2</sup>Sở Xây dựng tỉnh Kiên Giang

## TÓM TẮT

Sự tăng trưởng về kinh tế xã hội của TP Rạch Giá đã thúc đẩy quá trình đô thị hóa diễn ra với tốc độ nhanh chóng, trong khi đó cơ sở hạ tầng chưa đáp ứng được yêu cầu phát triển của TP, gây ra ô nhiễm môi trường. Đồng thời tác động ngày càng gia tăng của biến đổi khí hậu khiến tình trạng ngập úng xảy ra ở nhiều nơi trong thành phố ảnh hưởng đến an sinh xã hội. Trong nghiên cứu này tiến hành đánh giá thực trạng, nguyên nhân gây ngập úng và phân tích các yếu tố quản lý thoát nước mặt chưa đạt theo tiêu chí đô thị xanh, từ đó căn cứ trên các cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao năng lực quản lý hạ tầng thoát nước mặt theo định hướng đô thị xanh. Các đề xuất tập trung vào việc bổ sung chính sách trong quản lý quy hoạch đô thị, thay đổi nhận thức, huy động sự tham gia của cộng đồng kết hợp với cơ chế kinh tế tài chính và giải pháp kỹ thuật để tạo động lực cho việc thực thi chính sách quản lý thoát nước mặt đạt hiệu quả.

**Từ khóa:** Đô thị xanh; quản lý thoát nước mặt; ngập lụt đô thị; TP Rạch Giá; tỉnh Kiên Giang.

## ABSTRACT

Over the years, the socio-economic growth of Rach Gia city has promoted the process of urbanization at a rapid pace, while the infrastructure has not met the development requirements of the city, causing environmental pollution. During the rainy season or during high tide, flooding occurs in many parts of the city, affecting social security. In this study, assessing the status and causes of inundation and analyzing the factors of surface water drainage management that have not met the criteria of green cities, based on the scientific basis to propose solutions for solutions to improve the management capacity of surface water drainage infrastructure in the direction of green cities. The proposals focus on supplementing policies in urban planning management, changing perceptions, mobilizing community participation combined with the political economy of finance and technical solutions to create motivations for effective implementation of surface water drainage management policies.

**Keywords:** Green city; management of surface water drainage; urban flooding; Rach Gia city; Kien Giang province.

## GIỚI THIỆU

Kiên Giang là một trong 13 tỉnh nằm trong khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) do đó tỉnh Kiên Giang nói chung và TP Rạch Giá nói riêng cũng không thể tránh khỏi những vấn đề khó khăn, thách thức của biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng. Theo kịch bản BĐKH và nước biển dâng năm 2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường thì nếu mực nước biển dâng 100cm, khoảng 76,90% diện tích của tỉnh Kiên Giang có nguy cơ bị ngập, trong đó TP Rạch Giá có nguy cơ ngập 91,66% (UBND TP Rạch Giá, 2021).

TP Rạch Giá với diện tích 103,61 km<sup>2</sup> nằm trải dài dọc theo Vịnh Rạch Giá thuộc biển Tây được xác định là trung tâm chính

trị, kinh tế, văn hóa và xã hội của tỉnh Kiên Giang. Những thay đổi của các yếu tố khí tượng đặc biệt là tình trạng nước biển dâng sẽ làm trầm trọng hơn các vấn đề về hạn hán, xâm nhập mặn hay lũ lụt, sạt lở đất vốn đã và đang diễn biến rất phức tạp. Khu đô thị mới đặc biệt là các khu lấn biển xây dựng mới đã có hệ thống thoát nước được thiết kế và xây dựng hoàn chỉnh nhưng lại không đồng bộ với hệ thống thoát nước cũ dẫn đến vấn đề thoát nước chung của toàn mạng lưới thoát nước trong thành phố không đạt hiệu quả như thiết kế. Để phát triển đô thị theo hướng bền vững và thích ứng với BĐKH thì việc đưa ra các giải pháp nâng cao năng lực quản lý hạ tầng thoát nước mặt tại TP Rạch Giá theo định hướng đô thị xanh là rất cần thiết.

**1. TỔNG QUAN VỀ THỰC TRẠNG QUẢN LÝ THOÁT NƯỚC MẶT TẠI TP RẠCH GIÁ**

**1.1 Hiện trạng mạng lưới thoát nước mưa**

Theo số liệu điều tra, khảo sát của Tư vấn Eptisa (Eptisa, 2020) tổng chiều dài mạng lưới cống và mương là hiện tại của TP Rạch Giá là 118.820m, gồm 118km cống tròn bê tông D400 - D1000 và 3,5 km mương xây có nắp và mương hở bề rộng 400-600mm. Mật độ đường cống thoát nước chính nội thị đạt 4,52 km/km<sup>2</sup>.

Hiện trạng về thoát nước của thành phố chia thành 4 khu vực: Khu vực Trung tâm thành phố, khu vực phía Bắc thành phố (phường Vĩnh Quang, Vĩnh Thanh); khu vực phía Nam thành phố (phường Rạch Sỏi), khu vực phía Tây thành phố. Các tuyến cống nhìn chung được xây dựng theo hướng thoát nước ra nguồn tiếp nhận gần nhất sau đó thoát ra biển.

Khu vực 1 (phía Bắc thành phố): toàn bộ khu vực phường Vĩnh Quang và phường Vĩnh Thanh, với tổng chiều dài thoát nước là 23.354 m bao gồm cống tròn có D400 - D800, và mương rãnh thoát nước có B = 0,2 - 0,6 m. Nguồn tiêu thoát nước chính là kênh Vàm Trư (Vĩnh Quang), sông Kiên, kênh Rạch Giá - Hà Tiên (Vĩnh Thanh).

Khu vực 2A (khu trung tâm): Toàn bộ phường Vĩnh Thanh Vân, với tổng chiều dài là 14.931m bao gồm 13.241m cống tròn D600 - D1000; 1.690m mương rãnh B = 0,2-0,6m. Nguồn tiêu thoát nước chính là sông Kiên, kênh Nhánh. Chất lượng hệ thống thoát nước nói chung tốt.

Khu vực 2B (khu trung tâm): Gồm khu vực các phường Vĩnh Bảo, Vĩnh Lạc, An Hòa giới hạn bởi kênh Ông Hiến và đường Lâm Quang Ky. Tổng chiều dài là 28.330m bao gồm cống tròn D600 - D1000 và mương rãnh B=0,2-0,6m. Nguồn tiêu thoát nước chính là kênh Nhánh, kênh Ông Hiến.

Khu vực 3 (khu lấn biển phía Tây): Đây là khu vực gồm có khu lấn biển phường Vĩnh Bảo, phường Vĩnh Lạc và khu đô thị Phú Cường 1 và 2, mới hình thành từ những năm 2010, được xây dựng khá đồng bộ, có cống thoát nước mưa và nước thải riêng. Tổng chiều dài là 63.594m cống tròn D600 - D1200 và một số tuyến mương hở các loại B = 0,6 m. Nguồn tiêu thoát nước chính là biển Tây bằng 18 cửa xả. Chất lượng hệ thống thoát nước nói chung tốt.

Khu vực 4 (khu phía Nam): Là các cống thuộc phường Rạch Sỏi và 1 phần phường Vĩnh Lợi. Khu vực này chỉ có một số ít đường cống thoát nước quanh khu vực bến xe và chợ Rạch Sỏi. Tổng chiều dài là 9.872 m bao gồm cống tròn D600 - D800; và có 1 số tuyến mương B = 0,2-0,6 m. Nguồn tiêu thoát nước chính là kênh Rạch Sỏi.

Từ năm 2010, khi hình thành khu vực lấn biển phía Tây thành phố, có sự chênh lệch cao độ giữa khu lấn biển mới và khu đô thị cũ. Cao độ khu lấn biển khá cao (trung bình +2,0m) so với khu đô thị trung tâm cũ (trung bình +1,70m, trừ một số điểm cục bộ cao hơn +2,0m). Điều này gây ra gánh nặng cho hệ thống thoát nước của thành phố khi việc đấu nối giữa khu vực lấn biển và khu đô thị cũ gặp khó khăn; ngoài ra, hướng thoát nước của các tuyến đường nối từ Nguyễn Trung Trực về Lâm Quang Ky không thể thay đổi gây ra tình trạng thoát nước không tốt.

Hệ thống thoát nước của TP Rạch Giá chủ yếu là chảy ngập và bán ngập. Vào thời điểm triều cường hoặc mùa lũ của vùng Tứ giác Long Xuyên (làm mực nước trên kênh rạch cao), các miệng xả đều nằm sâu dưới mực nước; nên cống và miệng xả còn bị bồi lắng bởi phù sa, bùn cát, rác dẫn tới việc thoát nước rất chậm.

Việc sửa chữa, công tác nạo vét bùn được cấp kinh phí và thực hiện hàng năm nhưng nguồn kinh phí có hạn nên chủ yếu chỉ nạo vét các hố ga chứ chưa nạo vét bùn trong lòng các cống. Theo khảo sát của Tư vấn trên 32 tuyến cống nằm trên các đường phố chính của thành phố thì chiều cao lớp bùn trong hố ga trung bình là 33cm, một số nơi cao gần 1m như đường Nguyễn Công Trứ, Trần Phú... Theo đánh giá của phòng quản lý đô thị (thuộc UBND thành phố) thì lượng bùn lắng đọng trong nhiều tuyến cống có thể chiếm tới 40 - 60% tiết diện cống.

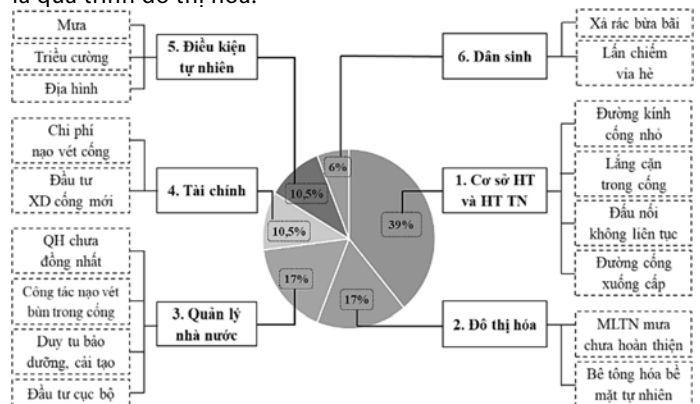
**1.2. Tình hình ngập úng đô thị và nguyên nhân gây ngập**

Cao độ xây dựng của TP Rạch Giá đạt 1,4 - 2,3 m và không bị ngập lụt, chỉ một vài điểm ngập cục bộ ở khu vực trung, có cao độ xây dựng nền thấp <1,4m, và chưa có hệ thống thoát nước. Trên địa bàn thành phố Rạch Giá thường xảy ra 3 dạng ngập úng chính đó là: (1) Ngập úng cục bộ do mưa lớn; (2) Ngập úng do mực nước triều cao; (3) Ngập úng do mưa lớn kết hợp triều cao.

Hàng năm tại nhiều khu vực trong nội thị vẫn thường xuyên xảy ra tình trạng ngập úng với độ ngập sâu từ vài cm đến vài chục cm, kéo dài từ vài chục phút đến vài ba tiếng đồng hồ, có nơi tới 1-2 ngày.

**1.3. Phân tích nguyên nhân gây ngập tại TP Rạch Giá**

Công tác quy hoạch và quản lý không gian đô thị bị ảnh hưởng quá nhiều vào yếu tố kinh tế ngắn hạn dẫn đến việc định cư, tập trung phát triển tại các khu vực có mức rủi ro ngập cao. Mặc dù khu vực TP Rạch Giá đã được xây dựng ở cao độ từ 1,4÷2,3 m, theo tính toán là không bị ngập lụt nhưng hàng năm tại nhiều khu vực trong nội thị vẫn xảy ra ngập úng với độ ngập sâu từ vài cm đến vài chục cm, kéo dài từ vài chục phút đến vài ba tiếng đồng hồ, có nơi tới 1-2 ngày. Theo Báo cáo tình hình ngập úng TP Rạch Giá năm 2016 và 2017 của Sở Xây dựng Kiên Giang và điều tra xã hội học của Tư vấn tiến hành tháng 02/2018, thành phố ba dạng chính là ngập cục bộ do mưa lớn; ngập do mực nước triều cao; ngập do mưa lớn kết hợp triều cao. Phân tích nguyên nhân gây ngập có thể chia thành 6 loại chính như Hình 1, trong đó nguyên nhân lớn nhất là do cơ sở hạ tầng (HT) và hệ thống thoát nước mặt (HTTN) tiếp theo mới là quá trình đô thị hóa.



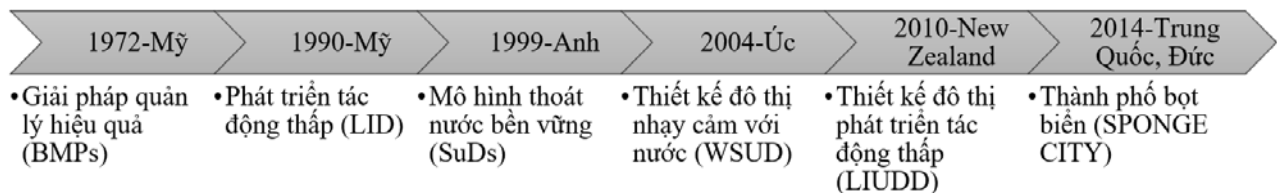
**Hình 1.** Tổng hợp các nguyên nhân gây ngập úng tại TP Rạch Giá

**1.4. Đánh giá thực hiện tiêu chí đô thị xanh trong quản lý thoát nước mặt tại TP Rạch Giá**

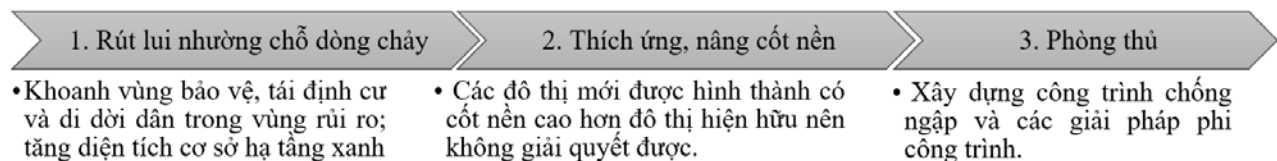
Thông tư 01/2018/TT-BXD quy định 24 tiêu chí xây dựng đô thị tăng trưởng xanh, TP Rạch Giá đáp ứng 7 tiêu chí quản lý thoát nước mặt (Bảng 1), nhưng về chất lượng thì chưa đảm bảo. Các tiêu chí như diện tích mặt nước tự nhiên đô thị suy giảm; tỷ lệ đường giao thông dành riêng cho xe đạp; đầu tư dự án mới thực hiện xây dựng đô thị tăng trưởng xanh đều chưa được tính toán hoặc không có trong quy hoạch.

Bảng 1. Đánh giá các tiêu chí đô thị xanh trong thoát nước mặt đô thị tại TP Rạch Giá

TT	Tiêu chí	Đã thực hiện	Đánh giá mức độ quan trọng trong quản lý thoát nước mặt đô thị
1	Thu ngân sách nhà nước từ sử dụng tài nguyên tự nhiên	X	Rất cần thiết, tạo nguồn kinh phí để duy trì, bảo dưỡng và tái đầu tư vào HTTN.
2	Công trình xây dựng nghiệm thu được cấp chứng chỉ công trình xanh	-	Cần thiết phải áp dụng thí điểm, sau đó phổ biến rộng rãi.
3	Diện tích đất cây xanh công cộng bình quân đầu người khu vực nội thành, nội thị	X	5 -6 m <sup>2</sup> /người.
4	Tỷ lệ chất thải rắn được thu gom, vận chuyển và xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật	X	Đảm bảo thực hiện theo quy định do Vệ sinh môi trường rác thải được kiểm soát chặt chẽ.
5	Số đơn vị hành chính cấp phường, xã chịu thiệt hại trực tiếp do BDKH	-	Chưa đánh giá tổng thể, chỉ thực hiện khi xảy ra các thiệt hại khi có thiên tai, mưa lớn gây thiệt hại về tài sản của người dân.
6	Tỷ lệ tăng dân số toàn đô thị so với tỷ lệ tăng diện tích đất phi nông nghiệp	-	Chưa đánh giá, do việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất ngành tài nguyên môi trường quản lý, trong khi tỷ lệ tăng dân số do ngành Xây dựng dự báo nhằm phục vụ cho quy hoạch.
7	Số lượng không gian công cộng	X	
8	Quy hoạch chung đô thị được lồng ghép các mục tiêu tăng trưởng xanh và BDKH	X	Chưa cụ thể về chỉ tiêu do thiếu tiêu chuẩn/ quy chuẩn áp dụng.
9	Chiến lược, kế hoạch hành động, chính sách cụ thể được ban hành hướng tới mục tiêu tăng trưởng xanh và ứng phó BDKH	X	Đã ban hành kế hoạch nhưng chưa thực hiện.
10	Tỷ lệ cán bộ quản lý đô thị các cấp đã được đào tạo bồi dưỡng về tăng trưởng xanh	X	Có đào tạo cán bộ, nhưng chỉ ở cấp lãnh đạo và cán bộ quản lý cấp tỉnh, thành phố và huyện; cấp phường, xã chưa được đào tạo.
11	Các chương trình nâng cao nhận thức cộng đồng về tăng trưởng xanh và BDKH	-	Chưa được triển khai thực hiện do thiếu các nguồn lực về nhân sự và tài chính.



Hình 2. Lịch sử phát triển các khái niệm liên quan đến thoát nước đô thị



Hình 3. Hướng tiếp cận quản lý thoát nước mặt tại Việt Nam

Rào cản lớn nhất trong việc áp dụng các giải pháp hạ tầng xanh cho thoát nước TP Rạch Giá đó là thể chế chính sách do hiện nay các chỉ tiêu, tiêu chuẩn, quy chuẩn; năng lực về tài chính; quy trình quản lý và năng lực của người quản lý đều không đảm bảo.

## 2. CƠ SỞ KHOA HỌC VỀ QUẢN LÝ HẠ TẦNG THOÁT NƯỚC MẶT THEO ĐỊNH HƯỚNG ĐÔ THỊ XANH

### 2.1. Cơ sở lý luận

Phát triển đô thị làm tăng tỉ lệ diện tích bề mặt có khả năng thấm nước bị bê tông hóa, suy giảm diện tích mặt nước, giảm khả năng trữ nước mưa và làm tăng nguy cơ úng lụt tại các đô thị, điều này cần những cách tiếp cận mới trong quản lý thoát nước để hướng

đến phát triển bền vững hơn. Các giải pháp thoát nước bền vững (Hình 2) như SUDs, mô hình thành phố bọt biển đều đã áp dụng (Nguyễn Hồng Tiến, 2022).

Tại Việt Nam, quản lý thoát nước mặt trong đô thị có ba hướng tiếp cận chính như trong Hình 3. Các hướng tiếp cận mới dừng lại trên các nghiên cứu, chưa có chính sách quy định cụ thể để triển khai thực hiện hoặc đã triển khai nhưng không hiệu quả, vấn đề ngập úng chỉ dịch chuyển từ khu vực cao sang vị trí có cốt nền thấp hơn. Hiện nay, các giải pháp dựa vào thiên nhiên để quản lý ngập đô thị do Ngân hàng thế giới khởi xướng đã và đang được áp dụng cho thấy hiệu quả tốt hơn các giải pháp thoát nước truyền thống.

### 2.2. Cơ sở thực tiễn kinh nghiệm từ các nước trên thế giới

**Thái Lan, Hàn Quốc phát triển đô thị xanh**

Trước cuộc khủng hoảng môi trường và đô thị hóa, chính quyền địa phương trực tiếp xây dựng kiến trúc, kỹ thuật và phương pháp, tiêu chuẩn chung, để giảm bớt các vấn đề ô nhiễm môi trường.

