10-2024 | NĂM THỨ 63 | ISSN 2734-9888

www.tapchixaydung.vn

XÂY DỰNG

tapchixaydung.vn

TẠP CHÍ CỦA BỘ XÂY DỰNG

JOURNAL OF CONSTRUCTION 63th Year

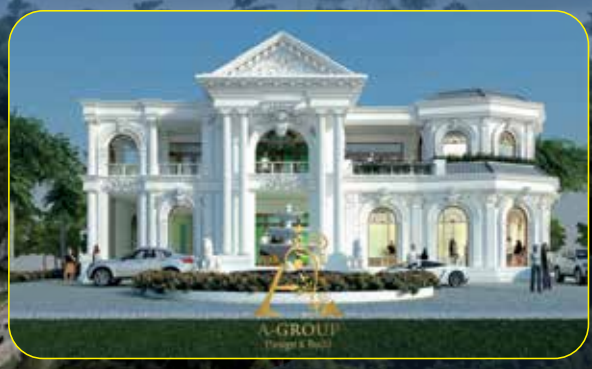


A-GROUP
Design & Build



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







VĂN PHÒNG :
- TP.HCM: 524 Lý Thường Kiệt, Phường 7, Quận Tân Bình
- TP Rạch Giá: P 31-19, Tôn Đức Thắng, KĐT Phú Cường, Phường An Hòa
- TP Phú Quốc: Đường Dương Đông Cửa Cạn, KP10, Phường Dương Đông

HOTLINE : 0931 2222 81 - 0941 2222 81


CÔNG NGHIỆP NẶNG
TÀI CHÍNH - NGÂN HÀNG
ABBANK
GELEXIMCO
BẤT ĐỘNG SẢN
THƯƠNG MẠI - DỊCH VỤ
GELEXIMCO
Trụ sở: 36 Hoàng Cầu - Đống Đa - Hà Nội
0243.514.1199
info@geleximco.vn
geleximco.vn

MỤC LỤC CONTENT

tapchixaydung.vn

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC:
PGS.TS Phạm Minh Hà
(Chủ tịch Hội đồng)
PGS.TS Vũ Ngọc Anh
(Thường trực Hội đồng)
GS.TS Nguyễn Việt Anh
TS Lê Văn Cư
TS Nguyễn Hồng Hải
TS Lê Quang Hùng
PGS.TS.KTS Hoàng Vĩnh Hưng
GS.TS.KTS Doãn Minh Khôi
GS.TS.KTS Nguyễn Tố Lăng
GS.TS Phan Quang Minh
TS Phan Hữu Duy Quốc
PGS.TS Lê Trung Thành
GS.TS Trịnh Minh Thụ
PGS.TS Nguyễn Hồng Tiến

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

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

Giấy phép xuất bản:
Số 728/GP-BTTTT ngày 10/11/2021

ISSN: 2734-9888

Tài khoản: 113000001172
Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Thiết kế: Thạc Cường

In tại: Công ty TNHH In Quang Minh
Địa chỉ: 418 Bạch Mai, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội

Ảnh bìa 1: Tái thiết khu dân cư Kho Vàng mới (xã Cốc Lầu, huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai) sau hậu quả của bão Yagi. Ảnh: Báo Lào Cai.

Giá 55.000 đồng

QUẢN LÝ NGÀNH
THẠCH LONG **4** Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050: Phát triển đô thị trở thành động lực giữ vai trò nòng cốt trong phát triển kinh tế đất nước

TỪ CHÍNH SÁCH ĐẾN CUỘC SỐNG
THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG **8** Khung định hướng giải quyết tình trạng ngập lụt, sạt lở đất tại các đô thị và điểm dân cư vùng cao
PGS.TS.KTS NGUYỄN VŨ PHƯƠNG **12** Kiến trúc nhà ở nông thôn bền vững ứng phó với BĐKH: Phương pháp và thực tiễn
GS.TS.KTS ĐỖ HẬU **20** Phòng chống rủi ro thiên tai và BĐKH tại TP Huế: Hỗ trợ các sáng kiến do cộng đồng khởi xướng
KTS NGUYỄN THÙY DUNG, THS.KTS LÊ TIỂU THANH **26** Hình dạng kiến trúc công trình kiến trúc chống chịu gió bão
KTS PHẠM THANH TÙNG **32** Đổi mới để ứng phó với biến đổi khí hậu - bài học từ sau bão số 3 (Yagi)
TS.KTS NGUYỄN TẤT THẮNG **36** Cây xanh và hè đường Hà Nội còn đó nhiều nỗi lo sau siêu bão Yagi