Hàn Quốc quy hoạch bao gồm cả quy hoạch cơ bản và kế hoạch quản lý đô thị nhằm đối phó với thảm họa môi trường tự nhiên do BĐKH bằng cách phát triển không gian đô thị xanh với hàm lượng carbon thấp.

**Nhật Bản - Hệ thống ngầm khổng lồ**

Hệ thống thoát nước ngầm lớn nhất thế giới tại ngoại ô thủ đô Tokyo mất 17 năm để hoàn thành. Hệ thống có khả năng xả 200m<sup>3</sup> nước/giây ra sông Edo, tương đương lượng nước đầy trong một bể bơi chuẩn 25 m.

**Singapore - Hệ thống thoát nước vừa là giải trí, cảnh quan**

Năm 1950-1980, lũ lụt thường xuyên và lan rộng. Năm 1951, ủy ban chống lụt tiến hành các dự án chống ngập và mở rộng mạng lưới thoát nước. Năm 1972, thành lập Cục Quản lý nước Singapore (PUB). Từ năm 1973, Chính phủ xây dựng 40 con kênh và rãnh thoát nước. Hiện nay, diện tích có nguy cơ ngập lụt đã giảm từ 3.200 ha (1970) xuống còn 40 ha, tuy một số nơi thỉnh thoảng vẫn ngập khi mưa lớn kéo dài, nhưng thường không ngập lâu. Vừa là nguồn dự trữ nước và chống ngập lụt, những con kênh còn phục vụ nhu cầu thư giãn, giải trí.

**Triển khai Dự án thành phố bọt biển tại Trung Quốc**

Các mục tiêu dự án: Tăng khoảng 20% diện tích đất đô thị có khả năng hấp thụ nước thải bề mặt; Giữ lại hoặc tái sử dụng khoảng 70% nước mưa đô thị vào năm 2020; Tái sử dụng tới 80% nước mưa vào năm 2030

Có 30 thành phố tham gia và được hỗ trợ tài chính, kỹ thuật trong 10 năm từ ngân sách nhà nước. Nguồn vốn đầu tư công khoảng 14 triệu \$ - 21 triệu \$/km<sup>2</sup> trong 3 năm đầu. Các chính sách khuyến khích hợp tác công tư không thu hút được các nhà đầu tư tư nhân vì dự án thường nằm ở những khu vực có nguy cơ ngập cao. Khó để ước tính lợi nhuận hoặc đảm bảo hiệu suất trong thời gian dài, các công cụ tài chính để giảm rủi ro như trái phiếu xanh, khoản vay xanh và bảo hiểm lại cần lợi nhuận cao để trang trải các rủi ro và chi phí.

Tổng hợp các bài học kinh nghiệm cho thấy các giải pháp chính có thể áp dụng trong quản lý thoát nước nước mặt như trong Bảng 3.

Bảng 3 Đánh giá khả năng áp dụng cho TP Rạch Giá

Nước	Giải pháp	Đánh giá giải pháp
Thái Lan	Xây dựng kiến trúc, kỹ thuật, phương pháp luật và tiêu chuẩn chung để giảm bớt các vấn đề ô nhiễm môi trường.	Phù hợp với TP Rạch Giá
Hàn Quốc	Lập quy hoạch chiến lược không gian xây dựng đô thị xanh	
Singapore	Mở rộng mạng lưới thoát nước, xây dựng hệ thống kênh và cống thoát nước; Xây dựng hệ thống thoát nước mưa tách biệt với hệ thống thoát thải.	Tính khả thi cao
Trung Quốc	Trái phiếu xanh, khoản vay xanh và bảo hiểm để tăng nguồn vốn đầu tư Các chính sách để khuyến khích các hoạt động hợp tác đối tác công tư.	Giải pháp kinh tế khả thi
Nhật Bản	Xây dựng hệ thống cống ngầm khổng lồ	Không khả thi

**2.3. Cơ sở khảo sát thực tế bằng bảng hỏi người dân và phỏng vấn chuyên gia**

Phương pháp Delphi được phát triển bởi Helmer và Dalkey tại Tổng công ty Rand trong đầu những năm 1950 để khám phá các xu hướng công nghệ và khoa học (Helmer, 1962). Phương pháp nghiên cứu này dựa trên tiền đề rằng các ý kiến tập thể của các chuyên gia tham luận có chất lượng phong phú hơn so với quan điểm hạn chế của một cá nhân. Kích thước mẫu trong nghiên cứu Delphi là rất đa dạng, một mẫu bao gồm đầy đủ các bên liên quan đến vấn đề nghiên cứu có thể được coi là đạt yêu cầu. Mỗi bảng câu hỏi ở vòng tiếp theo trong tham vấn Delphi được xây dựng dựa trên kết quả của bảng câu hỏi ở vòng trước. Quá trình dừng lại khi câu hỏi nghiên cứu đạt được sự đồng thuận, độ bão hòa lý thuyết, hoặc khi đủ thông tin được trao đổi, nếu mẫu không đồng nhất, thì có thể cần ba hoặc nhiều vòng.

Vòng 1: Đối tượng tham gia vòng 1 là các chuyên gia nhằm lên danh sách các giải pháp nâng cao năng lực quản lý thoát nước mặt tại TP Rạch Giá; Vòng 2 và các vòng tiếp theo: Đối tượng tham gia tham vấn Delphi ở vòng 2 và các vòng tiếp theo nhằm nhận định về các giải pháp; Nếu kết quả Delphi vòng 2 không đạt, tiến hành Delphi vòng 3. Trong vòng này, bảng hỏi được điều chỉnh các câu hỏi. Câu hỏi nào mức độ nhất quán của các ý kiến về vấn đề là kém sẽ loại bỏ khỏi bảng hỏi ở vòng 3. Đánh giá kết quả Delphi vòng 3 và thiết kế Delphi vòng tiếp theo (nếu cần).

Tác giả đã thực hiện phỏng vấn các chuyên gia có kinh nghiệm lâu năm trong lĩnh vực quản lý thoát nước tại Việt Nam và người dân đang sinh sống tại TP Rạch Giá. Các kết quả khảo sát từ chuyên gia và người dân được sử dụng để đưa ra giải pháp quản lý thoát nước mặt cho đô thị Rạch Giá.

### 3. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP NÂNG CAO NĂNG LỰC QUẢN LÝ THOÁT NƯỚC MẶT TẠI TP RẠCH GIÁ

#### 3.1. Quan điểm và mục tiêu quản lý



**Bảng 4. Mục tiêu quản lý thoát nước mặt tại TP Rạch Giá**

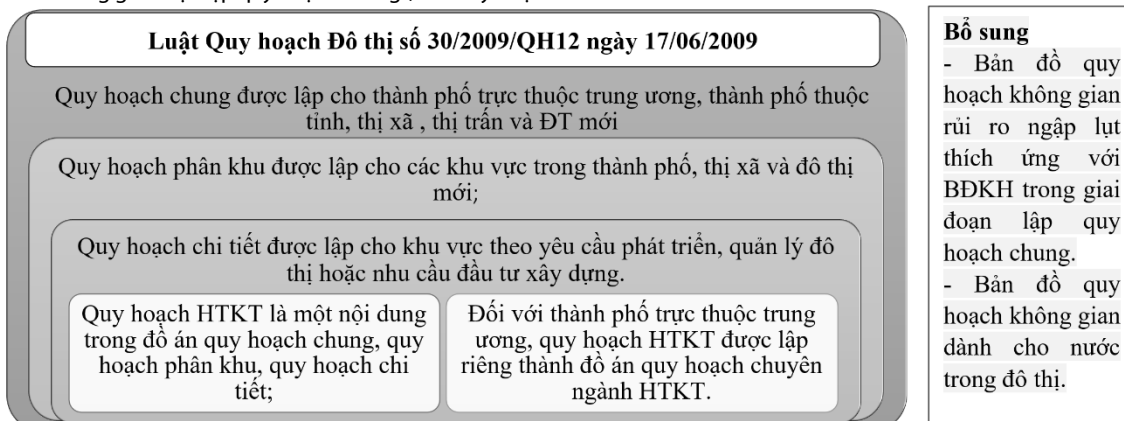
Ứng dụng các giải pháp kỹ thuật làm chậm quá trình thoát nước mưa và thu gom tối đa nước mưa trước khi chảy ra nguồn trữ nước mặt tự nhiên như sông, hồ, ...	Mở rộng hệ thống thoát nước mưa đô thị phù hợp với cao độ nền và thoát nước mặt. 100% các tuyến đường đô thị đều có hệ thống thoát nước mưa.
Ban hành và tổ chức thực hiện Quy định quản lý thoát nước và giá dịch vụ thoát nước. Quy hoạch hệ thống thoát nước ngay từ giai đoạn lập kế hoạch, quy hoạch đô thị. Xây dựng bản đồ thông tin hệ thống thoát nước.	Quản lý các sông, hồ, kênh mương, công trình có liên quan đến việc thoát nước đô thị, phối hợp giữa các đơn vị liên quan trong việc bảo đảm yêu cầu về cao độ nhằm thoát nước, chống ngập úng đô thị....
Giáo dục cộng đồng tham gia trong công tác quản lý thoát nước	Phát triển hạ tầng xanh thích ứng với BĐKH nhằm giảm thiểu tiến đến xóa bỏ tình trạng ngập úng.

#### 3.2. Đề xuất giải pháp về cơ chế chính sách

##### Tổ chức quản lý quy hoạch thoát nước

Luật Quy hoạch đô thị số 30/2009/QH12 không đưa Quy hoạch hạ tầng kỹ thuật trong danh sách quy hoạch chuyên ngành, cũng như không đưa thành nội dung chi tiết ở Chương II. Do đó, các địa phương phải dựa vào các văn bản pháp luật khác để phát triển hạ tầng thoát nước đô thị. Nhằm nâng cao năng lực trong quản lý thoát nước mặt trong Hình 4 bổ sung thêm hai nội dung: Bản đồ quy hoạch không gian rủi ro ngập lụt, thích ứng với BĐKH trong giai đoạn lập quy hoạch chung (điều này được

48% chuyên gia đồng thuận) với các thông tin như các dạng ngập; các vùng ngập lụt; chiều sâu, vận tốc và hướng của nước lũ. Bản đồ này cần được cung cấp cho người dân nhằm nâng cao nhận thức của cộng đồng về các quyết định pháp lý (ví dụ như sử dụng đất, cách bố trí và thiết kế cụ thể cho từng khu vực) và tạo điều kiện cho người dân có sự chuẩn bị và phản ứng thích hợp trước ngập lụt; Bản đồ quy hoạch không gian dành cho nước trong đô thị (với sự đồng thuận của 52% chuyên gia).



**Hình 4.** Đề xuất bổ sung luật Quy hoạch đô thị

Theo Điều 23 Nghị định 37/2010/NĐ-CP về Lập, thẩm định, phê duyệt và quản lý quy hoạch đô thị, quy hoạch thoát nước đô thị, nội dung đồ án quy hoạch cao độ nền và thoát nước mặt đô thị, để quy hoạch định hướng tiềm năng phát triển các loại đất trong khu quy hoạch, trong nội dung này cần xây dựng thêm “Bản đồ đánh giá đất xây dựng trong quản lý thoát nước mặt đô thị”, trong sơ đồ này thể hiện khu vực:

- Có khả năng ngập lụt cao/trung bình/thấp;
- Khu vực không quy hoạch đất ở;
- Khu vực quy hoạch đất ở nhưng phải có giải pháp thoát nước mặt hợp lý;
- Khu vực phù hợp quy hoạch đất ở.

Để giải quyết vấn đề ngập úng trong TP Rạch Giá, theo đánh giá của chuyên gia thì việc quy định cụ thể tỷ lệ/ diện tích dành cho nước phải được quy định cụ thể giống như quy định đối với diện tích cây xanh ở mức cần thiết (52%) đến rất cần thiết (20%). Đa số chuyên gia cho rằng diện tích dành cho nước (hồ chứa nước/ kênh rạch/ vùng đất ngập nước) chiếm khoảng 10-20% diện tích đô thị là phù hợp. Bên cạnh đó, phát triển công cụ quan trắc những thay đổi không gian mặt nước và mảng xanh cần được cập nhật định kỳ.

**Chính sách quản lý nâng cao năng lực quản lý hệ thống thoát nước**

Hiện nay, tần suất ngập tại TP Rạch Giá với mức độ thi thoảng ngập ở một số tuyến đường nhưng không thường xuyên và xảy ra thường xuyên tại một số khu vực, tuyến đường, các chuyên gia được hỏi nhận định rằng nên áp dụng các giải pháp công trình, để giải quyết vấn đề ngập cục bộ, áp dụng các giải pháp phi công trình và có thể kết hợp cả 2 giải pháp công trình và phi công trình.

Các cơ quan có liên quan đến quản lý quy hoạch, xây dựng đô thị ở địa phương cần xây dựng và ban hành các quy chế, quy định, tiêu chuẩn xây dựng để đảm bảo quản lý nước mưa chặt chẽ cả về chất lượng và số lượng, hạn chế tối đa tác động tiêu cực do nước mưa mang lại. Đưa ra quy định cho chủ đầu tư dự án muốn được cấp phép xây dựng và kết nối với hệ thống thoát nước của thành phố phải có phương án giải quyết toàn bộ lưu lượng mưa bị tăng lên do vấn đề bê tông hóa làm nước chảy nhanh hơn và không thấm nhanh được xuống đất như trước.

**Giải pháp về cơ chế kinh tế tài chính**

Theo Quyết định số 1658/QĐ-TTg ngày 01/10/2021 mục tiêu đến 2050 "100% các đô thị được xây dựng đồng bộ và hoàn thiện hệ thống thoát nước, xóa bỏ tình trạng ngập úng tại các đô thị và 100% nước thải được xử lý phải đảm bảo quy chuẩn kỹ thuật trước khi xả ra nguồn tiếp nhận". Mục tiêu này, được xem là phù hợp với các đô thị Việt Nam và được sự thống nhất cao (52% chuyên gia đồng ý), tuy nhiên một phần không nhỏ cũng nói rằng cần xem xét sửa đổi cho phù hợp với điều kiện thực tế hiện nay, với lý do quan trọng là “nguồn lực tài chính của địa phương không đủ để đáp ứng thực hiện mục tiêu, yêu cầu đặt ra”. Các đề xuất điều chỉnh, bổ sung như sau:

- Thoát nước đô thị là ngành dịch vụ công ích, địa phương phải có các giải pháp để thúc đẩy, quản lý tốt dịch vụ này như hỗ trợ doanh nghiệp kinh doanh dịch vụ thoát nước, xây dựng bộ máy quản lý chuyên ngành thoát nước tại địa phương, trong

đó, ưu đãi vốn đầu tư cho doanh nghiệp đào tạo nguồn nhân lực, mua máy móc, thiết bị phục vụ thoát nước...

- Người tiêu dùng chi trả phí dịch vụ thoát nước theo nguyên tắc “người gây ô nhiễm phải chi trả”. Để xuất giải pháp “thu phí nước mưa” trên diện tích đất ở (do xây dựng nhà ở làm giảm diện tích thấm tự nhiên) được tính thêm vào thuế đất hàng năm, theo khảo sát từ phía người dân không được sự đồng thuận cao (60% không đồng ý). Tuy nhiên nếu có thể thuyết phục bằng cách đưa ra những luận cứ, thực tiễn về những rủi ro, thách thức có ảnh hưởng, các thiệt hại về tài sản, sức khỏe của việc ngập úng đối với người dân vì việc này vẫn đánh giá là khả thi (36%), phần ít còn lại nhận định này rất có khả thi để thực hiện. Trong trường hợp phải đóng phí theo quy định, các mức giá được đề xuất là < 100.000đ/m<sup>2</sup>/năm được đa số lựa chọn (54,5%) hoặc 100.000đ đến nhỏ hơn 200.000đ/m<sup>2</sup>/năm (13,6%).

- Kêu gọi xã hội hoá từ các thành phần kinh tế tư nhân vào ngành dịch vụ thoát nước cũng chiếm tỷ lệ đồng thuận khá cao (84%) trong quá trình khảo sát. Nhưng để đạt mục tiêu này, Nhà nước cần có các chính sách hỗ trợ doanh nghiệp như tạo điều kiện cho tư nhân tham gia, ưu đãi vốn vay, nâng thời hạn hợp đồng dịch vụ đến 03 năm thay vì 01 năm như hiện nay, có cơ chế chính sách tốt cho khối tư nhân. Có thể xem xét phát hành trái phiếu xanh giống như chiến lược phát triển thành phố bọt biển của Trung Quốc.

**3.3. Sự tham gia của cộng đồng**

**Thay đổi tư duy và giáo dục thế hệ trẻ**

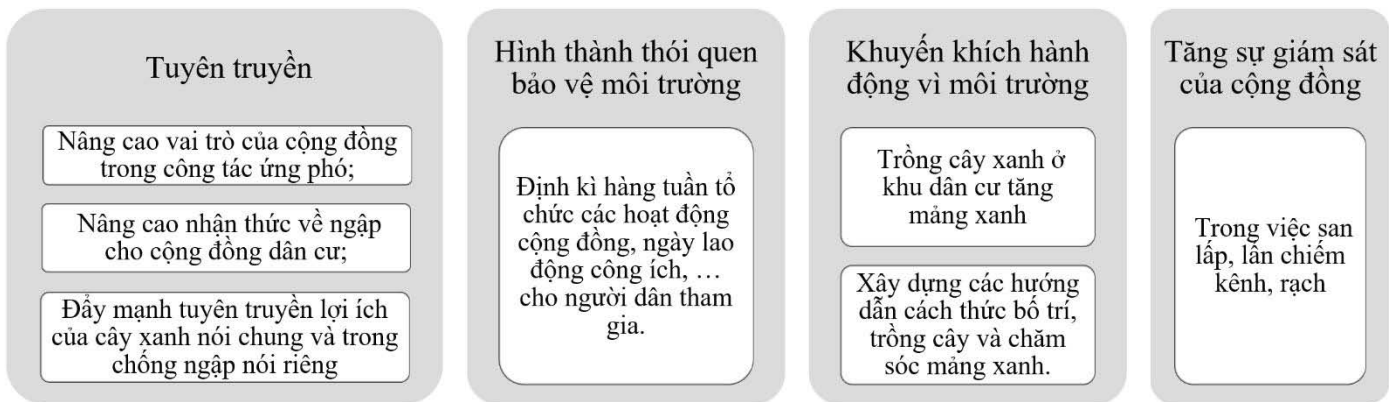
Để bảo vệ môi trường trong quá trình phát triển kinh tế cần thay đổi tư duy dựa trên nguyên tắc “Phát triển kinh tế xã hội là cải tạo môi trường tự nhiên hoặc tạo ra kinh phí cần thiết cho sự cải tạo đó”. Để thực hiện được công tác này cần thay đổi nhận thức của toàn xã hội về việc bảo vệ môi trường, phòng chống ngập lụt, mỗi người dân đóng vai trò là những nhà hoạt động bảo tồn thiên nhiên và không gian xanh.

Đưa giáo dục môi trường thành một phần chương trình giáo dục từ mầm non tới đại học, thông qua hoạt động giáo dục hình thành ý thức và thói quen bảo vệ môi trường cho thế hệ trẻ. Xây dựng lộ trình trường học xanh cung cấp cho thế hệ trẻ cơ hội tham gia trải nghiệm thực tế trong phong trào xây dựng xanh. Đối với chương trình đại học, tập trung các hoạt động nghiên cứu phát triển công nghệ và thiết kế công trình xanh/bền vững, hình thành mạng lưới các nhà khoa học trẻ phát triển đất nước. Các học sinh, sinh viên chủ động đề xuất các 'việc làm xanh' cho chính quyền.

Nhận thức của nguồn nhân lực quản lý quyết định sự thành công của các hành động vậy nên cần thiết phải có các chính sách khuyến khích các cán bộ quản lý trực tiếp trong lĩnh vực thoát nước mặt thường xuyên tham gia đào tạo nâng cao năng lực và nhận thức trong lĩnh vực đang quản lý. Có cơ chế tiếp cận để đàng các nguồn hỗ trợ tài chính cho các cán bộ này tham gia các khóa học ngắn hạn cũng như dài hạn nâng cao chuyên môn nghiệp vụ.

**Huy động sự tham gia của cộng đồng**

Theo nhận định của chuyên gia thì cả có sự tham gia của cộng đồng để quản lý thoát nước mặt được hiệu quả hơn, việc này cần thực hiện ngay từ quy mô khu dân cư, bao gồm các hoạt động trong Hình 5.



Hình 5. Huy động sự tham gia của cộng đồng

### 3.4. Các giải pháp về kỹ thuật

Định hướng quy hoạch và tiêu chuẩn áp dụng theo các tiêu chí đô thị xanh như giảm nhiệt độ không khí do sự bốc hơi của nước thổ nhưỡng, bảo tồn vi sinh vật trong đất, thúc đẩy tuần hoàn nước dựa vào trữ lượng nước ngầm, điều chỉnh vi khí hậu, giảm ô nhiễm chất lượng nước... cụ thể như sau:

- Khép kín vòng tuần hoàn nước và cải thiện môi trường nhiệt trong khu vực. Xây dựng mạng lưới kết nối với quản lý vi khí hậu như hệ thống mảng xanh (công viên, cây xanh), đường gió ngăn chặn đảo nhiệt.

- Quy hoạch khu vực không gian dành cho nước phù hợp với đặc trưng đất đai của khu vực, đảm bảo duy trì mực nước ngầm trước và sau khi phát triển không có gì thay đổi.

- Bố trí các hạ tầng thoát nước tự nhiên như rãnh cỏ, mương thấm nước, vườn điều tiết nước, hồ sinh thái... để duy trì tối đa dòng chảy của nước.

- Quy hoạch đảm bảo lưu trữ tối đa lượng nước mưa đổ xuống các mặt bảo gồm cả lưu trữ và sử dụng nước mưa trong các công trình. Xem xét đặc trưng về lượng mưa và môi trường sử dụng nước mưa của khu vực để đưa các hạ tầng sử dụng nước mưa vào từ giai đoạn thiết kế công trình.

Kết quả khảo sát ý kiến chuyên gia cho thấy mô hình thoát nước SuDS đã được tiếp cận nhiều nhất (54%), cần bổ sung giải pháp thuận thiên (41,7%) và có thể kết hợp thêm giải pháp khác. Trong đó để áp dụng các giải pháp thuận thiên cần thực hiện thí điểm các mô hình sống chung với ngập với các kỹ thuật ứng phó với ngập ở cấp độ hộ gia đình: Cải tiến thiết kế, cải tạo nhà ở để thích nghi với ngập; Sử dụng cửa chống ngập; Sử dụng vật liệu chống thấm trong công trình; Tạo bề mặt thấm hoặc hồ chứa trong khuôn viên đất; Xây dựng hệ thống thu gom nước mưa. Bên cạnh đó cần thiết lập hệ thống quan trắc và cảnh báo ứng ngập đô thị trên nền GIS.

### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Để đảm bảo phát triển hạ tầng kỹ thuật cho TP Rạch Giá, nâng cao chất lượng cuộc sống của nhân dân, góp phần giảm thiểu ngập lụt, ô nhiễm môi trường, biến đổi khí hậu. Các giải pháp để nâng cao năng lực quản lý thoát nước mặt mà bài báo đã đề xuất như sau:

- Giải pháp về cơ chế chính sách: Tổ chức quản lý Quy hoạch thoát nước; Chính sách quản lý nâng cao năng lực quản lý hạ tầng thoát nước.

- Giải pháp về cơ chế tài chính: người tiêu dùng phải chi trả chi phí dịch thoát nước và kêu gọi xã hội hoá từ các thành phần kinh tế tư nhân.

- Thay đổi tư duy và giáo dục thế hệ trẻ; huy động sự tham gia của cộng đồng.

- Giải pháp về kỹ thuật: quy hoạch đô thị xanh; biện pháp chống ngập, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, thiết lập hệ thống quan trắc và cảnh báo ứng ngập đô thị trên nền GIS.

Bộ Xây dựng cần sớm xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn, quy chuẩn áp dụng quy hoạch đô thị xanh tại Việt Nam; quy định bổ sung các bản đồ rủi ro ngập ứng đô thị trong hồ sơ quy hoạch chung đô thị. TP Rạch Giá cần thiết phải rà soát, cập nhật bổ sung các tiêu chí áp dụng quy hoạch đô thị xanh trong đồ án Quy hoạch thoát nước của TP Rạch Giá.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Eptisa. (2020). Thuyết minh tổng hợp Quy hoạch thoát nước TP Rạch Giá tỉnh Kiên Giang đến năm 2025.
- [2]. UBND TP Rạch Giá (2021). Đề xuất Dự án phát triển đô thị thích ứng với BĐKH khu vực Mê Kông - TP Rạch Giá, Kiên Giang.
- [3]. Hương, T. K. (2014). Đề xuất giải pháp thoát nước mưa theo hướng phát triển bền vững cho KĐT công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ Yên Bình Thái Nguyên. Hà Nội: Đại học Kiến trúc Hà Nội.
- [4]. Quốc hội khoá XV, U. b. (2022). Kinh nghiệm của một số quốc gia trong hoạt động lập pháp và thực thi pháp luật về biến đổi khí hậu. Hà Nội: NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [5]. Sơn, N. K. (2011). Mô hình và giải pháp quản lý hệ thống thoát nước các đô thị tỉnh lỵ Đồng bằng sông Hồng đến năm 2020. Hà Nội: Đại học Kiến trúc Hà Nội.
- [6]. ThS Huỳnh Trọng Nhân, PGS.TS 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, 61, 104.
- [7]. Laroche, V. (2019). Making urban stormwater management more sustainable. Lund, Sweden: Lund University.
- [8]. Qifei Zhang, Zhifeng Wu and Paolo Tarolli. (2021). Investigating the Role of Green Infrastructure on Urban WaterLogging: Evidence from Metropolitan Coastal Cities. Remote Sensing, 13(12).

# Hình thái không gian công cộng khu vực lõi trung tâm TP.HCM

## The morphology of public space in the center core area of Ho Chi Minh City

> **THS.KTS PHÙ VĂN TOÀN\***

Cục Quản lý Hoạt động xây dựng, Bộ Xây dựng; \*Email: [phuvantoan.bxd@gmail.com](mailto:phuvantoan.bxd@gmail.com)

### TÓM TẮT

Trên thế giới, mỗi TP đều có một trung tâm đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành cấu trúc đô thị và xác định phong cách kiến trúc. Quy mô đô thị càng lớn càng có nhiều trung tâm mang nhiều chức năng khác nhau. Các trung tâm này phát triển có những đặc điểm riêng thể hiện sự đa dạng văn hóa và hình thái không gian, bao gồm các trung tâm khu vực cũng như trung tâm toàn đô thị. Trong đó, trung tâm nội đô lịch sử được coi là trung tâm cốt lõi cần được gìn giữ và khai thác các lớp giá trị tiềm ẩn của thời gian. Vì lõi trung tâm đô thị luôn chứa đựng nhiều câu chuyện lịch sử và giá trị tinh thần của những người khai sinh, góp phần vào sự hình thành và phát triển của một vùng đất. Và cũng chính tại đây, các không gian công cộng được sinh ra từ trong cuộc sống đáp ứng nhu cầu thiết yếu của cộng đồng dân cư. Không những thế, không gian công cộng còn là một trong những nơi được ghi nhớ nhiều nhất vì sự kết nối các hoạt động trải nghiệm cộng đồng bên cạnh cuộc sống thường nhật của người dân. Phân tích hình thái không gian công cộng giúp chúng ta hiểu được đặc tính của các khu chức năng đô thị. Từ đó, có cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp phát triển không gian gắn với khai thác giá trị nơi chốn tạo lập bản sắc đô thị.

**Từ khóa:** Hình thái; không gian công cộng; trung tâm, TP.HCM.

### ABSTRACT

All around the world, every city has a center that plays an important role in shaping the urban structure and defining the architectural style. The larger the urban scale, the more centers with various functions are developed. These centers have unique characteristics that reflect the cultural diversity and urban morphology, including both regional and city-wide centers. Among them, the historic inner city center is considered the core center that needs to be preserved and exploited for its potential value over time. Because the center always holds many historical stories and spiritual values of the founding people, contributing to the formation and development of a region. And it is also where public spaces are created to meet the essential needs of the urban community. In the city, public spaces are one of the most memorable places for connecting community activities alongside people's daily lives. Analyzing the morphology of public spaces helps us understand the spatial characteristics and the arrangement of urban functional areas. From there, there is a scientific basis to propose urban development policies that exploit the values of these places and create a unique urban identity.

**Keywords:** The morphology; public space; center; Ho Chi Minh City.

### GIỚI THIỆU CHUNG

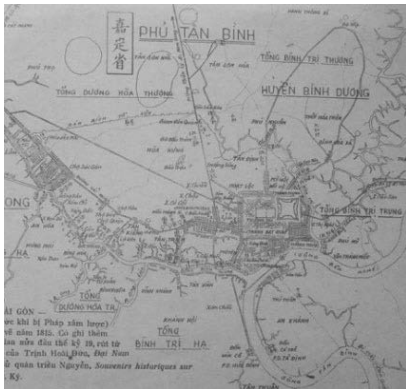
Mỗi đô thị có thể được xem là một cơ thể sống thay đổi từng ngày dưới tác động của các chính sách quản lý tùy nhu cầu của người dân và những thuộc tính địa lý tự nhiên của đô thị đó. Mỗi quan hệ hữu cơ này là động lực để đô thị trở thành một cá thể sống biến chuyển theo không gian, thời gian và mang những hình dáng, bộ mặt khác nhau. Hình thái học đô thị là chuyên ngành nghiên cứu về hình dạng và cấu trúc của đô thị thông qua việc sử dụng các phương pháp khảo sát, phân tích và giải thích các đặc trưng và biến đổi hình dáng của nó. Vào năm 1932, thuật ngữ hình thái học đô thị được Conzen lần đầu tiên nêu ra trong một bài tiểu luận đô thị về 12 thị trấn phía Đông và Bắc Berlin để mô tả, so sánh, phê bình và thiết kế. Thuật ngữ hình thái học đô thị (Urban Morphology) và hình thức đô thị (Urban Form) khá liên quan tới nhau, thậm chí có thể dùng thay thế nhau trong nhiều trường hợp. Để phân biệt thì Urban Form là hình dáng thực thể đô thị, còn Urban Morphology là chuyên

ngành nghiên cứu sự biến đổi và phát triển về hình dạng, hình thức hay hình thái đô thị (Urban Form) và cấu trúc bên trong thực thể đó [1]. Theo GS.TS Doãn Minh Khôi, hình thái học đô thị là một chuyên ngành nghiên cứu về dạng vật lý của không gian đô thị, sự tiến hóa trong mối quan hệ với những thay đổi của xã hội, kinh tế và dân số. Rộng hơn, hình thái đô thị là sự định dạng về hình thể và cấu trúc đô thị cùng với các mối liên kết về không gian và tổ chức công năng giữa kiến trúc - quy hoạch - cảnh quan đô thị. Nội dung trọng tâm trong nghiên cứu hình thái đô thị là sự phân tích về hình dạng trên bình đồ và hình khối so sánh trong quá trình hình thành và phát triển của đô thị [9]. Theo TS.KTS Hoàng Ngọc Lan: "Hình thái không gian đô thị là biểu hiện trạng thái không gian của đô thị tại từng thời điểm nhất định trong quá khứ - hiện tại - tương lai. Hình thức bên ngoài và các hoạt động sống bên trong. Sự tương tác này tạo ra giá trị và ý nghĩa của không gian. Hiểu được ý nghĩa và giá trị cùng các yếu tố vật thể và hoạt động sống sẽ hiểu được bản chất không

gian đô thị" [13]. Như vậy, hình thái không gian công cộng là sự tương tác giữa các khu vực công cộng trong quá khứ và hiện tại. Để phân tích mối quan hệ này, các nhà địa lý và đô thị học sử dụng các bản đồ và bản vẽ để phân tích mối liên hệ về hình dạng và cấu trúc không gian vật thể, phi vật thể của đô thị dưới các tác động làm thay đổi hình dáng của nó qua thời gian. Hình thái không gian công cộng không chỉ là một phần không gian sống của con người, mà còn thể hiện cách mà con người sắp xếp và tổ chức không gian thông qua các hoạt động và quy hoạch. Nghiên cứu hình thái không gian công cộng giúp chúng ta hiểu được các tiến trình lịch sử và quyết sách liên quan đến sự phát triển của một đô thị, hiểu được sự tương tác giữa người dân và không gian sinh hoạt của họ. Điều đó rất cần thiết để đưa ra những giải pháp phát triển đô thị hiệu quả và bền vững trong tương lai.

## 1. KHU VỰC LỐI TRUNG TÂM

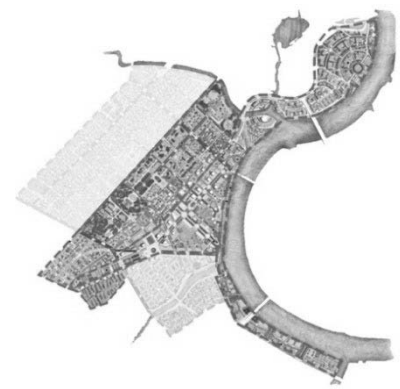
Vào thời kỳ cổ đại, địa điểm nay là TP.HCM thuộc quốc gia cổ Phù Nam, dân cư thưa thớt, là khu vực tranh chấp ảnh hưởng giữa Chân Lạp và Chiêm Thành. Thời kỳ này chỉ ghi nhận 2 ngôi làng nhỏ của người Chân Lạp, một tên Prei Nokor (Sài Gòn), một mang tên Kas Krobei



Quy hoạch Nguyễn Cửu Đàm năm 1772 trên nền bản đồ Trần Văn Học năm 1815 (Nguồn: Internet)



Quy hoạch Coffyn bản đồ năm 1862 (Nguồn: Internet)



Quy hoạch 930ha năm 1992 (Nguồn: Sở QHKT TP.HCM)

Có thể thấy, nếu Phần khu 4 (PK4) và Phần khu 5 (PK5) chỉ đơn thuần mang chức năng đã được vạch ra bởi đồ án quy hoạch, không có nhiều tính đặc trưng thì Phần khu 1 (PK1) mang yếu tố là nơi neo giữ tất cả các dòng chảy về kinh tế, chính trị, văn hóa, xã hội,... do tập trung nhiều chức năng và hệ thống chức năng của đô thị; PK2 mang yếu tố kế thừa các giá trị của lịch sử, văn hóa. Giữa PK 1 và PK 2 lại có sự giao thoa của nhiều không gian văn hóa lịch sử và các công trình kiến trúc có giá trị. Phần khu 3 có yếu tố cảnh quan sông nước - là yếu tố rất đặc trưng của vùng Nam Bộ. Mặc khác, xét về mặt lịch sử hơn 300 năm, chiếu theo tiến trình phát triển khu vực Sài Gòn xưa qua các bản đồ (lấy bản đồ quy hoạch năm 1862 làm gốc) thì địa giới Phần khu 1, 2, 3 của quy hoạch 930ha hiện hữu cũng là địa giới định hình cấu trúc đô thị qua các thời kỳ phát triển. Do vậy, Phần khu 1, 2 và 3 được chọn để phân tích vì ứng với 03 phân khu này tồn tại nhiều hơn cả các giá trị về nơi chốn, mang tính đại diện có thể phản ánh được hình thái không gian của một thời kỳ [11].

## 2. HÌNH THÁI KHÔNG GIAN CÔNG CỘNG KHU VỰC LỐI TRUNG TÂM

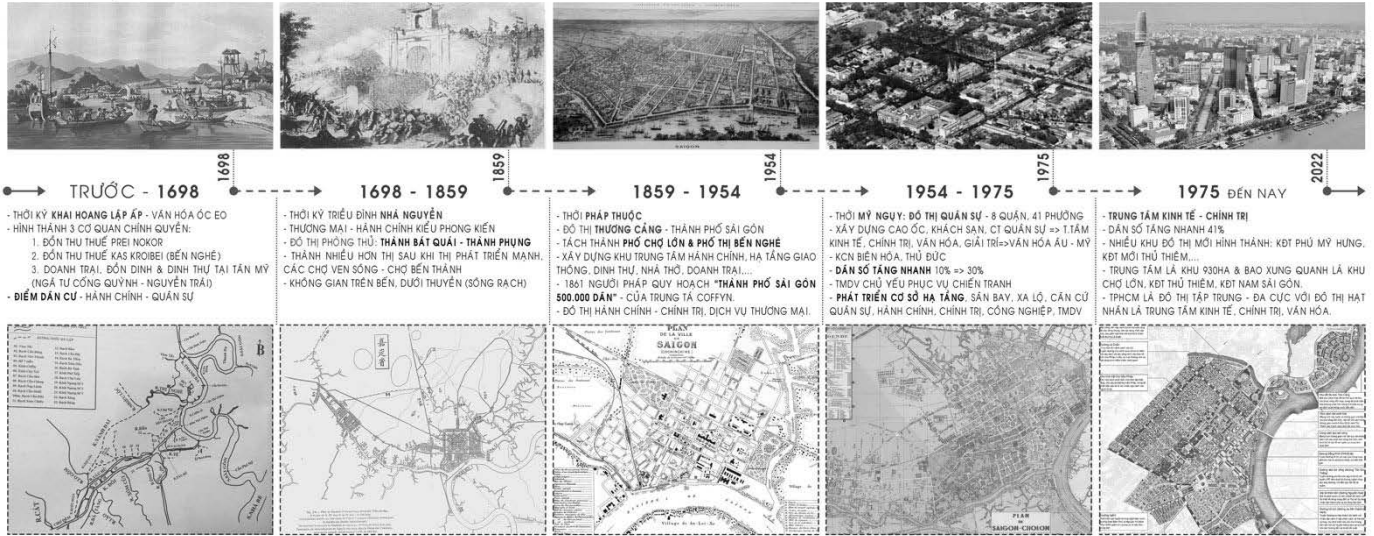
*Sự biến đổi không gian công cộng khu vực lõi trung tâm qua các giai đoạn:*

Trong quá trình phát triển của Sài Gòn, khu vực trung tâm TP trải qua nhiều giai đoạn và sự thay đổi về không gian công cộng. Tuy nhiên, với những cột mốc lịch sử quan trọng, ta có thể chia thành năm giai đoạn phát triển như sau: Giai đoạn trước năm 1698, khu

(Bến Nghé). Năm 1623, Chúa Nguyễn sai một phái bộ tới yêu cầu vua Chettha II cho lập đồn thu thuế tại hai ngôi làng này. Cùng khi đó, người Việt bắt đầu tập trung sinh sống xung quanh khu vực đồn. Chẳng bao lâu, hai đồn thu thuế trở thành trung tâm của khu thị tứ trên bến dưới thuyền, công nghiệp và thương nghiệp sầm uất. Sau khi người Pháp chiếm được Sài Gòn vào năm 1859, họ đã tiến hành quy hoạch Sài Gòn thành một đô thị lớn, đa chức năng mang phong cách châu Âu, bao gồm các khu vực hành chính, quân sự, kinh tế, ... Địa giới TP Sài Gòn lúc đó bao gồm sông Sài Gòn ở phía Đông, rạch Thị Nghè ở phía Bắc, rạch Bến Nghé ở phía Nam và từ chùa Cây Mai đến đồn Kỳ Hòa ở phía Tây, với diện tích 25km<sup>2</sup>. Năm 1861, quy hoạch Coffyn được thiết lập cho dân số 500.000 người, ranh giới quy hoạch này trùng với địa giới mà tướng Nguyễn Cửu Đàm đã xác lập 89 năm trước đó, năm 1772 [4]. Sau khi thống nhất đất nước 30/4/1975, TP.HCM thống qua quy hoạch khu trung tâm hiện hữu 930ha năm 2012 gồm 05 phần khu chức năng: Khu lõi trung tâm thương mại - tài chính (Phần khu 1); Khu trung tâm văn hóa - lịch sử (Phần khu 2); Khu bờ Tây sông Sài Gòn (Phần khu 3); Khu thấp tầng (Phần khu 4) và Khu lân cận lõi trung tâm (Phần khu 5).

vực lõi trung tâm chỉ có 2 không gian công cộng chính là đồn thu thuế Kas Krobei (Bến Nghé) và doanh trại, đồn dinh Tân Mỹ. Tuy nhiên, khi thành Quy và thành Phụng được xây dựng trong thời kỳ triều đình Nhà Nguyễn (1698-1859), không gian công cộng đã bắt đầu hình thành, chủ yếu là các con đường, không gian dạng tuyến và các không gian mở xung quanh thành, ven các kênh rạch. Trong thời kỳ Pháp thuộc (1859-1954), thành lũy bị phá bỏ và người Pháp bắt đầu xây dựng các công sở, dinh thự, tòa thị chính và các công viên,... mang tính chất là đô thị thương cảng. Từ đó, các không gian xung quanh các công trình này tập trung các hoạt động cộng đồng dần trở thành các không gian bán công cộng. Với sự xuất hiện của phương tiện cơ giới, các tuyến phố được hình thành, các vỉa hè và các khu công viên đô thị mới cũng xuất hiện. Trong thời kỳ Mỹ Ngụy (1954-1975), không gian công cộng tập trung vào các cơ sở hạ tầng phục vụ chiến tranh và các khu vui chơi giải trí phục vụ quan chức chính quyền và binh lính. Sau năm 1975, Sài Gòn trở thành trung tâm kinh tế - chính trị của cả nước, hình thành các không gian công cộng mới là các trung tâm thương mại lớn, phố đi bộ - quảng trường, phố đêm và các khu bảo tàng, di tích lịch sử - văn hóa [3][8]. Nhìn chung, khu vực trung tâm Sài Gòn được định hình quy hoạch chức năng từ những buổi đầu đô thị hoá giữa thế kỷ 19 và tiếp tục được bổ sung thêm nhiều chức năng mới đa dạng trong quá trình phát triển về sau. Đây là nơi tập trung mật độ cao các công trình công cộng, tạo nên trung tâm kinh tế, chính trị, văn hóa và giáo dục của cả nước.