TRÒ CHUYỆN VỚI CHUYÊN GIA
THU THỦY **40** TS.KTS Phạm Thị Nhâm: "Nâng cao khả năng thích ứng của đô thị Việt Nam trước thiên tai và biến đổi khí hậu"

PHÁP LUẬT XÂY DỰNG
TS PHẠM VĂN KHÁNH **48** Kinh nghiệm xác định rủi ro trong quản lý hợp đồng thi công xây dựng tại Việt Nam
NGUYỄN BẮC THUỶ **50** Một số rủi ro phát sinh từ khác biệt giữa quy định pháp luật và điều kiện mẫu hợp đồng

GÓC NHÌN TỪ THỰC TIỄN
NGUYỄN HOÀNG LINH **52** Hiểu và giải thích luật không dễ!

GIỚI THIỆU SÁCH MỚI
AN NHIÊN **54** Phòng chống trượt lở đất đá ở bờ dốc - mái dốc

56-114 **65 NĂM THÀNH LẬP BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP**

115-173 **PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG ĐÔ THỊ XANH THÔNG MINH**

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
HỒ TRUNG VỊNH, NGUYỄN DUY HƯNG **174** Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quy trình quản lý chất lượng vật liệu đầu vào tại các dự án xây dựng
THS DÂN QUỐC CƯƠNG, PGS.TS NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG, PGS.TS ĐẶNG VŨ HIỆP **180** Dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông cốt thanh sợi polymer dựa trên mô hình cây hồi quy M5P
NGUYỄN THÀNH LIÊM, LÂM TẤN PHÁT, TRẦN VĂN TỲ **184** Đánh giá hiệu quả mô hình thí điểm kè ly tâm tại khu vực thị xã Vĩnh Châu tỉnh Sóc Trăng
NGUYEN THANH HUNG, PHD DUY KIEN DAO, DOAN DINH THIEN VUONG **190** Ảnh hưởng của ăn mòn cường bức đến ứng xử kéo của cốt thép bị ăn mòn
THS NGUYỄN XUÂN HIỂN, GS.TS PHAN QUANG MINH, PGS.TS NGUYỄN NGỌC TÂN **194** Tấm bê tông cốt liệu tái chế trên nền cát: Từ thiết kế đến ứng dụng
TRẦN LÊ VĨNH NGUYÊN, MAI XUÂN ĐẠT, THS NGUYỄN THỊ HỒNG NỤ, TS TRƯƠNG GIA TOẠI **200** Cải tiến mô hình dự đoán khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép
TS TRẦN ĐỨC HIẾU **205** Xây dựng mối quan hệ giữa các thông số cơ bản của máy đào thủy lực
KS LÊ VĂN NHỰT, TS ĐỖ VĂN TÍN **208** Phân tích động lực học khung thép không gian chịu va chạm của phương tiện giao thông
TS.KTS LÊ THỊ BẢO THƯ, LÊ HUỲNH BÍCH TRÂM **215** Tác động từ dự án cảng container MSC Cần Giờ đến sự phát triển của vùng TP.HCM
BÙI PHẠM ĐỨC TƯỜNG, NGUYỄN VĂN ĐOÀN, NGUYỄN THANH TÚ **220** Nghiên cứu mô hình Rayleigh để tính toán độ cản cho kết cấu sử dụng bể nước làm thiết bị giảm chấn
KS ĐỖ NHẬT MINH, TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT, PGS.TS NGUYỄN HỮU ANH TUẤN, THS LÊ THỊ THÙY LINH **225** Dự báo khả năng chống xuyên thủng của sàn phẳng BTCT bằng kỹ thuật trí tuệ nhân tạo
TS NGUYỄN TÀI DUY **230** Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh
THS LÊ CÔNG DANH **235** Quản lý đô thị ứng phó hạn mặn tại thành phố Bến Tre
TS TRẦN ĐỨC MINH HẢI, GS.TS TRẦN ĐỨC HẠ, TS LÊ VIỆT HƯNG **240** Dự báo chất lượng nước để làm cơ sở khoa học đề xuất giải pháp tổng hợp phục hồi dòng chảy sinh thái sông Tô Lịch
LƯU QUỐC ANH, LÂM TẤN PHÁT, TRẦN VĂN TỲ **245** Đánh giá hiệu quả dự án cấp nước sạch thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang
TS NGUYỄN VĂN TÂM, THS VŨ TIẾN TRÌNH **250** Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các năng lực đến năng suất lao động của công nhân xây dựng trên địa bàn tp hà nội
NCS NGUYỄN HỮU TÂN, TS LÊ HOÀI LINH **255** Tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị tại tỉnh Bình Dương: Hiệu quả và lợi ích
TS VÕ NGUYỄN PHÚ HUÂN, LÊ QUỐC ĐẠT **260** Đánh giá các phương pháp tính toán sức chịu tải cọc ép trong công trình dân dụng tại quận Tân Bình TP.HCM
THS.KTS LÊ ANH TUẤN, NCS NGUYỄN HỮU TÂN **265** Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu chung cư cao tầng tại các khu công nghiệp tại tỉnh Bình Dương
NGUYỄN VĂN GIANG, TRẦN QUỐC HOÀNG **270** Hướng tới một TP.HCM văn minh: Giải pháp hoàn thiện quản lý trật tự xây dựng