TIMELINE - LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN KHU VỰC



Timeline lịch sử phát triển khu vực lõi trung tâm TP.HCM (Nguồn: Tác giả)

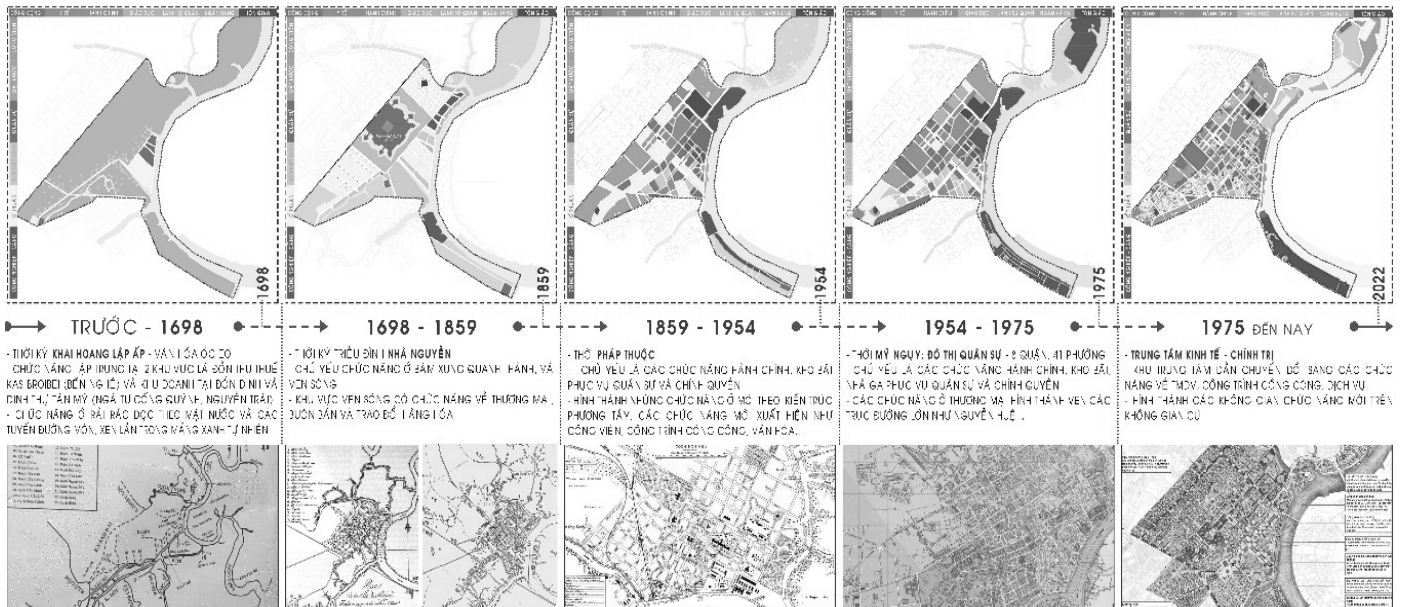
Hình thái vật thể không gian công cộng khu vực lõi trung tâm:

Sự khác biệt của Sài Gòn - TP.HCM với các đô thị lớn khác là mối quan hệ giữa yếu tố sông nước với không gian đô thị. TP gần như được sinh ra giữa những dòng sông, được ôm trọn bởi các con nước như sông Sài Gòn, rạch Bến Nghé, rạch Thị Nghè,... Theo TS Phạm Phú Cường: Các dòng sông, con rạch tại TP.HCM hòa mình vào đô thị, tham gia vào quá trình định hình và phát triển của TP. Mọi biến đổi không gian kiến trúc của khu trung tâm đều in bóng sông nước trở thành một đặc trưng quan trọng tạo nên bản sắc văn hóa Sài Gòn - Nam Bộ. Các đặc điểm địa hình tự nhiên đã làm nên cấu trúc đô thị. Lấy sông Sài Gòn làm chuẩn, mạng lưới giao thông chia thành những ô vuông bàn cờ theo hướng cạnh thành Quy và thành Phụng xưa để hình thành trục trung tâm chính trị (nay là đường Lê Duẩn) - lịch sử, thương mại (đường Đồng Khởi) - hành chính, dịch vụ (đường Nguyễn Huệ) - thương mại, dịch vụ (đường Lê Lợi). Ngay từ đầu, người Pháp đã quy hoạch Sài Gòn theo một nguyên tắc: các trục đường chính đô thị đều có công trình điểm nhấn ở điểm khởi đầu và điểm kết thúc. Ví dụ: đường Lê Duẩn với Thảo Cầm viên Sài Gòn và Dinh Độc lập, đường Đồng Khởi với Nhà thờ Đức Bà và bến Bạch Đằng, đường Nguyễn Huệ với UBND TP và bờ Tây sông Sài Gòn, đường Lê Lợi với Chợ Bến Thành - Công viên 23/9 và Nhà hát lớn TP,... Tất cả những điểm nhấn này tạo nên sự liên kết thẩm mỹ giữa các khu vực trong TP. Các tuyến đường chính phụ được phân cấp rõ ràng, hầu hết đều có không gian vỉa hè và cây xanh tạo bóng mát khuyến khích người dân đi bộ, kết nối thuận tiện đến các không gian là công trình cộng đồng. Trong đó, một số tuyến đường rất có giá trị về mặt cảnh quan như Nguyễn Huệ, Lê Lợi - đóng vai trò như quảng trường trung tâm của TP; được quy hoạch kết nối đến hệ thống metro ngầm đô thị trở thành những khu vực đầu mối giao thông quan trọng. Từ đó có thể thấy, người Pháp đã không loại bỏ hoàn toàn các cấu trúc mạng lưới đường hiện hữu (như 4 trục đường thiên lý ban đầu: Nguyễn Trãi, Nguyễn Thị Minh Khai, Cách mạng Tháng Tám, Nguyễn Tất Thành) mà có sự uốn nắn khéo léo và phát triển dựa trên nền tảng các cạnh của Thành Quy và Thành Phụng. Mạng lưới giao thông khu vực lõi trung tâm gần như không đổi so với các giai đoạn liên kế trước đó. Chỉ được bổ sung thêm một số ít tuyến đường nội khu, mở rộng và chỉnh trang một số tuyến huyết mạch. Chú trọng phát triển TOD (Transit Oriented Development - Hệ thống giao thông cộng đồng) và giao thông ngầm đô thị. Hình thành phố

đi bộ Nguyễn Huệ và khu phố đêm chợ Bến Thành. Vì vậy, bản sắc đô thị của Sài Gòn xưa dưới thời vua Minh Mạng vẫn còn được lưu giữ, chuyển hóa, phát triển và mở rộng hơn để hình thành nên khu trung tâm văn hóa, lịch sử, chính trị sau này của TP.HCM.

Lịch sử đã để lại cho Sài Gòn không ít các công trình kiến trúc nổi tiếng như Nhà thờ Đức Bà, Bưu điện TP, UBND TP, Nhà hát lớn TP, chợ Bến Thành,... là một phần không thể thiếu trong ký ức người dân. Bên cạnh đó còn có các quảng trường (công trường) là không gian công cộng quan trọng cho hoạt động giao thông và sinh hoạt cộng đồng. Những địa danh được nhắc đến nhiều như Công trường Quách Thị Trang, công trường Mê Linh, công trường Công xã Paris, công trường Lam Sơn,... vốn dĩ đã trở thành những cái tên rất thân thuộc với người Sài Gòn, nơi hội tụ dòng chảy sống động của sự kết nối lịch sử. Ngoài ra, hệ thống cây xanh mặt nước khu vực lõi trung tâm phong phú, đa dạng điểm, tuyến, mảng và có sự tương tác lẫn nhau là nhịp sống và niềm tự hào của con người nơi đây - bình yên, nhẹ nhàng trong lòng thành phố. Trong đó chiếm tỷ lệ diện tích lớn nhất là dạng mảng, gồm các công viên tập trung như Thảo Cầm Viên Sài Gòn, công viên Tao Đàn, công viên 30/4, công viên 23/9,... với những vị trí đặc địa và có sự kết nối liên tục bởi hệ thống cây xanh vỉa hè, được ví như lá phổi xanh quý giá của thành phố. Hệ thống công viên khu vực trung tâm đóng vai trò quan trọng trong cấu trúc và tiến trình phát triển đô thị. Tuy nhiên tính kết nối chỉ chủ yếu về mặt vật thể, chưa kết nối được về mặt hoạt động bởi yếu tố hạn chế đi xuyên như tường rào, kios lấn chiếm,... Tuyến cây xanh mặt nước dọc theo bờ Tây sông Sài Gòn có giá trị rất lớn, hiện đang phát triển theo từng phân đoạn với các tính chất khác nhau tuy chưa khai thác được hết các tiềm năng. Có thể thấy, đây là khu vực có hệ thống cây xanh - mặt nước tương đối lớn và hiếm hoi của khu vực nội thành TP.HCM, có giá trị cao về mặt cảnh quan, tạo thành vùng không khí mát mẻ, trong lành đậm chất Nam Bộ. Hiện trạng cây xanh khu vực lõi trung tâm khá dày so với mật độ chung của toàn thành phố. Tuy nhiên, diện tích giảm dần qua thời gian, từ lúc chiếm hoàn toàn chủ đạo khu đất khoảng những năm 1698 nay chỉ còn khoảng 20%. Nguyên nhân từ việc sử dụng, kinh doanh, khai thác mặt bằng công viên mất kiểm soát, thiếu định hướng, bị lấn chiếm. Riêng cây xanh đường phố trên nhiều tuyến đường bị đốn hạ làm mất đi mảng xanh vốn có trước đây, đặc biệt là nhiều hàng cây cổ thụ có giá trị cảnh quan, môi trường và lịch sử.

## HÌNH THÁI ĐÔ THỊ QUA CÁC GIAI ĐOẠN - CHỨC NĂNG SỬ DỤNG ĐẤT



Hình thái chức năng sử dụng đất qua timeline (Nguồn: Tác giả)

Cấu trúc khu vực lõi trung tâm, hình thái các ô phố, các block giai đoạn đầu tập trung tại 2 khu vực là Đồn thu thuế Kas Kroibei (Bến Nghé) và Doanh trại (đồn dinh) Tân Mỹ (Ngã tư Cống Quỳnh - Nguyễn Trãi ngày nay). Đến giai đoạn 2, các block lớn tập trung tại vị trí Thành Quy và Thành Phụng. Giai đoạn 3 các block được chia nhỏ và nối kết với khu vực Chợ Lớn sau khi Thành Phụng bị phá bỏ. Giai đoạn 4 và 5 đã ổn định, các ô phố có dạng hình học tiêu chuẩn, điển hình là hình vuông hoặc chữ nhật theo hướng Đông Bắc, Tây Nam và Đông Nam, Tây Bắc (kích thước trung bình dài 150m hoặc 300m). Mật độ tập trung nhiều ở Phần khu 1 - Khu vực lõi trung tâm thương mại, tài chính - CBD, phần khu 2 và 3 chủ yếu là các ô phố lớn. Các ô phố lớn mang chức năng công cộng tập trung của đô thị, chủ yếu là công viên, công trình hành chính, văn hóa lịch sử nên hình thái ít bị biến đổi. Các ô phố nhỏ mang chức năng bán công cộng hoặc tư nhân như thương mại, khu ở trong đô thị nên có sự biến đổi nhanh bởi các yếu tố kinh tế và xã hội tác động. Về mặt số lượng, các lô đất nhỏ chiếm 2/3 toàn khu vực, nhưng về diện tích thì các ô phố lớn chiếm tỷ lệ lớn hơn, khoảng 2/3 diện tích toàn khu. Hình thái các ô phố của khu vực lõi trung tâm mang dấu ấn của từng giai đoạn lịch sử, đặc biệt là các ô phố - diện tích lớn thể hiện sự phát triển tương đối ổn định trong cấu trúc không gian đô thị [4]. Nhìn chung, khu vực lõi trung tâm thành phố đa dạng các không gian công cộng có cảnh quan đẹp và kiến trúc cổ xưa gắn liền với văn hóa lịch sử tạo nên giá trị hồn cốt đô thị.

### 3. HÌNH THÁI PHI VẬT THỂ KHÔNG GIAN CÔNG CỘNG KHU VỰC LỐI TRUNG TÂM

Không gian công cộng khu vực lõi trung tâm là nơi hội tụ cuộc sống đời thường của phố thị như hàng quán, cà phê vỉa hè, gánh hàng rong, họp chợ, tản bộ, giao tiếp chuyện trò, nghệ sĩ đường phố,... cùng những sự kiện sinh hoạt văn hóa đa dạng như đường sách, chợ hoa ngày Tết, không gian lễ hội, biểu diễn âm nhạc, triển lãm nghệ thuật,... là một đặc trưng đầy tính sống động. Chính khía cạnh nhân văn của khung cảnh đó đã tạo nên hồn của phố, trở thành một phần tài nguyên văn hóa tinh thần phi vật thể khu trung

tâm. Các hoạt động luôn nhộn nhịp từ sáng tinh mơ đến tối muộn và từ lâu nơi đây được mệnh danh là thành phố "không đêm". Chính khung cảnh đường phố phản chiếu tính chất hấp dẫn thú vị của không gian đô thị. Các trục đường giao thông trong khu vực ngoài chức năng lưu thông, một số trục còn mang tính chất là các phố ẩm thực, thương mại, phố đi bộ, đường sách, đường hoa,... vừa khai thác được không gian lòng đường, vỉa hè và cả các công trình dọc theo tuyến đường trong các thời điểm khác nhau. Ví như phố đi bộ Nguyễn Huệ, vừa đáp ứng khả năng lưu thông cho các phương tiện vừa tạo được không gian sinh hoạt hiếm hoi cho cộng đồng bởi các hoạt động lễ hội truyền thống, văn hoá nghệ thuật, sự kiện,...; phố thương mại Đồng Khởi vừa là trục đường mang tính lịch sử vừa mang lại giá trị kinh tế và thu hút các hoạt động du lịch, thương mại; đường sách Nguyễn Văn Bình mang giá trị giáo dục trở thành một không gian văn hoá đọc hiếm hoi của thành phố; các đường giao thông kết hợp vỉa hè tạo thành một nét văn hóa đặc sắc của khu trung tâm. Vào ban ngày, đường phố là không gian có các hoạt động sôi nổi, nhộn nhịp. Các hoạt động khác ít sôi động, tĩnh hơn tập trung ở các khu vực công viên đô thị, công viên chuyên đề,... đây cũng là nơi diễn ra các lễ hội lớn thu hút sự quan tâm của đông đảo người dân, tiêu biểu là lễ hội hoa Anh Đào công viên 23/9, hội hoa xuân Tao Đàn,... Ngoài ra, còn có các hoạt động tín ngưỡng ở những không gian văn hoá như công trường Mê Linh (nơi đặt tượng đức Thánh Trần), công trường Công xã Paris (Nhà thờ Đức Bà),... các hoạt động này không mang tính thường xuyên, lặp lại nhưng có tần suất khác biệt, đông và sôi nổi hơn vào cuối tuần.

Vào ban đêm, các hoạt động khu vực trung tâm diễn ra sôi nổi hơn ban ngày, tập trung tại các tuyến phố đi bộ, phố thương mại, một số ít ở các công viên và đặc biệt là không gian ven bờ Tây sông Sài Gòn - khu công viên Bến Bạch Đằng. Đây là không gian lý tưởng để trải nghiệm các hoạt động cộng đồng đa dạng với cảnh quan đẹp, không khí mát mẻ. Trong đó, việc hồi sinh ký ức của người Sài Gòn, tái tạo khung cảnh sinh hoạt "trên bến dưới thuyền" là một hoạt động văn hóa có ý nghĩa nhằm phát huy giá trị phi vật thể của đô thị TP.HCM. Ngoài các trục đường chính chứa đựng các hoạt

động sôi nổi, nhiều người còn mê hẻm phố Sài Gòn bởi sự nhộn nhịp, sầm uất, đầy năng động nhưng cũng mang một khí chất rất xưa, rất hoài niệm như hẻm 8A Thái Văn Lung, hẻm 74 Hai Bà Trưng,... Có người lại thích Sài Gòn bởi nét hào sảng, bình dị, gần gũi và giản đơn ở những không gian vỉa hè với quán cà phê cóc. Sài Gòn năng động bởi chứa đựng trong nó nhiều các hoạt động cộng đồng. Cụ thể: hoạt động thương mại dịch vụ tại các trục đường Đồng Khởi,

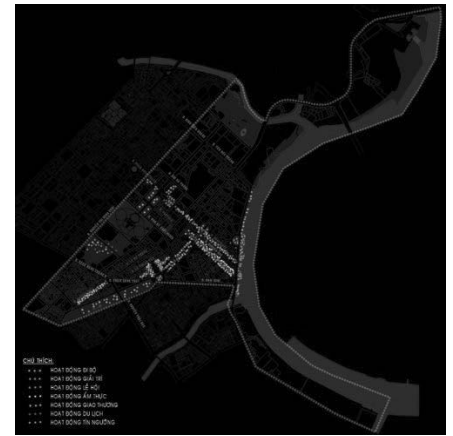
Lê Lợi, Lê Duẩn, Nguyễn Trãi tấp nập, mang lại các giá trị kinh tế lớn. Hoạt động du lịch và ẩm thực tại khu vực không gian chợ Bến Thành và phố đi bộ Nguyễn Huệ. Vui chơi giải trí, thể dục thể thao tại các công viên, đặc biệt là không gian Bến Bạch Đằng vừa được cải tạo thu hút dân cư vào buổi chiều tối với các hoạt động tham quan sông nước, ẩm thực trên du thuyền phục vụ du khách trải nghiệm.