INDUSTRY MANAGEMENT

THACH LONG **4** Urban and rural system planning for the period 2021 - 2030, vision to 2050: Urban development becomes a driving force playing a pivotal role in the country's economic development

FROM POLICY TO LIFE

8 Framework for addressing flooding and landslides in urban areas and highland residential areas — PHAM HOANG PHUONG

NGUYEN VU PHUONG **12** Sustainable Rural Housing Architecture responding to Climate Change: Methods and Practices

DO HAU **20** Disaster Risk and Climate Change Prevention in Hue City: Supporting Community-Led Initiatives

NGUYEN THUY DUNG, LE TIEU THANH **26** Architectural shape of wind-resistant architectural works

PHAM THANH TUNG **32** Innovation to Respond to Climate Change - Lessons from Typhoon No. 3 (Yagi)

NGUYEN TAT THANG **36** Trees and sidewalks in Hanoi still have many concerns after super typhoon Yagi

TALK WITH EXPERTS

THU THUY **40** Dr. Architect Pham Thi Nham: "Enhancing the resilience of Vietnamese cities to natural disasters and climate change"

CONSTRUCTION LAW

PHAM VAN KHANH **48** Experience in identifying risks in construction contract management in Vietnam

NGUYEN BAC THUY **50** Some risks arise from differences between legal regulations and standard contract conditions

PERSPECTIVE TO PRACTICAL

NGUYEN HOANG LINH **52** Understanding and explaining the law is not easy!

ABOUT NEW BOOK

AN NHIEN **54** Prevention of landslides on slopes and embankments

56-114 **65TH ANNIVERSARY OF THE ESTABLISHMENT OF THE DEPARTMENT OF REINFORCED CONCRETE ENGINEERING**

115-173 **DEVELOPING SMART GREEN URBAN INFRASTRUCTURE**

SCIENTIFIC RESEARCH

HO TRUNG VINH, NGUYEN DUY HUNG **174** Investigating factors influencing the quality management process of materials in construction projects.

DAN QUOC CUONG, NGUYEN NGOC PHUONG, DANG VU HIEP **180** Prediction of axial capacity of concrete columns reinforced with fiber reinforced polymer bars based on the M5P tree model

NGUYEN THANH LIEM, LAM TAN PHAT, TRAN VAN TY **184** Assessment of the effectiveness of the pile-rock breakwater pilot in Vinh Chau area, Soc Trang province

NGUYEN THANH HUNG, DUY KIEN DAO, DOAN DINH THIEN VUONG **190** Influence of artificial accelerated cyclic corrosion on tensile behavior of reinforcement in concrete

NGUYEN XUAN HIEN, PHAN QUANG MINH, NGUYEN NGOC TAN **194** Recycled aggregate concrete paving slabs on sand base: From design to application

TRAN LE VINH NGUYEN, MAI XUAN DAT, NGUYEN THI HONG NU, TRUONG GIA TOAI **200** A calibration model for predicting the fire resistance of reinforced concrete columns

TRAN DUC HIEU **205** Build relationship between basic parameters of hydraulic excavators

LE VAN NHUT, DO VAN TIN **208** Dynamics analysis of a spatial steel frame subjected to impact transport

LE THI BAO THU, LE HUYNH BICH TRAM **215** Impact of the transshipment port MSC Can Gio on the development of Ho Chi Minh City region

BUI PHAM DUC TUONG, NGUYEN VAN DOAN, NGUYEN THANH TU **220** The Rayleigh damping model for structure equipped tuned liquid damper