Hình thái không gian công cộng (Nguồn: Tác giả)



Hình thái hoạt động ngày (Nguồn: Tác giả)



Hình thái hoạt động đêm (Nguồn: Tác giả)

Nhìn chung, những ai từng được tận hưởng, sinh sống và hít thở không khí Sài Gòn - TP.HCM sẽ luôn nhớ về nó dù chỉ một lần trải nghiệm. Sài Gòn có nhiều điều cuốn hút, làm lay động lòng người từ không gian mang nhiều nét đặc trưng lịch sử đến văn hóa sinh hoạt. Đặc trưng đó được hiển hiện ở các không gian công cộng lịch sử từ con đường đến quảng trường, đến các hoạt động trong đô thị như văn hóa tín ngưỡng, lễ hội, giải trí, đi bộ, du lịch, giao thương, giáo dục,... và cả ẩm thực. Có thể nói, Sài Gòn không chỉ nổi tiếng với những khu mua sắm hoa lệ mà còn có một nền ẩm thực lâu đời vô cùng đa dạng tại khu vực trung tâm. Ẩm thực Sài Gòn là sự hội tụ của đa văn hóa Đông - Tây, giữa cổ xưa và hiện đại,... pha trộn nhiều nét đặc sắc của các vùng miền trên thế giới. Tuy nhiên, hương vị vẫn giữ được tước hồn quốc túy đậm chất Sài Gòn không nơi nào có được. Chính nhờ vậy mà ẩm thực nơi đây ngày càng thu hút du khách trong và ngoài nước ghé thăm, thưởng thức dù là quán vỉa hè hay gánh hàng rong phố chợ tạo nên đặc trưng đường phố Sài Gòn.

#### 4. KẾT LUẬN

Phân tích hình thái không gian công cộng khu vực lõi trung tâm TP.HCM lý giải được hình dạng biến đổi đặc trưng, đặc thù theo không gian và thời gian qua lát cắt tại một thời điểm bất kỳ của giai đoạn phát triển. Kết quả có thể dễ dàng nhìn thấy sự biến đổi cảnh quan và kiến trúc tại khu vực lõi trung tâm đang theo hướng không thân thiện với môi trường và con người. Điều này không chỉ mang tính chất thời cuộc của một siêu đô thị mà còn phản ánh sự thiếu quan tâm đến nhu cầu thiết yếu của cộng đồng cư dân. Các công viên có sự giảm sút đáng kể về số lượng cây xanh so với các giai đoạn trước đó, đồng thời còn thiếu đi độ che phủ bóng mát. Ngoài ra, các hoạt động cộng đồng hiện không còn đóng vai trò thể hiện đặc trưng văn hóa địa phương như trước đây. Chính sự lãng quên đó là cơ hội cho sự chiếm dụng, xóa bỏ những giá trị lịch sử vì lợi ích kinh tế thực dụng. Điều này gây mất mát về giá trị văn hoá cộng đồng và lợi ích kinh tế lâu dài cho cả xã hội. Hơn nữa, tình trạng khoảng cách giữa các tầng lớp xã hội đang ngày càng gia tăng và không gian khu trung tâm đã không còn mang tính chất “mở rộng cho tất cả mọi người”. Theo quy luật phát triển của thế giới, với sự

tiến hóa không ngừng, việc tìm kiếm những nét đặc trưng riêng của một TP là vô cùng cần thiết để giữ được tính cá thể, tránh bị nhấn chìm vào sự đồng nhất của sự hội nhập và toàn cầu hóa. Trong tương lai, việc định hình không gian ở khu vực lõi trung tâm TP.HCM nhằm tạo ra một "thương hiệu" riêng, là một trong những vấn đề cần quan tâm và định hướng trong sự phát triển bền vững. Bởi một TP không thể thiếu bản sắc của chính mình, và nếu không đặc trưng, TP sẽ trở nên đơn điệu và nhàm chán. Vì vậy, nhận diện và đánh giá đúng giá trị không gian công cộng qua các lớp hình thái đô thị nhằm có cái nhìn tổng thể và khách quan. Từ đó có các quyết sách về quy hoạch và chỉnh trang đô thị đúng đắn hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Claude Lévi Strauss - Dịch giả Ngô Bình Lâm: *Nhiệt đới buồn*. Hà Nội: NXB Tri Thức. 2021.
- [2] Nguyễn Đình Đầu. *Gia Định phong cảnh vịnh*. TP.HCM: NXB Trẻ. 2012.
- [3] Nguyễn Đình Đầu. *Tạp ghi Việt Sử Địa*. TP.HCM: NXB Trẻ. 2016.
- [4] Trịnh Hoài Đức – Dịch giả: Tu Trai Nguyễn Tạo. *Gia Định thành thông chí tập 1,2,3,4,5,6*. Phủ Quốc Vụ Khanh đặc trách Văn hoá: Nha Văn hoá. 1972.
- [5] Trần Văn Giàu, Trần Bạch Đằng. *Địa chí Văn hoá TP.HCM*. TP.HCM: NXB TP.HCM. 1998.
- [6] Nguyễn Đức Hiệp. *Lịch sử Sài Gòn - Chợ Lớn*. TP.HCM: NXB Văn hóa - Nghệ thuật.
- [7] Nhiều tác giả. *Sài Gòn xưa và nay*. Hà Nội: NXB Hồng Đức. 2013.
- [8] Trần Trọng Kim. *Việt Nam sử lược*. Hà Nội: NXB Văn Học. 2015.
- [9] Đoàn Minh Khôi. *Hình thái học đô thị*. Hà Nội: NXB Xây dựng. 2017.
- [10] Annette M.Kim - Dịch giả Mai Nguyễn. *Đời sống vỉa hè Sài Gòn*. Hà Nội: NXB Dân trí. 2022.
- [11] Nikken Sekkei - Viện Quy hoạch xây dựng TP.HCM. *Quy hoạch chi tiết xây dựng đô thị tỉ lệ 1/2000 khu trung tâm hiện hữu Tp.HCM (930ha)*. 2012.
- [12] Trần Quang. <https://dothiblog.com/2013/08/27/hinh-thai-hoc-do-thi-vai-dong-khai-niem-va-lich-su-ban-dau/>, ngày 27/8/2013.
- [13] Hoàng Ngọc Lan. *Hình thái không gian các đô thị phía Đông Nam thuộc lõi trung tâm vùng TP.HCM*. Luận án tiến sĩ Quy hoạch, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM. 2017.

# Nghiên cứu áp dụng EN 14015:2004 trong tính toán bể thép hình trụ đứng phù hợp với Việt Nam

Study on application of EN 14015:2004 in design vertical cylindrical steel tanks suitable for Vietnam

> PGS. TS NGUYỄN HỒNG SƠN

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: nguyenhongsondhtk@gmail.com

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số tiêu chuẩn về vật liệu thép và vật tư hàn được quy định trong EN 14015:2004 và một số tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) về vật liệu thép và vật tư hàn tương đương có thể sử dụng đối với bể chứa hình trụ đứng đáy phẳng dùng để chứa chất lỏng ở nhiệt độ môi trường hoặc cao hơn. Đồng thời, trình bày phương pháp tính và ví dụ số minh họa việc tính toán thành bể, tác động của động đất, neo bể và ổn định lật theo EN 14015:2004, nhằm bổ sung cho các quy định khi tính toán bể chứa theo EN 1993-4-2 và EN 1998-1-1 và phù hợp với một số tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

**Từ khóa:** Bể thép hàn; EN 14015:2004.

## ABSTRACT

This article presents a some of standards on steel materials and welding consumables specified in EN 14015:2004 and a some of Vietnamese standards (TCVN) on steel materials and welding consumables that can be used for flat-bottomed cylindrical tanks for storing liquids at ambient temperature or above. At the same time, the calculation method and numerical example for the calculation of the tank wall, earthquake effects, tank anchorage and over stability are presented in accordance with EN 14015:2004, in order to supplement the regulations when calculating the tank according to EN 1993-4-2 and EN 1998-1-1 and in accordance with some current Vietnamese standards.

**Keywords:** Welded steel tanks, EN 14015:2004.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bể chứa bằng kim loại (sử dụng vật liệu thép hoặc thép không gỉ) được sử dụng khá phổ biến trong các công trình dân dụng và công nghiệp, chúng dùng để chứa chất lỏng, chất khí v.v..., áp lực dư bên trong có thể là cao hoặc thấp, vị trí trong

không gian có thể đặt ngầm, nửa nổi nửa chìm hoặc trên mặt đất, hình dáng có thể hình trụ đứng hoặc ngang, hình cầu, giọt nước v.v... Nhưng với bể chứa chất lỏng (nước, xăng, dầu và các hóa chất ở dạng lỏng khác), có áp lực thấp, hình dạng trụ đứng đặt trên mặt đất sử dụng ở điều kiện nhiệt độ môi trường và cao hơn là khá phổ biến.

Ngày 09/02/2018, Chính phủ đã ký ban hành Quyết định số 198/QĐ-TTg về việc Phê duyệt Đề án Hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật xây dựng; Bộ Xây dựng đã ban hành Quyết định số 390/QĐ-BXD ngày 12/5/2022 về việc Phê duyệt định hướng và kế hoạch biên soạn, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn quốc gia ngành Xây dựng đến năm 2030 (thuộc thẩm quyền, phạm vi quản lý nhà nước của Bộ Xây dựng), trong đó có Phụ lục 3 về Kế hoạch biên soạn TCVN có Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép - Phần 4-2: Bể chứa (tiêu chuẩn này dựa vào EN 1993-4-2), và Thiết kế các loại kết cấu chuyên dụng - Bể thép hàn hình trụ đứng đáy phẳng đặt trên mặt đất, chế tạo tại công trường dùng để chứa chất lỏng ở nhiệt độ môi trường và cao hơn (tiêu chuẩn này dựa vào BS EN 14012:2004).

Hiện nay các EN 1990 đến EN 1999 có 59 Phần (đã hoàn thành cơ sở dữ liệu phục vụ biên soạn TCVN \*\*\*3-4:202x và bản dự thảo, đang soát xét lần cuối để ban hành), trong đó có EN 1993-4-2. Theo đó, Điều 1.2 về Tiêu chuẩn viện dẫn có EN 14015 và EN 14620, Điều 1.3 có quy định về chế tạo và lắp dựng tuân thủ EN 14015 và EN 14620. Thiết kế đáy bể xem EN 14015 và EN 14620 (Điều 14.4). Tuy nhiên, EN 14620 đã được chuyển dịch thành TCVN 8615:2010 (có 03 phần), Phần 1 - Quy định chung về thiết kế chế tạo bể chứa khí hóa lỏng bằng thép; Phần 2 - Các bộ phận kim loại bể chứa khí hóa lỏng bằng thép; Phần 3 - Các bộ phận bê tông. Vì thế cần thiết nghiên cứu để biên soạn tiêu chuẩn "Bể thép hàn hình trụ đáy phẳng đặt trên mặt đất, chế tạo tại công trường, dùng để chứa chất lỏng ở nhiệt độ môi trường và cao hơn" gồm 3 phần, Phần 1 - Yêu cầu thiết kế, Phần 2 - Yêu cầu chế tạo và Phần 3 - Yêu cầu thử nghiệm. Theo đó, các vấn đề liên quan đó là: Vật liệu sử dụng cho bể chứa, tải trọng và tác động lên chúng cũng như các vấn đề về tính toán thiết kế và vấn đề liên quan đến chế tạo và thử nghiệm. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả trình bày 02 nội dung chính, đó là (1) về vật liệu sử dụng cho bể chứa theo tiêu chuẩn EN 14015 và sự phù hợp một số mác thép và vật liệu hàn theo TCVN hiện hành có thể sử dụng được làm bể chứa theo EN 14015, và (2) về tính toán thiết kế bể chứa theo EN 14015 (bao gồm: tính toán thành bể, tác động của động đất, lực do neo bể, ổn định lật).

**2. VẬT LIỆU SỬ DỤNG CHO BỂ CHỨA**

**2.1. Vật liệu thép, thép không gỉ và vật tư hàn**

Theo EN 14015:2004 quy định đối với các thép tấm, cấu kiện thép, ống thép cũng như vật liệu thép không gỉ như sau:

- Tất cả các tấm thép các bon và các bon mangan được sử dụng để chế tạo bể phù hợp với tiêu chuẩn EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4;

- Các sản phẩm thép cán nóng để sử dụng ở nhiệt độ cao theo tiêu chuẩn EN 10028-2, EN 10028-3;

- Các cấu kiện thép kết cấu cacbon và cacbon mangan được sử dụng trong chế tạo bể phù hợp với tiêu chuẩn EN 10210-1 và EN 10210-2.

- Thép rèn phải được chế tạo từ các sản phẩm thép bằng phương pháp rèn khuôn hở hoặc cán vòng phù hợp với EN 10250 và EN 10222.

- Ống sử dụng cho thân ống nối phải là ống liền mạch hoặc ống hàn dọc phù hợp với các phần của EN 10216:2013 hoặc EN 10217:2021.

- Tấm thép không gỉ và các bộ phận kết cấu được sử dụng để chế tạo bể phù hợp với tiêu chuẩn này phải đáp ứng với các yêu cầu tối thiểu nêu trong EN 10088-1:2014 và EN 10088-2:2014. Đối với các bể được thiết kế để vận hành ở nhiệt độ cao, các giá trị yêu cầu của giới hạn chảy phải được xác định bằng phép nội suy các giá trị quy định trong EN 10088-2:2014 hoặc EN 10088-3:2014.

- Ống sử dụng cho ống nối phải là ống liền mạch bằng thép không gỉ hoặc ống hàn dọc phù hợp với EN 10216-5:2013 hoặc EN 10217-7:2021. Các ống dùng cho chế tạo hệ thống làm nóng phải phù hợp với EN 10216-5:2013 hoặc EN 10217-7:2021 và nếu cần thiết phải được thiết kế và chế tạo theo EN 13480:2017

- Thép rèn phải được sản xuất từ các sản phẩm thép không gỉ bằng phương pháp rèn khuôn hở hoặc cán vòng phù hợp với EN 10222-4:2017 và EN 10250-4:2022.

- Vật tư hàn kết cấu thép phải phù hợp với EN ISO 2560, hàn kết cấu thép không gỉ phải phù hợp với EN ISO 3581:2012.

**2.2. Vật liệu thép và vật tư hàn tương đương**

Thấy rằng, EN 14015:2004 sử dụng vật liệu thép và vật tư hàn theo tiêu chuẩn châu Âu, trong số đó có nhiều tiêu chuẩn về vật liệu theo tiêu chuẩn châu Âu chưa được chuyển dịch thành tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN). Theo đó, để sử dụng tiêu chuẩn EN 14015 trong tính toán thiết kế tại Việt Nam, cần nghiên cứu chuyển đổi một số vật liệu theo quy định trong EN 14015 sang TCVN tương đương.

**Bảng 1. Thép cán nóng có  $f_y \leq 275$  N/mm**

Theo tiêu chuẩn châu Âu		Theo tiêu chuẩn Việt Nam	
Tiêu chuẩn	Mác thép	Tiêu chuẩn	Mác thép
EN 10025-2	S235JR	TCVN 9986-2	S235B
	S235J0		S235C
	S235J2		S235D
	S235J2		S235D
	S275JR		S275B
	S275J0		S275C
	S275J2		S275D
EN 10025-3 (EN 10113-2)	S275N	TCVN 9986-3	S275N
	S275NL	TCVN 11227-1	S275NL
EN 10025-4 (EN 10113-3)	S275M	TCVN 9986-3	S275M
	S275ML	TCVN 11227-1	S275ML
Ghi chú: EN 10113-2 và EN 10113-3 đã bị hủy bỏ, thay thế bằng EN 10025-3 và EN 10025-4.			

**Bảng 2. Thép cán nóng có  $275$  N/mm<sup>2</sup> <  $f_y \leq 355$  N/mm<sup>2</sup>**

Theo tiêu chuẩn châu Âu		Theo tiêu chuẩn Việt Nam	
Tiêu chuẩn	Mác thép	Tiêu chuẩn	Mác thép
EN 10025-2	S355JR	TCVN 9986-2	S355B
	S355J0		S355C
	S355J2G3		S355D
	S355J2G4		S355J2
	S355K2G3		S355K2
EN 10025-3 (EN 10113-2)	S355N	TCVN 9986-3	S355N
	S355NL	TCVN 11227-1	S355NL
EN 10025-4 (EN 10113-3)	S355M	TCVN 9986-3	S355M
	S355ML	TCVN 11227-1	S355ML

**Bảng 3. Thép cán nóng có  $f_y > 355$  N/mm<sup>2</sup>**

Theo tiêu chuẩn châu Âu		Theo tiêu chuẩn Việt Nam	
Tiêu chuẩn	Mác thép	Tiêu chuẩn	Mác thép
EN 10025-3 (EN 10113-2)	S420N	TCVN 9986-3	S420N
	S420NL	TCVN 11227-1	S420NL
EN 10025-4 (EN 10113-3)	S420M	TCVN 9986-3	S420M
	S420ML	TCVN 11227-1	S420ML

**Bảng 4. Thép cán nóng sử dụng ở nhiệt độ cao**

Theo tiêu chuẩn châu Âu		Theo tiêu chuẩn Việt Nam	
Tiêu chuẩn	Mác thép	Tiêu chuẩn	Mác thép
EN 10028-2	P235GH	TCVN 9985-2	P235GH
	P265GH		P265GH
	P295GH		P295GH
	P355GH		P355GH
EN 10028-3	P275NH	TCVN 9985-3	P275NH
	P275NL2		P275NL2
	P355NH		P355NH
	P355NL2		P355NL2

**Bảng 5. Thép thanh định hình**

Theo tiêu chuẩn châu Âu		Theo tiêu chuẩn Việt Nam	
Tiêu chuẩn	Mác thép	Tiêu chuẩn	Mác thép
EN 10210-1 EN 10210-2	S235JRH	TCVN 11228-1	S235JRH
	S275JOH		S275JOH
	S275J2H		S275J2H
	S275NH		S275NH
	S275NLH		S275NLH
	S355JOH		S355JOH
	S355J2H		S355J2H
	S355NH		S355NH
	S355NLH		S355NLH

Vật tư hàn kết cấu thép phải phù hợp với TCVN 3223:2000.

**Chú thích về ký hiệu vật liệu thép**

- TCVN 9986-2:2013 quy định 08 mác thép kết cấu thông dụng, cho thép hợp kim và thép không hợp kim, các mác S235, S275, S355 và S450 (Phụ lục A) và các mác SG205, SG250, SG295 và SG345 (Phụ lục B). Mỗi mác thép có thể có bốn cấp chất lượng A, B, C và D. Chất lượng A: không thử độ dai va đập; Chất lượng B: thử độ dai va đập ở 20 °C; Chất lượng C: thử độ dai va đập ở 0 °C; Chất lượng D: thử độ dai va đập ở -20 °C. Ký hiệu: S - thép kết cấu, G - để phân biệt mác thép trong Phụ lục B. Số tiếp theo chỉ giới hạn chảy  $f_y$  (MPa) cho chiều dày danh nghĩa  $\leq 16$  mm.

- TCVN 9986-3:2014 quy định 11 mác thép kết cấu hạt mịn, cho thép chất lượng không hợp kim và thép hợp kim đặc biệt, các mác S275, S355, S420 và S460 (Phụ lục A) và các mác SG245, SG290, SG325, SG345, SG365, SG415 và SG460 (Phụ lục B). Mỗi mác thép có thể có bốn cấp chất lượng A, C, D và E. Chất lượng A: không thử độ dai va đập; Chất lượng C: thử độ dai va đập ở 0 °C; Chất lượng D: thử độ dai va đập ở -20 °C; Chất lượng E: thử độ dai va đập ở -50 °C. Ký

hiệu: S - thép kết cấu, G - để phân biệt mác thép trong Phụ lục B. Số tiếp theo chỉ giới hạn chảy  $f_y$  (MPa) cho chiều dày danh nghĩa  $\leq 16$  mm. Sau cùng là ký hiệu N - thường hóa (Normalized). Các mác thép S cần được thử và đập, các mác thép SG được thử và đập theo thỏa thuận tại thời điểm đặt hàng.