DO NHAT MINH, TRUONG DINH NHAT, NGUYEN HUU ANH TUAN, LE THI THUY LINH **225** Forecasting the punching shear capacity of reinforced concrete flat slabs using artificial intelligence techniques

NGUYEN TAI DUY **230** Study of factors impacting users' intention to use smart home technology

LE CONG DANH **235** Urban management to response to salinity drought in Ben Tre City

TRAN DUC MINH HAI, TRAN DUC HA, LE VIET HUNG **240** Forecasting water quality as a scientific basis for proposing integrated solutions to restore the ecological flow of To Lich river

LUU QUOC ANH, LAM TAN PHAT, TRAN VAN TY **245** Assessment of the effectiveness of the clean water supply project in Long My Town, Hau Giang Province

NGUYEN VAN TAM, VU TIEN TRINH **250** Impact of primary competencies on labor productivity: a case of construction workers in Hanoi

NGUYEN HUU TAN, LE HOAI LINH **255** Integrating green spaces in urban architecture in Binh Duong: effectiveness and benefits

VO NGUYEN PHU HUAN, LE QUOC ĐAT **260** Assessment of pile load-bearing capacity calculation methods in civil construction projects in Tan Binh district, Ho Chi Minh City

LE ANH TUAN, NGUYEN HUU TAN **265** Determining the factors affecting the demand for high-rise apartments in industrial zones in Binh Duong province

NGUYEN VAN GIANG, TRAN QUOC HOANG **270** Towards a Civilized Ho Chi Minh City: Solutions for improving construction order management

SCIENTIFIC COMMISSION:
Ass.Prof Pham Minh Ha
(Chairman of the Scientific Council)
Ass.Prof Vu Ngoc Anh
(Permanent Council)
Prof. Nguyen Viet Anh, Ph.D
Dr. Le Van Cu
Dr. Nguyen Hong Hai
Dr. Le Quang Hung
Ass.Prof, Architect Hoang Vinh Hung
Prof, Dr, Architect Doan Minh Khoi
Prof, Dr, Architect Nguyen To Lang
Prof. Phan Quang Minh, Ph.D
Dr. Phan Huu Duy Quoc
Ass.Prof Le Trung Thanh, Ph.D
Prof. Trinh Minh Thu, Ph.D
Ass.Prof Nguyen Hong Tien, Ph.D

EDITOR-IN-CHIEF:
Nguyen Thai Binh
DEPUTY-EDITOR-IN-CHIEF:
Pham Van Dung
Ly Ngoc Thanh

OFFICE:
37 LE DAI HANH, HAI BA TRUNG, HANOI
Editorial Board: 024.39740744
Email: banbientaptcxd.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

QUY HOẠCH HỆ THỐNG ĐÔ THỊ VÀ NÔNG THÔN THỜI KỲ 2021 - 2030, TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2050:

Phát triển đô thị trở thành động lực giữ vai trò nòng cốt trong phát triển kinh tế đất nước

> THẠCH LONG

Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 là cơ sở để phát huy tối đa lợi thế của quốc gia, vùng, địa phương để phát triển đô thị trở thành động lực giữ vai trò nòng cốt trong phát triển kinh tế đất nước, phát triển hài hòa đô thị và nông thôn.

Ngày 22/8/2024, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định 891/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Quy hoạch này đã được Bộ Xây dựng công bố ngày 03/10/2024. Tạp chí Xây dựng xin giới thiệu những nội dung chính của Quy hoạch.

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐÔ THỊ HÓA

Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 được ban hành nhằm hướng đến các mục tiêu đẩy nhanh tốc độ và nâng cao chất lượng đô thị hóa, phát triển, sắp xếp, phân bố hệ thống đô thị và nông thôn thống nhất, hiệu quả, toàn diện, có kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại phù hợp với điều kiện phát triển, có môi trường sống lành mạnh, có khả năng chống chịu, thích ứng nước biển dâng, biến đổi khí hậu, thân thiện môi trường và giảm phát thải.

Mục tiêu đến năm 2030 đẩy nhanh tốc độ và nâng cao chất lượng đô thị hóa, có kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại phù hợp với điều kiện phát triển, có môi trường sống lành mạnh, có khả năng chống chịu, thích ứng nước biển dâng, biến đổi khí hậu, thân thiện môi trường và giảm phát thải.

Phát triển bền vững hệ thống đô thị theo mạng lưới, hình thành một số đô thị, chuỗi đô thị động lực có kiến trúc hiện đại, xanh, bản sắc. Chất lượng sống tại các đô thị ở mức cao.