Quy định cho các thép ống và thép hộp làm bằng thép không hợp kim và bằng thép hạt mịn. Thép không hợp kim (cho trong Phụ lục A trong 11228-1:2015) quy định ba cấp JR, J0 và J2. Các mác thép hạt mịn quy định hai cấp N và NL. Ký hiệu S - cho thép kết cấu, số tiếp theo chỉ giới hạn chảy nhỏ nhất (MPa) quy định cho các chiều dày  $\leq 16$  mm, JR - chất lượng với đặc tính va đập được quy định tại nhiệt độ phòng, J và một chữ số 0 hoặc 2 ký hiệu chất lượng với đặc tính va đập quy định ở 0 °C và -20 °C, H - thép hình rỗng, N - nguyên vật liệu cho thường hóa hoặc cán thường hóa, L - cho chất lượng có giá trị năng lượng va đập nhỏ nhất ở nhiệt độ -50 °C.

### 3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

**Điều bài:** Đường kính bể  $D = 40$  m; Tổng chiều cao của thành bể  $H_L = 8$  m; Độ dốc mái của mái nón tự đỡ  $\alpha = 5^\circ$ . Bể không áp suất, áp suất thiết kế bên trong  $p = 10$  mbar. Áp suất thiết kế bên ngoài  $p_e = 5$  mbar. Lượng ăn mòn cho phép  $c = 1,0$  mm. Nhiệt độ thiết kế bể 100°C. Nhiệt độ kiểm tra bể 20°C. Khối lượng riêng thiết kế tối đa của chất lỏng chứa trong điều kiện bảo quản bảo quản  $W = 1,101$  kg/l; Khối lượng riêng thiết kế tối đa của môi trường thử nghiệm  $W_t = 1,0$  kg/l. Thép S355B theo TCVN9986-2:2013 có cường độ tính toán thiết kế  $f_{yd} = 338$  MPa, giới hạn bền kéo  $f_u = 470$  MPa.

#### 3.1. Tính toán thành bể

Chiều dày tối thiểu cần thiết của các tấm thành phải là giá trị cấu tạo ( $e_{min} = 8$  mm) hoặc các giá trị được tính theo công thức sau, chọn giá trị nào lớn nhất:

$$e_c = \frac{D}{20S} [98W(H_c - 0,3) + p] + c \quad (1)$$

$$e_t = \frac{D}{20S_t} [98W_t(H_c - 0,3) + p_t] \quad (2)$$

trong đó:  $e_c$  là chiều dày thành yêu cầu trong điều kiện thiết kế, mm;  $e_t$  là chiều dày thành yêu cầu trong điều kiện thử nghiệm, mm;  $H_c$  là khoảng cách từ đáy của khoang đang xét đến độ cao được xác định theo 9.2.1[8], m;  $p$  là áp suất thiết kế,  $p = 10$  mbar;  $p_t$  là áp suất thử nghiệm,  $p_t = p \times 1,1 = 11$  mbar;  $S$  là ứng suất thiết kế cho phép,  $S = 2/3 \times f_{yd} = 225$  N/mm<sup>2</sup>;  $S_t$  là ứng suất thử nghiệm cho phép,  $S_t = 3/4 \times f_{yd} = 254$  N/mm<sup>2</sup>.

Bảng 6. Kết quả chiều dày tấm thành

Khoang	Cao (m)	$H_c$ (m)	$e_c$ (mm)	$e_t$ (mm)	$e_{yc}$ (mm)	$e_{chon}$ (mm)
1	2	8	8,46	6,04	8,46	10
2	2	6	6,83	4,72	8,00	8
3	2	4	4,92	3,18	8,00	6
4	2	2	3,00	1,63	8,00	6

**Nhận xét:** Chiều dày thành yêu cầu của các khoang dưới chủ yếu được tính toán theo điều kiện thiết kế vì thường lớn hơn yêu cầu cấu tạo, ngược lại đối với các khoang trên thường chọn theo cấu tạo. Do đó đối với các khoang dưới nên sử dụng mác thép có cường độ thiết kế cao như S420, S355, còn các khoang trên nên chọn mác thép có cường độ thiết kế thấp như S235. Tổng trọng lượng của thành bể  $T_t = 67079$  kg.

#### 3.2. Tính toán đáy bể

Đáy của bể có đường kính lớn hơn 12,5 m, phải có một vành các tấm hình khuyên có chiều dày danh nghĩa tối thiểu,  $e_a$ , không bao gồm lượng ăn mòn cho phép:

$$e_a = 3,0 + \frac{e_1}{3} = 6 \text{ mm} \quad (3)$$

trong đó:  $e_1$  là chiều dày của khoang đầu tiên không bao gồm lượng ăn mòn cho phép  $e_1 = 9$  mm hoặc là giá trị cấu tạo ( $e_{amin} = 6$  mm). Vậy chọn đáy bể dày 6 mm.

#### 3.3. Tính toán mái bể

Tất cả các mái màng phải được làm bằng mối hàn đối đầu hoặc với liên kết chống với mối hàn góc trên cả hai mặt. Mái màng phải được thiết kế để chịu được áp suất thiết kế bên trong và chống mất ổn định do tải trọng bên ngoài.

Để chịu áp suất:

$$e_p = \frac{pR_1}{10SJ} = 1,2 \text{ mm} \quad \text{- đối với mái nón:} \quad (4)$$

Để chống mất ổn định:

$$e_p = 40R_1 \sqrt{\frac{10p_e}{E}} = 5,0 \text{ mm}, \quad (5)$$

trong đó:  $e_p$  là chiều dày của tấm mái không bao gồm bất kỳ mức ăn mòn cho phép nào, mm;  $E$  là mô đun đàn hồi,  $E = 206000$  N/mm<sup>2</sup>;  $J = 0,5$  là hệ số hiệu quả của mối nối hàn góc hai mặt;  $p_e$  là tổng các tải trọng bên ngoài,  $p_e = 0,5$  kN/m<sup>2</sup>;  $R_1$  là bán kính cong của mái, m (đối với mái nón:  $R_1 = R/\sin 85^\circ = 20,076$  m). Chiều dày tối thiểu cần thiết của các tấm mái phải không nhỏ hơn giá trị cấu tạo ( $e_{pmin} = 6$  mm). Chọn tấm mái dày 6 mm. Tổng trọng lượng của mái bể,  $T_r = 59421$  kg.

**Nhận xét:** Chiều dày yêu cầu của mái bể chủ yếu được tính toán theo điều kiện chống mất ổn định. Vì vậy nên chọn mác thép có cường độ thiết kế thấp như S235.

#### 3.4. Tính toán tác động của động đất

Mô men lật do động đất tác động lên đáy vỏ bể được tính như sau:

$$M = \frac{G_1(T_1X_s + T_1H_L + T_1X_1) + G_2T_2X_2}{102} \quad (G.1) \quad (6)$$

trong đó:  $G_1, G_2$  là hệ số của lực ngang;  $T_1$  là trọng lượng của khối lượng hiệu dụng của chất chứa trong bể, kg;  $T_2$  là trọng lượng của khối lượng hiệu dụng của chất chứa trong bể trong dạng dao động đầu tiên, kg;  $X_1$  là khoảng cách từ đáy thành bể đến trọng tâm của lực động đất ngang tác dụng  $T_1$ , m;  $X_2$  là khoảng cách từ đáy thành bể đến trọng tâm của lực động đất ngang tác dụng  $T_2$ , m;  $X_s$  là khoảng cách từ đáy thành bể đến trọng tâm của thành, m.

Khối lượng hiệu dụng  $T_1$  và  $T_2$ , có thể được xác định bằng cách nhân  $T_T$  với các tỷ số  $T_1/T_T = 0,22$  và  $T_2/T_T = 0,72$ , tương ứng, thu được từ Hình G.1 trong [8] cho tỷ lệ  $D/H_T = 40/8 = 5,0$ , trong đó:  $H_T$  là chiều cao đồ đầy lớn nhất của bể từ đáy của thành đến đỉnh của thép góc cong hoặc thiết bị tràn mà giới hạn chiều cao đồ đầy,  $H_T = 8$  m;  $T_T$  là tổng trọng lượng của chất chứa trong bể,  $T_T = 11068459$  kg;  $T_1 = 2435061$  kg;  $T_2 = 7969290$  kg.

Chiều cao từ đáy của thành bể đến tâm của lực động đất ngang tác dụng  $T_1, T_2, X_1$  và  $X_2$  có thể được xác định bằng cách nhân  $H_T$  với các tỷ số  $X_1/H_T = 0,37$  và  $X_2/H_T = 0,52$ , tương ứng, thu được từ Hình G.2 trong [8] cho tỷ số  $D/H_T = 5,0$ ;  $X_1 = 2,96$  m;  $X_2 = 4,16$  m.

Hệ số lực ngang  $G_1 = 0,15$  do bên mua quy định trên cơ sở bản ghi địa chấn có sẵn đối với vị trí bể để xuất và phải được đưa ra dưới dạng tỷ số giữa gia tốc chia cho trọng lực.

Hệ số lực ngang  $G_2$ , được xác định như là một hàm của  $G_1$ , của chu kỳ tự nhiên của dạng dao động đầu tiên  $T_s$ , và các điều kiện đất nền tại vị trí bể như sau:

$$G_2 = \frac{5,625G_j}{T_s^2} = 0,018. \quad (G.3) \quad (7)$$

trong đó: j là hệ số khuếch đại tại vị trí xây dựng từ Bảng G.1 trong [8], j = 1,5 cho đất nền loại C; T<sub>s</sub> là chu kỳ tự nhiên của dạng dao động đầu tiên; T<sub>s</sub> có thể được xác định từ biểu thức sau:

$$T_s = 1,8K_s \sqrt{D} = 8,424 \text{ s} \quad (G.4) \quad (8)$$

trong đó: K<sub>s</sub> = 0,74 là hệ số, lấy theo Hình G.3 trong [8] phụ thuộc vào tỷ số D / H<sub>T</sub> = 5,0.

Mô men lật do lực động đất tác dụng vào đáy vỏ bể:

$$M = \frac{G_1(T_1 X_s + T_1 H_L + T_1 X_1) + G_2 T_2 X_2}{102} = 17962 \text{ kNm}.$$

Khả năng chống mô men lật ở đáy của thành bể có thể được đảm bảo bởi trọng lượng của thành bể và bởi neo của thành bể hoặc, đối với các bể không neo, trọng lượng của một phần chất chứa trong bể tiếp giáp với thành. Đối với các bể không neo, phần chất chứa bên trong có thể được sử dụng để chống lật, phụ thuộc vào chiều rộng của tấm đáy dưới thành nâng lên khỏi nền và có thể được xác định như sau:

$$W_L = 0,1 t_{ba} \sqrt{R_{eb} W_s H_T}, \quad (G.5) \quad (9)$$

trong đó: R<sub>eb</sub> là giới hạn chảy tối thiểu được quy định của các tấm đáy dưới thành, R<sub>eb</sub> = 338 N/mm<sup>2</sup>; W<sub>L</sub> là lực tối đa tạo ra bởi các chất bên trong bể, có tác dụng chống mô men lật, kN/m; W<sub>s</sub> là trọng lượng riêng lớn nhất của chất lỏng được chứa trong bể ở điều kiện bảo quản, W<sub>s</sub> = 1,101 kg/l; t<sub>ba</sub> là chiều dày của các tấm đáy dưới thành, t<sub>ba</sub> = 6 mm. Kết quả W<sub>L</sub> = 32,74 kN/m < 70,46 kN/m = 0,2 W<sub>s</sub>H<sub>T</sub>D. Thỏa mãn nên không yêu cầu neo bể do động đất.

**3.3. Lực nén thành bể do neo bể và lực gió**

Lực nén lớn nhất tại đáy của thành W<sub>b</sub>, kN/m có thể xác định như sau:

$$W_b = W_t + \frac{1,273M}{D^2} = 34 \text{ kN/m} \quad (G.9) \quad (10)$$

trong đó: W<sub>t</sub> là lực lớn nhất tạo ra bởi thành bể và phần mái được đỡ bởi thành, W<sub>t</sub> = 20 kN/m.

**Nén thành lớn nhất cho phép:**

Ứng suất nén dọc lớn nhất trong thành W<sub>b</sub>/t<sub>bs</sub> không được vượt quá ứng suất lớn nhất cho phép, F<sub>a</sub> được xác định như sau:

$$\text{Do } \frac{W_s H_T D^2}{t_{bs}^2} \geq 44 \quad F_a = 83 \frac{t_{bs}}{D} = 19 \text{ MPa} \quad (G.10) \quad (11)$$

trong đó: t<sub>bs</sub> là chiều dày của khoang thành dưới không kể dung sai ăn mòn, t<sub>bs</sub> = 9 mm;

$$F_a > W_b/t_{bs} \text{ Thỏa mãn do } W_b/t_{bs} = 34/9 = 3,8 \text{ MPa} < 19 \text{ MPa}.$$

**Thiết kế vành cứng sơ cấp (vành gió):**

Mô đun tiết diện tối thiểu yêu cầu, Z, cm<sup>3</sup>, của vành cứng sơ cấp phải được xác định theo phương trình

$$Z = 0,058D^2 H_f \frac{V_w^2}{45^2} = 0 \text{ cm}^3, \quad (12)$$

trong đó: H<sub>f</sub> là chiều cao của thành bể, bao gồm bất kỳ tấm chắn tự do nào phía trên chiều cao chất lỏng đổ đầy tối đa H<sub>f</sub> = 0 m; V<sub>w</sub> là vận tốc gió giật, V<sub>w</sub> = 45 m/s.

Diện tích tiết diện chịu nén, A, mm<sup>2</sup>, không bao gồm bất kỳ ăn mòn cho phép nào, không được nhỏ hơn diện tích được xác định theo công thức sau:

$$A = \frac{50p_c R^2}{S_c \text{tg}\theta} = 19050 \text{ mm}^2, \quad (13)$$

trong đó: p<sub>c</sub> là áp suất bên trong bằng áp suất thiết kế p, p<sub>c</sub> = 10 mbar; R là bán kính của bể, R = 20 m; S<sub>c</sub> là ứng suất nén cho phép đối với tất cả các loại thép được lấy bằng 120 N/mm<sup>2</sup>; θ là độ dốc của kính tuyến mái tại chỗ liên kết giữa thành và mái, θ = 5,0 độ.

Tiết diện vành được chọn phải lớn hơn của 150×90×10 hoặc được tính toán A.

Bể có mái cố định không áp lực, đường kính 40 m, cao 8,0 m và bốn khoang, mỗi khoang 2,0 m với chiều dày thành 8; 8; 8 và 10,0 mm được thiết kế cho tốc độ gió 45 m/s. Cần phải tính toán số lượng các vòng tăng cứng thứ cấp, kích thước và vị trí của chúng.

Bảng 7. Vị trí vành tăng cứng

Khoang thành	h (m)	e (mm)	H <sub>e</sub> (m)
4	2,0	8,0	2,00
3	2,0	8,0	2,00
2	2,0	8,0	2,00
1	2,0	10,0	1,14
H <sub>E</sub> = 7,14 m			

V<sub>w</sub> = 45 m/s, p<sub>v</sub> = 5 mbar,  
tức là  $K = \frac{95000}{3,563V_w^2 + 580p_v} = 9,392. \quad (14)$

Suy ra:

$$H_p = K \left( \frac{e_{min}^5}{D^3} \right)^{\frac{1}{2}} = 6,720 \text{ m} \quad (15)$$

Vì H<sub>p</sub> < H<sub>E</sub> < 2H<sub>p</sub>, yêu cầu một vòng cứng thứ cấp. Vị trí lý tưởng tại H<sub>E</sub>/2, tức là 3,570 m từ đỉnh bể. Vòng cứng ở khoang thành có chiều dày tối thiểu, không cần điều chỉnh.

Do đó, vòng thứ cấp cách đỉnh 3,570 m và thép góc L150 × 90 × 10 mm.

**3.4. Ổn định lật (neo bể)**

Số liệu tính toán:

Mô men lật đối với khớp vỏ và đáy do gió M<sub>w</sub> = 1603 kNm; Mô men nâng do áp suất thiết kế bên trong M<sub>pi</sub> = 25133 kNm; Mô men giữ do kết cấu mái M<sub>r</sub> = 11658 kNm; Mô men giữ do kết cấu thành bể M<sub>t</sub> = 13161 kNm; Trọng lượng phụ kiện (cửa kiểm tra, ống nổi, v.v.) T<sub>m</sub> = 250 kg. Mô men giữ do các phụ kiện M<sub>m</sub> = 49 kNm; Mô men giữ do trọng lượng chất lỏng M<sub>f</sub> = 21229 kNm.

Theo điều 12.1 trong [8], bể không neo phải đáp ứng các tiêu chí sau:

$$M_{pi} < M_r + M_t + M_m = 25133 \text{ kNm} > 24868 \text{ kNm}. \text{ Hệ số an toàn} = 0,99. \text{ Không thỏa mãn.}$$

$$M_w + M_{pi} < M_r + M_t + M_m + M_f = 26736 \text{ kNm} < 46097 \text{ kNm}. \text{ Hệ số an toàn} = 1,72. \text{ Thỏa mãn.}$$

$$M_w < M_r + M_t + M_m = 1603 \text{ kNm} < 24868 \text{ kNm}. \text{ Hệ số an toàn} = 15,5. \text{ Thỏa mãn.}$$

Tiêu chí không được đáp ứng do đó cần có bu lông neo. Yêu cầu neo tối thiểu theo G.5.1 trong [8]:

$$\frac{1,273M}{D^2} - W_t \quad (G.12) \quad (16)$$

Do mô men nâng: 20,0 – 19,8 = 0,2 kN/m.

**Kiểm tra yêu cầu bu lông neo**

Số bu lông tối thiểu là 42 theo G.5.2.2 và 12.3.2 [8] (bu lông neo cách nhau không quá 3 mét). Số lượng bu lông thực tế 72 đường kính 30 mm giới hạn ăn mòn 1,0 mm. Giới hạn chảy của bu lông 300

Mpa. Độ bền kéo của bu lông 500 Mpa. Ứng suất kéo cho phép trong bu lông:  $\min(300/2; 500/3) = 150$  MPa.

Tải trọng bu lông thiết kế:  $(0,2 \times 3,142 \times 40)/72 = 0,349$  kN

Ứng suất bu lông  $349/616 = 0,6$  MPa < Lực cắt cho phép của bu lông  $0,58 \times 150$  MPa = 87 MPa → Chấp nhận được.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Qua các nội dung nghiên cứu trong bài báo này, kết quả đạt được:

- Đã trình bày một số tiêu chuẩn vật liệu thép và vật tư hàn tương đương được quy định trong EN 14015:2004 và các tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) có thể sử dụng đối với bể chứa chất lỏng hình trụ đứng, đáy phẳng ở nhiệt độ môi trường và cao hơn.