Phát triển nông thôn toàn diện, bền vững gắn với phát triển đô thị, đô thị hóa, có cơ sở hạ tầng, dịch vụ xã hội đồng bộ và tiệm cận với khu vực đô thị; giữ gìn và phát huy bản sắc văn hóa dân tộc của từng vùng miền; xây dựng nông thôn xanh, sạch, đẹp. Phát triển kinh tế, xã hội nông thôn gắn với xây dựng nông thôn mới theo hướng nông nghiệp sinh thái có hiệu quả cao, nông thôn hiện đại và nông dân văn minh.

Đến 2050 hệ thống đô thị liên kết thành mạng lưới đồng bộ, thống nhất, cân đối giữa các vùng, miền, có khả năng chống chịu, thích ứng hiệu quả với biến đổi khí hậu, nước biển dâng, phòng, chống thiên tai, dịch bệnh, bảo vệ môi trường, kiến trúc tiêu biểu giàu bản sắc, xanh, hiện đại, thông minh. Xây dựng được ít nhất 5 đô thị đạt tầm cỡ quốc tế, giữ vai trò là đầu mối kết nối và phát triển với mạng lưới khu vực và quốc tế. Cơ cấu kinh tế khu vực đô thị phát triển theo hướng hiện đại với các ngành kinh tế xanh, kinh tế số chiếm tỷ trọng lớn. Nông thôn có môi trường sống kết nối chặt chẽ, hài hòa với đô thị, văn minh, xanh, sạch, đẹp giàu bản sắc văn hóa dân tộc với điều kiện sống, thu nhập dân cư nông thôn tiệm cận với đô thị.

XÁC ĐỊNH 4 VÙNG ĐÔ THỊ LỚN

Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 xác định có 4 vùng đô thị lớn.

Vùng đô thị lớn Thủ đô Hà Nội. Vùng đô thị Hà Nội là vùng đô thị lớn gồm các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương như: Hà Nội, Hải Phòng, Quảng Ninh, Hưng Yên, Hải Dương, Bắc Ninh, Vĩnh Phúc, Hà Nam, Bắc Giang, Thái Nguyên, Hoà Bình và Phú Thọ.

Xây dựng và phát triển Thủ đô Hà Nội là cực tăng trưởng quốc gia và các đô thị lân cận của các tỉnh thuộc vùng đồng bằng sông Hồng, vùng trung du và miền núi phía Bắc nhằm chia sẻ chức năng về giáo dục, đào tạo, y tế, khoa học, công



nghệ, thương mại, dịch vụ, du lịch và hạn chế sự tập trung quá mức vào đô thị trung tâm Hà Nội, phù hợp với hệ sinh thái lưu vực sông Hồng và sông Thái Bình.

Vùng đô thị lớn TP.HCM. Vùng đô thị TP.HCM là vùng đô thị lớn gồm các tỉnh/thành phố: TP.HCM, Bình Dương, Đồng Nai, Bà Rịa - Vũng Tàu, Tây Ninh, Bình Phước, Long An, Tiền Giang.

Xây dựng và phát triển TP.HCM là cực tăng trưởng quốc gia và các đô thị lân cận của các tỉnh thuộc vùng Đông Nam Bộ và ĐBSCL nhằm chia sẻ chức năng về dịch vụ, công nghiệp, giáo dục - đào tạo, y tế, khoa học - công nghệ, hạn chế sự tập trung quá mức vào đô thị trung tâm TP.HCM, phù hợp với hệ sinh thái lưu vực sông Đồng Nai và sông Mê Kông.

Vùng đô thị Đà Nẵng. Vùng đô thị Đà Nẵng gồm các thành phố Đà Nẵng, Huế và các đô thị lân cận thuộc tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định.

Xây dựng và phát triển TP Đà Nẵng, TP Huế là cực tăng trưởng, động lực quan trọng, đóng vai trò thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, khu vực Bắc Tây Nguyên; cùng với chuỗi các đô thị động lực của các tỉnh thuộc vùng duyên hải Nam Trung Bộ (TP Tam Kỳ, Quảng Ngãi, Quy Nhơn) trở thành trung tâm về khởi nghiệp, đổi mới sáng tạo, du lịch, thương mại, tài chính, logistics, công nghiệp công nghệ cao, công nghệ thông tin; là một trong những trung tâm giáo dục, đào tạo, y tế chất lượng cao, khoa học, công nghệ của đất nước gắn với hệ sinh thái biển miền Trung; trung tâm tổ chức các sự kiện tầm khu vực và quốc tế.