- Thực hành tính toán thành bể, tác động của động đất, neo bể và ổn định lật theo EN 14015:2004. Thấy rằng, việc áp dụng EN 14015:2004 đã bổ sung một số yêu cầu riêng đối với thiết kế bể chứa theo EN 1993-4-2, EN 1998-1-1. Qua ví dụ số thấy rằng, có thể áp dụng EN 14015:2004 trong thực tế thiết kế bể chứa với việc sử dụng vật liệu theo một số tiêu chuẩn Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 3223:2000, Que hàn điện dùng cho thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp - Ký hiệu, kích thước và yêu cầu kỹ thuật chung.
- [2] Tiêu chuẩn TCVN 9985-2:2013 Tính chất quy định ở nhiệt độ cao của thép dạng phẳng chịu lực.
- [3] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9985-3:2014 ISO 9328-3:2011 Thép dạng phẳng chịu áp lực-Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp-Phần 3: Thép hạt mịn hàn được, thường hóa.
- [4] Tiêu chuẩn TCVN 9986-2:2013 Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép kết cấu thông dụng.
- [5] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9986-3:2014 ISO 630-3:2012 Thép kết cấu-Phần 3: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép kết cấu hạt mịn.
- [6] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11227-1:2015 quy định yêu cầu kỹ thuật cung cấp cho thép hình kết cấu hàn, rỗng được tạo hình nguội có tiết diện tròn, vuông hoặc chữ nhật.
- [7] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11228-1:2015 ISO 12633-1:2011 Thép kết cấu rỗng được gia công nóng hoàn thiện từ thép không hợp kim và thép hạt mịn - Phần 1: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp.
- [8] BS EN 14015:2004, Chỉ dẫn kỹ thuật đối với thiết kế và chế tạo tại hiện trường bể thép, hàn, hình trụ đứng, đáy phẳng, đặt phía trên mặt đất để chứa chất lỏng ở nhiệt độ môi trường trở lên.
- [9] EN 755:2016 (all parts), Nhôm và hợp kim nhôm - Que/Thanh, ống và sản phẩm định hình ép đùn.
- [10] EN 754:2016 (all parts), Nhôm và hợp kim nhôm - Que/Thanh, ống và dây kéo nguội).
- [11] EN ISO 3581:2012, Vật tư tiêu hao hàn - Điện cực được phủ để hàn hồ quang bằng tay thép không gỉ và thép chịu nhiệt - Phần loại.
- [12] EN 10025:2019 (all parts), Các sản phẩm cán nóng của thép kết cấu không hợp kim.
- [13] EN 10028-2:2017, Sản phẩm cán phẳng làm bằng thép chịu lực - Phần 2: Thép hợp kim và không hợp kim có tính chất nâng cao.
- [14] EN 10028-3:2017, Sản phẩm cán phẳng làm bằng thép chịu lực - Phần 3: Thép hạt mịn có thể hàn, thường hóa.
- [15] EN 10029:2010, Thép tấm cán nóng dày 3 mm trở lên. Dung sai về kích thước, hình dáng và khối lượng.
- [16] EN 10088-1:2014, Thép không gỉ. Phần 1: Danh sách thép không gỉ.
- [17] EN 10088-2:2014, Sản phẩm cán phẳng làm bằng thép chịu lực - Phần 2: Thép hợp kim và không hợp kim có tính chất nâng cao.

[18] EN 10088-3:2014, Thép không gỉ - Phần 3: Điều kiện kỹ thuật giao hàng đối với các bán thành phẩm, thanh, đũa và thép hình thông dụng.

[19] EN 10025-3:2004, Sản phẩm cán nóng của thép kết cấu - Phần 3: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp đối với thép kết cấu hạt mịn thường hóa/cán thường hóa hàn được.

[20] EN 10025-4:2004, Sản phẩm cán nóng của thép kết cấu - Phần 4: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp đối với thép kết cấu hạt mịn cán cơ nhiệt hàn được.

[21] EN 10204:2004, Các sản phẩm kim loại - Các loại tài liệu kiểm tra.

[22] EN 10210-1:2006, Thép hình kết cấu hàn rỗng tạo hình nguội từ thép không hợp kim và thép hạt mịn. Phần 1. Yêu cầu giao hàng kỹ thuật.

[23] EN 10216-1:2013, Ống thép không hàn chịu áp lực - Part 1: Các điều kiện về kỹ thuật giao hàng - Phần 1: Ống thép không hợp kim với các đặc tính tại nhiệt độ phòng.

[24] EN 10216-2:2013, Ống thép không hàn chịu áp lực - Các điều kiện về kỹ thuật giao hàng - Phần 2: Ống thép hợp kim và không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ cao.

[25] EN 10216-3:2013, Ống thép không hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 3: Ống thép hợp kim hạt mịn.

[26] EN 10216-5:2013, Ống thép không hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 5: Ống thép không gỉ.

[27] EN 10217-1:2021, Ống thép hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 1: Ống thép không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ phòng.

[28] EN 10217-2:2021, Ống thép hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 2: Ống thép hàn điện hợp kim và không hợp kim với các đặc tính ở nhiệt độ cao.

[29] EN 10217-3:2021, Ống thép hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 3: Các ống thép hợp kim hạt mịn.

[30] EN 10217-5:2021, Ống thép hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 5: Ống thép hợp kim và không hợp kim hàn hồ quang chìm với các đặc tính ở nhiệt độ cao.

[31] EN 10217-7:2021, Ống thép hàn chịu áp lực - Các điều kiện kỹ thuật khi cung cấp - Phần 7: Ống thép không gỉ;

[32] EN 10222:2017 (all parts), Steel forgings for pressure purposes (Thép rèn bằng thép áp lực).

[33] EN 10250:2022 (all parts), Thép rèn sôi làm khuôn dập cho mục đích kỹ thuật chung.

[34] EN 1991-1-1:2002, Eurocode 1: Tác động lên kết cấu. Phần 1-1: Trọng lượng, tải trọng tĩnh và hoạt tải.

[35] EN 1993-1-1:2005, Eurocode 3: Thiết kế kết cấu thép - Phần 1-1: Các nguyên tắc chung và nguyên tắc thiết kế kết cấu nhà.

[36] EN 1993-4-2:2007, Eurocode 3: Thiết kế các kết cấu bằng thép - Phần 4-2: Silô, bể chứa và đường ống - Bể chứa.

# Những yếu tố gây khó khăn khi thực hiện các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng phát triển nông thôn mới

Hindering factors in the implementation of infrastructure construction projects for rural development

> LÊ HOÀI LONG<sup>1</sup>, TRẦN BÍCH TUYẾN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP.HCM; Email: lehoailong@hcmut.edu.vn

<sup>2</sup>Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: tuyentb.208c@ou.edu.vn

## TÓM TẮT

Nhằm tạo điều kiện phát triển kinh tế, vấn đề xây dựng và từng bước hoàn thiện cơ sở hạ tầng (CSHT) được xác định là một nhiệm vụ trọng tâm lâu dài không chỉ ở khu vực thành thị mà cả các vùng nông thôn trong đó có huyện Củ Chi. Các dự án đầu tư khi thực hiện sẽ chịu chi phối bởi nhiều yếu tố. Nghiên cứu nhằm mục đích xác định những yếu tố gây khó khăn khi thực hiện các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng tại huyện Củ Chi giai đoạn 2010 - 2020 để khắc phục, hạn chế và cải thiện các yếu tố bất lợi cho các dự án sẽ triển khai trong giai đoạn kế tiếp. Nghiên cứu được thực hiện thông qua việc thu thập dữ liệu bằng bảng câu hỏi; tiến hành khảo sát ý kiến các chuyên gia có sự khác nhau về kinh nghiệm, vai trò, quy mô, loại dự án, chức năng của cơ quan đối tượng được khảo sát. Phương pháp nghiên cứu trị trung bình được áp dụng. Kết quả đã tổng hợp được 34 yếu tố có ảnh hưởng lên các dự án. Trong đó, 17 yếu tố được nhận định là gây khó khăn hay bất lợi lên quá trình thực hiện các dự án đầu tư phát triển CSHT tại huyện Củ Chi trong giai đoạn qua. Các yếu tố khó khăn được xếp hạng theo đánh giá từ cao nhất đến thấp nhất; từ đó, các bên tham gia thực hiện cần quan tâm, hạn chế và có được phương án hợp lý để nâng cao hiệu quả các mục tiêu đã đề ra cho các dự án này trong giai đoạn kế tiếp.

**Từ khóa:** Cơ sở hạ tầng; yếu tố ảnh hưởng; yếu tố khó khăn; phát triển nông thôn; ngành Xây dựng; dự án công; chậm tiến độ; vượt chi phí.

## ABSTRACT

To create favorable conditions for economic development, the issue of building and gradually completing infrastructure (infrastructure) is identified as a long-term key task not only in urban areas but also in rural areas in the region. Many factors will influence the implementation of investment projects. The study aims to identify the factors that cause difficulties when implementing infrastructure construction projects in the Cu Chi district in 2010-2020 to overcome, limit and improve the adverse factors for the future projects. The research is carried out through data collection by questionnaire; survey experts with different experiences, roles, sizes, types of projects, and functions of the surveyed target agencies. The average study method was applied. The results have synthesized 34 factors that affect the projects. Of these, 17 are considered detrimental to the infrastructure development investment projects in the Cu Chi district in the past period. The difficulty factors are ranked by rating from highest to lowest; from there, the parties involved in the implementation need to pay attention, limit, and have a reasonable plan to improve the effectiveness of the goals set out for these projects in the next period.

**Keywords:** Infrastructure; factors affecting; difficulty factor; rural development; construction industry; public project; delay; cost overrun.

## 1. GIỚI THIỆU

Huyện Củ Chi là một trong năm huyện ngoại thành đạt chuẩn nông thôn mới (NTM) của TP.HCM sau khi tổng kết đánh giá kết quả thực hiện giai đoạn 2010 - 2020. Trong đó việc đầu tư xây dựng các công trình công cộng, hạ tầng kỹ thuật được đặt lên hàng đầu. Đáp ứng nhu cầu của người dân trên địa bàn huyện.

Góp phần ổn định tình hình xã hội và hạ tầng đô thị, cải tạo cảnh quan môi trường góp phần đưa Củ Chi trở thành một huyện hiện đại, văn minh, giàu đẹp. Theo báo cáo thống kê về kết quả đầu tư CSHT đạt được giai đoạn 2010 - 2020, có 6.420 hộ dân trên địa bàn hiến 760.137 m<sup>2</sup> đất và đóng góp vật kiến trúc với tổng trị giá là 377,332 tỷ đồng để đầu tư xây dựng các công trình đầu tư CSHT. Hệ thống trường học các cấp, trung tâm y tế xã, trung tâm

văn hóa được nâng cấp sửa chữa và xây mới. Mạng lưới giao thông tương đối hoàn chỉnh, có 2.107 tuyến đường và 213 tuyến hẻm, có chiều dài 1.434 km được bê tông nhựa nóng, bê tông xi măng, đã kết nối liên thông các tuyến đường từ huyện đến xã, phục vụ tốt cho việc đi lại của người dân, vận chuyển nông sản và vật tư phục vụ sản xuất. Hệ thống thủy lợi trên địa bàn huyện được đầu tư, nâng cấp với 492 tuyến kênh các cấp với tổng chiều dài là 379.273m, 613 tuyến kênh rạch, mương tiêu với tổng chiều dài 822,84 km, phục vụ tưới tiêu cho 12.000 ha đất sản xuất và dân sinh. Kết thúc giai đoạn này, mạng lưới giao thông của huyện cũng đã hoàn thiện đáng kể, liên thông từ huyện đến xã; trường học, bệnh viện, trạm y tế, nhà văn hóa được cải tạo, xây mới phục vụ tốt cho đời sống vật chất và tinh thần của người dân trên địa bàn.

Tuy nhiên, việc phát triển và hoàn thiện CSHT là một nhiệm vụ dài hạn, được phân thành nhiều giai đoạn, cần phải hạn chế các khó khăn và phát triển các ưu điểm là việc làm vô cùng quan trọng. Do đó, trải qua giai đoạn này, nhận thấy công tác quản lý tuy có nhiều thuận lợi nhờ sự quan tâm ủng hộ của người dân và các cấp chính quyền nhưng vẫn còn gặp không ít khó khăn. Một số công trình xây dựng chậm công tác giải phóng mặt bằng, quy hoạch chưa đồng bộ, thi công xảy ra có sai lệch thiết kế, công tác an toàn trên công trường còn chưa được chú trọng... gây ảnh hưởng lên tiến độ thi công dự án và chậm giải ngân vốn đầu tư của địa phương. Chính vì vậy cần phải xác định *những yếu tố gây khó khăn khi thực hiện các dự án xây dựng CSHT giai đoạn 2010 -2020* nhằm góp phần nâng cao hiệu quả, chất lượng cho các dự án triển khai trong giai đoạn tiếp theo là vấn đề rất cần thiết.

## 2. TỔNG QUAN

### 2.1. Định nghĩa về dự án đầu tư công và cơ sở hạ tầng:

"Dự án đầu tư công là dự án do Chính phủ cấp vốn toàn bộ hoặc một phần hay do người dân tự nguyện đóng góp bằng tiền, bằng ngày công nhằm đáp ứng lợi ích cho cộng đồng. Ngoài ra có thể mở rộng hơn, dự án công là dự án được Chính phủ hoặc chính quyền sở tại đề xuất kêu gọi tài trợ quốc tế. Cũng được xem là dự án công cho dù dự án đó do một đơn vị kinh doanh thực hiện nếu nó hướng đến việc nâng cao phúc lợi công cộng" [1].

Cơ sở hạ tầng là một khái niệm dùng để chỉ những bộ phận kết cấu, nền tảng cho việc phát triển nền kinh tế. Dựa theo các tiêu chí khác nhau nên CSHT cũng được phân thành nhiều loại, bao gồm: Theo lĩnh vực kinh tế, xã hội; Theo các ngành kinh tế quốc dân; Theo vùng lãnh thổ, khu vực dân cư; Theo cấp quản lý; Theo tính chất, đặc điểm. Tuy nhiên nghiên cứu này chỉ nghiên cứu dựa trên phân loại theo cấp quản lý là CSHT được chia thành các cấp do trung ương quản lý và do địa phương quản lý:

- Trung ương quản lý bao gồm CSHT có quy mô lớn gồm hệ thống đường quốc lộ, đường sắt, sân bay, bến cảng...

- Địa phương quản lý gồm: CSHT giao cho tỉnh/huyện/xã như cầu đường, kênh rạch, cơ sở giáo dục, y tế, văn hóa....

CSHT nói chung và CSHT nông thôn là một trong những điều kiện cơ bản đảm bảo cho việc phát triển kinh tế và cải thiện sinh kế cho người dân địa phương.

### 2.2. Một số các nghiên cứu trước đây về dự án đầu tư:

Trong nước, một cuộc khảo sát nhằm xác định các nguyên nhân ảnh hưởng đến sự tăng chi phí và làm chậm tiến độ thi công đối với các dự án có nguồn vốn ngân sách nhà nước. Cụ thể trong Kế hoạch đầu tư công trung hạn giai đoạn 2015 - 2020, việc điều chỉnh dự toán theo hướng điều chỉnh tăng xảy ra tại hầu hết các gói thầu, dự án thuộc nguồn vốn đầu tư công. Các yếu tố ảnh hưởng đến dự toán rất đa dạng, phát sinh từ nhiều nguyên nhân

khác nhau: Chủ đầu tư muốn thay đổi công năng sử dụng của dự án; biện pháp thiết kế - thi công không phù hợp; Các nhà thầu thi công chậm so với tiến độ đề ra; vướng mắc ở công tác giải phóng mặt bằng (GPMB); điều kiện tự nhiên bất lợi. Cả sáu nhóm yếu tố này đều có tác động mạnh mẽ và thuận chiều đối với việc tăng chi phí và làm chậm tiến độ các dự án công [2]. Không ít công trình thủy lợi bị chậm tiến độ khi thi công ảnh hưởng đến chi phí, gây lãng phí cho ngân sách, nghiên cứu này cho thấy kết quả cho thấy có 06 nhóm nhân tố chính liên quan gây chậm trễ trong thi công bao gồm: nhóm kỹ thuật, nhóm tác động bất thường ở công trình, nhóm con người, nhóm quy trình, nhóm thiết kế và cuối cùng là nhóm pháp lý (Huế và Sơn năm 2020) [3]. Theo tác giả nghiên cứu vào năm 2019 (Anh, T. T. và Thảo, N. T. T., 2019), hiện nay trong giai đoạn đẩy mạnh phát triển CSHT, nâng cao hệ thống giao thông, để đảm bảo các dự án thực hiện đúng tiến độ, cần nhận diện và kiểm soát được các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian thực hiện dự án. Tác giả đã xác định các yếu tố có tác động đến tiến độ hoàn thành của dự án giao thông tại TP.HCM và các vùng lân cận. Qua nghiên cứu, nhận dạng được nhóm bốn yếu tố chính có tác động đến tiến độ thực hiện dự án là: yếu tố kinh tế - xã hội, chính sách pháp luật, kỹ thuật và phi kỹ thuật bên trong dự án. Sự tương tác giữa chủ đầu tư và nhà thầu là yếu tố rất quan trọng [4]. Ngoài ra, nhận thức của những người tham gia dự án không giống nhau nên những mâu thuẫn phát sinh là điều không tránh khỏi. Mâu thuẫn không được giải quyết thì việc ảnh hưởng đến tiến độ dự án là không tránh khỏi. Nguyễn Trí Minh (2021) đã đưa ra được tổng 10 yếu tố có ảnh hưởng cao nhất lên việc gây ra mâu thuẫn cho chủ đầu tư và nhà thầu, trong đó, "Thay đổi bất lợi trong nguồn kinh phí và Sự chậm trễ trong chi trả của đầu tư" là hai yếu tố được xếp hạng cao nhất, được đánh giá là có ảnh hưởng đáng kể đến thành công của dự án. Nghiên cứu này cũng cho thấy khái quát các mâu thuẫn nghiêng về hướng chủ đầu tư hơn là phát sinh từ nhà thầu [5].

Trên thế giới, các nghiên cứu về những ảnh hưởng đến việc thực hiện các dự án được thực hiện khá nhiều phục vụ cho công tác quản lý dự án đạt hiệu quả tốt nhất. Theo Alfaqhril và các tác giả (2017) đã thực hiện nghiên cứu các vấn đề làm chậm tiến độ thực hiện lên các dự án kỹ thuật dân dụng ở Libya nói chung, đặc biệt là các dự án liên quan đến xây dựng đường bộ nói riêng, liên tục phải đối mặt với sự chậm trễ [6]. Nghiên cứu này đề xuất một mô hình khái niệm về các yếu tố gây chậm trễ và đưa ra phân tích về mức độ tác động của các loại chậm trễ đã xác định đối với việc hoàn thành các dự án xây dựng đường bộ. Olupitan và Nzeneri (2021) đã xác định các nguyên nhân và tác động nghiêm trọng của việc vượt chi phí đối với các dự án xây dựng khu vực công ở đô thị Port Harcourt. Nghiên cứu cũng xác định các biện pháp có thể được thực hiện để giảm thiểu tác động của chi phí vượt mức đối với các dự án xây dựng khu vực công và thiết lập các yếu tố thành công quan trọng cho các dự án xây dựng khu vực công ở đô thị [7]. Tác giả Guillermo MeJia (2019) đã chỉ ra các nguyên nhân gây chậm trễ tiến độ ở trong các dự án CSHT đường bộ ở các nước đang phát triển giai đoạn từ năm 2000 - 2019. Theo bối cảnh kinh tế từng nước, nghiên cứu này đề xuất một khung nguyên nhân và các hành động giảm thiểu như một đóng góp cho việc phân tích rủi ro của các dự án đường bộ ở các nước đang phát triển [8]. Arditi và cộng sự (2017) đã điều tra nguyên nhân của sự chậm trễ trong các dự án công ở Thổ Nhĩ Kỳ [9]. Kết quả cho thấy thiếu nguồn lực, khó khăn về tài chính của cơ quan công quyền và nhà thầu; sự thiếu sót trong tổ chức và sự chậm trễ trong công việc thiết kế, thay đổi đơn đặt hàng thường xuyên và làm thêm đáng kể là những nguyên nhân quan trọng nhất gây ra sự chậm trễ. Amare (2017) đã kiểm tra nguyên nhân gây ra sự chậm trễ trong các dự án

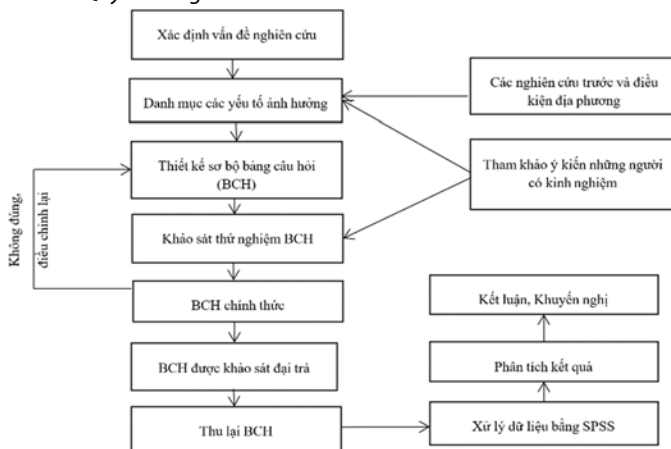
Bảng 1: Mẫu các yếu tố được khảo sát trong nghiên cứu.

TIÊU CHÍ	MỨC ẢNH HƯỞNG	TIÊU CHÍ	MỨC ẢNH HƯỞNG
<b>1. CÔNG TÁC ĐẸN BÙ, GPMB- QUY HOẠCH:</b>	<b>1 2 3 4 5</b>	<b>4. TÀI CHÍNH:</b>	<b>1 2 3 4 5</b>
DB1.Công tác thực hiện đền bù, giải phóng mặt bằng.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	T1.Ngân sách dự án so với nhu cầu	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
DB2.Tính thỏa đáng của phương án GPMB	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	T2.Khả năng bố trí vốn của chủ đầu tư	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
DB3.Sự phù hợp trong quy hoạch	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	T3.Năng lực lập kế hoạch vốn của chủ đầu tư	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
...		...	
<b>2. CHỦ ĐẦU TƯ:</b>	<b>1 2 3 4 5</b>	<b>5. THI CÔNG:</b>	<b>1 2 3 4 5</b>
CDT1.Tính minh bạch trong lựa chọn nhà thầu.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TC1.Tính phù hợp của biện pháp thi công	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
CDT2.Việc chi trả các khối lượng hoàn thành.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TC2.Khả năng đáp ứng nhu cầu về nhân công	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
CDT3.Các điều khoản trong hợp đồng	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TC3.Thiết bị thi công	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
...		...	
<b>3. NHÀ THẦU THIẾT KẾ VÀ GIÁM SÁT</b>	<b>1 2 3 4 5</b>	<b>6. YẾU TỐ KHÁC:</b>	<b>1 2 3 4 5</b>
TK1.Giá dự toán so với đơn giá thị trường.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	K1.Sự khác biệt giữa thực tế so với khi khảo sát	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TK2.Tính chính xác trong thiết kế.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	K2.Dịch bệnh, thiên tai.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TK3. Phương án thiết kế.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	K3.Biến động giá cả nguyên vật liệu.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
...		...	
<i>Các tiêu chí khác mà anh/ chị thấy cần bổ sung:</i>	<b>1 2 3 4 5</b>		
....	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

xây dựng, phát hiện ra rằng thời tiết, nguồn cung lao động và nhà thầu phụ là những nguyên nhân chính gây ra sự chậm trễ [10]. Các bên tham gia khảo sát trong nghiên cứu này đều nhất trí về việc xếp hạng các loại yếu tố gây chậm trễ chính như các vấn đề tài chính, quan hệ hợp đồng và quản lý dự án theo thứ tự của chủ sở hữu, nhà thầu và công ty tư vấn.

### 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Quy trình nghiên cứu:



Hình 1. Lưu đồ quy trình nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu được trình bày dưới dạng lưu đồ như (Hình 1). Từ vấn đề cần nghiên cứu, tham khảo các nghiên cứu được công bố trước đây; các bài báo khoa học trong và ngoài nước; cùng với việc tham khảo ý kiến chuyên gia có thâm niên trong quản lý nguồn vốn đầu tư công tại địa phương. Tổng hợp một số yếu tố khó khăn từ các nghiên cứu trước và đề xuất của các chuyên gia. Một bảng câu hỏi khảo sát được thiết kế sử dụng thang đo Likert 05 mức độ. Mức độ sử dụng từ 1 “**Khó khăn**”, 2 “**Ít khó khăn**”, 3 “**Trung bình**”, 4 “**Ít thuận lợi**” và 5 “**Thuận lợi**” và tiến hành khảo sát thử nghiệm lấy ý kiến các chuyên gia nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực.

Sau khi chỉnh sửa lại bảng câu hỏi sơ bộ (được dùng để khảo sát thử mức độ đúng đắn phù hợp với nghiên cứu), tiến hành khảo sát đại trà bằng hình thức phỏng vấn trực tiếp (Face to face) và gián tiếp (Google Forms). Đối tượng tham gia khảo sát, là những người đang công tác tại các bên tham gia thực hiện dự án đầu tư công tại huyện Củ Chi, với bề dày kinh nghiệm từ dưới 05 đến trên 10 năm; đảm nhận các chức năng khác nhau khi thực hiện dự án như: Chủ đầu tư, Tư vấn thiết kế - giám sát, Tư vấn thẩm tra, Nhà thầu thi công; quy mô và loại dự án khác nhau.

Trước hết, việc tìm hiểu cẩn thận và chi tiết các nghiên cứu trước giúp đưa ra danh sách những yếu tố có khả năng ảnh hưởng đến khó khăn của các dự án xây dựng CSHT tại huyện Củ Chi trong

giai đoạn 2010 - 2020. Sau đó, danh sách này được gửi cho nhóm đối tượng 1 gồm 17 chuyên gia xem xét và chọn lọc lại. Trong 17 chuyên gia có 09 chuyên gia có từ 5 năm kinh nghiệm, có 05 chuyên gia trên 10 năm kinh nghiệm và 03 chuyên gia trên 20 năm kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng các dự án có sử dụng nguồn vốn ngân sách nhà nước. Các chuyên gia ở nhóm số 1 được yêu cầu kiểm tra tính đầy đủ và phù hợp của yếu tố đối với điều kiện Củ Chi. Một vài yếu tố không phù hợp được loại ra khỏi danh sách này. Ngoài ra, các chuyên gia cũng yêu cầu chỉnh sửa các yếu tố cho phù hợp hơn với thực tế tại địa phương. Từ đó, một bảng câu hỏi được hình thành từ các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thực hiện các dự án xây dựng CSHT. Một nhóm 10 chuyên gia khác, cũng là người có nhiều năm kinh nghiệm với các dự án xây dựng CSHT tại địa phương, gồm 6 chuyên gia có kinh nghiệm trên 5 năm và 4 chuyên gia có kinh nghiệm trên 10 năm, đã được mời để tham gia đánh giá bảng câu hỏi thử nghiệm sơ bộ cùng nhóm 17 chuyên gia trước. Bảng câu hỏi được hoàn tất sau 2 vòng kiểm tra khi đạt được sự thống nhất của các chuyên gia về cấu trúc của bảng hỏi và các yếu tố ảnh hưởng bên trong. Bảng câu hỏi cuối cùng gồm 34 yếu tố được hoàn thành và sử dụng để thu thập dữ liệu cho nghiên cứu.

Dùng phần mềm có chức năng về thống kê xử lý và phân tích dữ liệu thu thập được; thông qua phương pháp Cronbach's Alpha, thống kê trung bình xác định các yếu tố khó khăn. Sau đó nhận lại kết quả phân tích và đưa ra kết luận.

### 3.2. Sơ bộ bảng câu hỏi khảo sát:

Anh/Chị vui lòng cho biết mức độ ảnh hưởng của những yếu tố sau đây khi thực hiện các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng tại huyện Củ Chi trong giai đoạn 2010 - 2020. Anh/Chị vui lòng đánh vào ô trống theo thang đo tuyến tính như sau:

#### Mức độ tác động thay đổi từ 1 → 5 theo ý nghĩa như sau:

(1) **Khó khăn**: Yếu tố này luôn tác động làm suy giảm các mục tiêu dự án đã đặt ra như tiến độ thực hiện, mức độ giải ngân....

(2) **Ít khó khăn**: Yếu tố này có thể làm suy giảm một số mục tiêu của dự án hoặc chỉ tác động xấu đến một số dự án chứ không phải tất cả các dự án.

(3) **Trung tính**: Yếu tố này dù có hay không cũng không tác động lên các mục tiêu dự án đã đặt ra.

(4) **Ít thuận lợi**: Yếu tố này có thể làm tăng khả năng đạt được các mục tiêu của dự án hoặc chỉ làm tăng mục tiêu đến một số dự án chứ không phải tất cả các dự án.

(5) **Thuận lợi**: Yếu tố này luôn làm tăng khả năng đạt được các mục tiêu mà dự án đã đặt ra.

Danh mục các yếu tố chính trong Bảng câu hỏi cuối cùng đưa vào khảo sát đại trà. Do giới hạn bài báo, một đoạn ví dụ về các yếu tố khảo sát được trình bày trong Bảng 1.

## 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Sau khi thu về dữ liệu gồm 153 bảng câu hỏi phản hồi hợp lệ. Tất cả các bảng câu hỏi phản hồi đều được kiểm tra sự phù hợp, sự đầy đủ của phản hồi. Dữ liệu sau sàng lọc sơ bộ được kiểm tra mức độ phù hợp của thang đo sử dụng hệ số Cronbach's Alpha. Hệ số của kiểm định độ tin cậy đạt 0,895 trên mức 0,6 yêu cầu. Do đó, việc sử dụng dữ liệu để phân tích đã sẵn sàng và đáng tin cậy. Tất cả 34 yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thực hiện các dự án xây

dựng CSHT tại huyện đã xác định đều được tính toán trị trung bình và được xếp hạng dựa vào trị trung bình tính toán được theo thứ tự từ thấp đến cao (mức độ khó khăn giảm dần). Chủ đầu tư và các nhà thầu là những thành phần tham gia chính trong một dự án, do đó tiến hành xem xét mức độ nhận diện khó khăn qua góc nhìn của các đối tượng này. Trong đó, các mức đánh giá định tính được quy ước thông qua các khoảng trung bình điểm số của các yếu tố như sau: 1,00 - 1,80 (làm tròn thành 1) quy ước là "Rất Khó khăn"; 1,81 - 2,60 (làm tròn thành 2) là "Khó khăn"; 2,61 - 3,40 (làm tròn thành 3) là "Trung lập"; và từ 3,41 trở lên được quy ước là "Thuận lợi" hoặc "Rất thuận lợi".

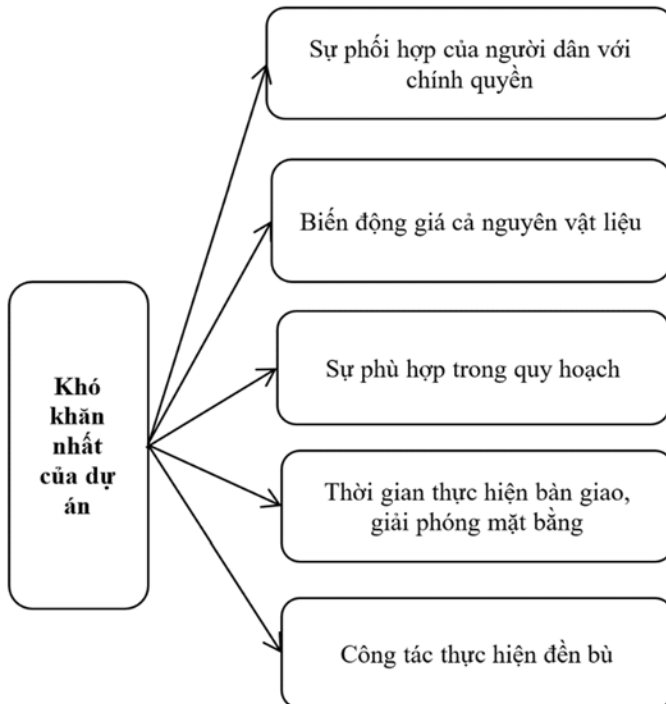
Theo quy ước mức đánh giá định tính như trên, có 17 yếu tố được xác định là gây khó khăn cho các dự án xây dựng CSHT được tổng hợp trong Bảng 2 cho các yếu tố có trung bình từ 1,00 - 2,60:

Bảng 2: Các yếu tố khó khăn ảnh hưởng đến thực hiện các dự án xây dựng CSHT

Tên yếu tố	Kết quả thống kê	
	Trung bình	Xếp Hạng
Sự phối hợp của người dân với chính quyền	1,67	1
Biến động giá cả nguyên vật liệu	1,67	1
Sự phù hợp trong quy hoạch	1,69	2
Thời gian thực hiện bàn giao, giải phóng mặt bằng	1,71	3
Công tác thực hiện đền bù	1,76	4
Ngân sách dự án so với nhu cầu	2,05	5
Giá dự toán so với đơn giá thị trường	2,07	6
Khả năng tài chính của nhà thầu	2,12	7
Năng lực quản lý của chủ đầu tư	2,14	8
An toàn, bảo hộ lao động	2,27	9
Sự phối hợp giữa các bên trong dự án	2,28	10
Năng lực nhà thầu tư vấn giám sát	2,34	11
Năng lực nhà thầu tư vấn thiết kế dự toán	2,35	12
Phát sinh phạm vi công việc so với chủ trương ban đầu	2,35	12
Quyết toán các hạng mục đã hoàn thành	2,39	13
Biện pháp thi công	2,46	14
Năng lực lập kế hoạch vốn của chủ đầu tư	2,60	15

Từ 34 yếu tố ban đầu, nghiên cứu đã phát hiện ra các yếu tố ảnh hưởng tiêu cực, gây ra các khó khăn cho việc thi công các dự án; các yếu tố mang tính chất trung tính và các yếu tố ảnh hưởng

theo hướng thuận lợi tại huyện. Trong 17 yếu tố khó khăn, 5 yếu tố đã được xác định là khó khăn nhất bao gồm: sự phối hợp của người dân với chính quyền; biến động giá cả nguyên vật liệu; sự phù hợp trong quy hoạch; thời gian thực hiện bàn giao, giải phóng mặt bằng; công tác thực hiện đền bù. Cần chú ý khắc phục các khó khăn này để tăng mức độ thành công cho dự án.



**Hình 2.** Top 5 yếu tố khó khăn khi thực hiện dự án xây dựng CSHT tại huyện Củ Chi

Người dân vừa là đối tượng giám sát, vừa là đối tượng thụ hưởng cuối cùng, do đó được sự đồng tình, ủng hộ và giúp đỡ của người dân là vô cùng quan trọng để dự án từ khi triển khai đến khi đưa vào sử dụng đạt đúng các mục tiêu ban đầu đã đề ra. Quy hoạch và đền bù cũng là một vấn đề phát sinh nhiều khó khăn trở ngại cho quá trình thực hiện dự án. Ngoài các lý do vướng mặt bằng do người dân thì quy hoạch từ Trung ương đến địa phương còn mang tính chất thiếu đồng bộ, thiếu thực tế. Mỗi một vùng lại có nếp sống và văn hóa khác nhau làm cho quy hoạch phải tiến hành cục bộ để đáp ứng được nhu cầu trước mắt, dẫn đến khi triển khai dự án vướng ngay từ khâu không có mặt bằng để thi công, càng vướng mặt bằng lâu thì chi phí cho đền bù ngày càng tăng cao do trượt giá và phát sinh nhiều mâu thuẫn giữa người dân đối với chính quyền. Tuy nhiên, dù có đưa ra phương án đền bù, hỗ trợ vẫn khó được người dân đồng tình vì nhiều lý do, trong đó nổi cộm là vấn đề áp giá đền bù quá thấp so với giá thực tế và hỗ trợ di dời khó chấp nhận. Vấn đề khó khăn không thể tránh khỏi nữa đó chính là biến động giá cả thị trường, đây là vấn đề thường niên, tuy không tránh khỏi nhưng việc hạn chế tình trạng này có thể được xử lý bằng những phương án mà nhà thầu và chủ đầu tư dự phòng trước cho tình huống nhằm hạn chế tối đa các bất lợi do việc trượt giá kéo dài gây ra tình trạng mất khả năng cân đối nhu cầu cung cấp nguyên vật liệu gây ra thiếu hụt, vượt tổng mức đầu tư gây ra hụt nguồn tiền chi trả và dự án càng kéo dài thì càng làm cho người dân bất mãn.

Các yếu tố khó khăn khi thực hiện dự án xây dựng CSHT tại huyện cần đặc biệt chú ý, bởi các yếu tố này đang diễn biến theo hướng ảnh hưởng khó khăn, rất cần được cải thiện, hạn

chế mức độ xảy ra vì gây suy giảm nghiêm trọng lên kết quả thực hiện dự án.

**5. KẾT LUẬN**

Trong 34 yếu tố ảnh hưởng đến thực hiện các dự án xây dựng CSHT tại địa phương, nghiên cứu đã nhận diện được 17 yếu tố khó khăn, trong đó 5 yếu tố khó khăn nhất làm ảnh hưởng đến quá trình thực hiện dự án như hình 2 và xếp hạng từ khó khăn nhất đến hết thông qua phương pháp đánh giá trị trung bình. Từ kết quả này giúp cho các dự án triển khai trong giai đoạn sau tại địa phương có thể nhận diện khó khăn để hạn chế, hoặc đưa ra các phương án nhằm khắc phục nâng tỷ lệ thành công khi thực hiện dự án.


**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] Quốc hội (2014) “Luật xây dựng” số 50/2014/QH13, ngày 18/6/2014.  
 [2] “Khảo sát các nguyên nhân ảnh hưởng đến việc tăng chi phí và chậm trễ tiến độ thi công đối với các dự án đầu tư công” <https://moc.gov.vn/tin-tuc/71732/khao-sat-cac-nguyen-nhan-anh-huong-den-viec-tang-chi-phi-va-cham-tre-tien-do-thi-cong-doi-voi-cac-du-an-dau-tu-cong.aspx>.  
 [3] Huế, N. H., & Sơn, N. V. “Phân tích, đề xuất biện pháp quản lý rủi ro gây chậm tiến độ thi công của công trình thủy lợi, thủy điện ở Việt Nam.”  
 [4] Anh, T.T., & Thảo.N.T.T.(2019). “Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian thực hiện dự án công trình giao thông tại TP. HCM và các vùng lân cận”. Tạp chí Phát triển kinh tế, 50-55.  
 [5] Minh, N. T. (2022). “Yếu tố gây mâu thuẫn giữa chủ đầu tư và nhà thầu gây chậm trễ trong xây dựng ở TP.HCM”. Tạp chí Vật liệu & Xây dựng - Bộ Xây dựng, 12(02).  
 [6] Alfakhri, A., Ismail, A., Muhamad, A. K., Arhad, I., & Irtema, H. (2017). “A conceptual model of delay factors affecting road construction projects in Libya”. Journal of Engineering Science and Technology, 12(12), 3286-3298.  
 [7] Olupitan, A. L., Ajator, U. O., & Nzeneri, O. P. “The Critical Causes and Effects of Cost Overruns in Public Sector Construction Projects in Port Harcourt”.  
 [8] Mejía, guillermo, et al. “Delay causes in road infrastructure projects in developing countries.” Revista de la construcción 19.2 (2020): 220-234.  
 [9] Ardití, d., nayak, s., & damci, a. (2017). “Effect of organizational culture on delay in construction”. International journal of project management, 35(2), 136-147.  
 [10] Amare, y., quezon, e. T., & busier, m. (2017). “Causes of delays during construction phase of road projects due to the failures of contractor, consultant, and employer in addis ababa city road authority”. International journal of scientific & engineering research, 8(3), 15-25.



# CÔNG TY CỔ PHẦN XÂY DỰNG BÁCH KHOA SÀI GÒN

Trụ sở chính: Số 299/2/25 Lý Thường Kiệt, Phường 15, Quận 11, TP.Hồ Chí Minh  
VPĐD miền Bắc: P.702, tòa Nờ 7A BD Linh Đàm, P.Hoàng Liệt, Q.Hoàng Mai, TP.HN

 (028) 3502 6668

 info@bkscons.com

 bkscons.com







# 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