Vùng đô thị Cần Thơ. Vùng đô thị Cần Thơ gồm TP Cần Thơ và các đô thị lân cận thuộc các tỉnh An Giang, Kiên Giang, Vĩnh Long, Đồng Tháp.

Xây dựng thành phố Cần Thơ là cực tăng trưởng động lực thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội vùng ĐBSCL; cùng với các đô thị Long Xuyên, Rạch Giá, Vĩnh Long, Cao Lãnh trở thành trung tâm dịch vụ thương mại, du lịch, logistics, công nghiệp chế biến, nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao, giáo dục, đào tạo, y tế chuyên sâu, khoa học, công nghệ, văn hóa, thể thao của cả vùng gắn với hệ sinh thái vùng ĐBSCL.

Ngoài ra, còn có hệ thống đô thị trung tâm quốc gia (đô thị loại đặc biệt và loại I); Hệ thống đô thị trung tâm cấp vùng (đô thị loại I, II, III là các thành phố đô thị trung tâm các vùng); Hệ thống đô thị trung tâm cấp tỉnh (đô thị loại I, II, III và IV là các thành phố, thị xã, đô thị trung tâm cấp vùng…); Hệ thống đô thị trung tâm huyện (đô thị loại IV, V là các thị trấn, đô thị mới giữ vai trò là trung tâm huyện lỵ và trung tâm chuyên ngành thuộc huyện…); Đô thị trung tâm chuyên ngành cấp quốc gia, cấp vùng; Phát triển hệ thống đô thị vùng biên giới, hệ thống đô thị ven biển, trên các đảo.

XÂY DỰNG NÔNG THÔN MỚI PHÁT TRIỂN TOÀN DIỆN

Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, xác định Định hướng phát triển nông thôn là Xây dựng nông thôn mới phát triển toàn diện, hiện đại, xanh, sạch, đẹp gắn với quá trình đô thị hóa; có cơ sở hạ tầng, dịch vụ xã hội đồng bộ và tiệm cận với khu vực đô thị; giữ gìn và phát huy bản sắc văn hóa dân tộc; chuyển đổi cơ cấu kinh tế nông thôn và tổ chức sản xuất hợp lý, tạo sinh kế bền vững cho người dân thực hiện chương trình mỗi



xã một sản phẩm (OCOP); xã hội nông thôn ổn định, dân trí được nâng cao; an ninh, trật tự được bảo đảm. Cụ thể:

Phân bố tổ chức khu dân cư nông thôn cấp huyện, xã phù hợp với đặc trưng vùng miền và tiến trình đô thị hóa;

Bảo tồn và phát triển khu dân cư nông thôn truyền thống, bảo vệ các khu vực nông thôn có giá trị đặc trưng, giữ gìn và phát huy bản sắc văn hóa dân tộc;

Chủ động di dời, bảo vệ khu dân cư nông thôn nguy cơ thiên tai;

Thúc đẩy đô thị hóa nông thôn, kiểm soát hiệu quả quá trình đô thị hóa lan toả;

Phát triển bền vững khu dân cư nông thôn miền núi, dân tộc thiểu số và miền núi.

Xây dựng khu dân cư nông thôn gắn với vùng sinh thái nông nghiệp:

+ *Phân bố tổ chức khu dân cư nông thôn:* Bố trí, sắp xếp lại dân cư gắn với xây dựng huyện và xã nông thôn mới theo hướng tập trung, có điều kiện sống tương đương với khu vực đô thị. Xây dựng mới hoặc mở rộng khu dân cư nông thôn không nằm trong: Vùng bị ô nhiễm môi trường, vùng có khí hậu xấu, vùng hành lang bảo vệ công trình hạ tầng, di sản. Huyện có các đô thị loại IV, V là các thị trấn, đô thị mới là trung tâm huyện lỵ hoặc trung tâm chuyên ngành thuộc huyện, giữ vai trò liên kết nông thôn - đô thị. Phát triển mỗi xã nông thôn có một trung tâm xã, tại khu trung tâm bố trí đầy đủ các chức năng giao dịch hành chính, mua sắm, giải trí… Phân bố các chức năng khu dân cư nông thôn đảm bảo: Tiết kiệm đất canh tác, thuận tiện đi lại, bảo vệ môi trường sống, tận dụng địa hình cảnh quan để tạo lập kiến trúc nông thôn đẹp có bản sắc, phù hợp với điều kiện kinh tế - xã hội vùng miền.

+ *Về an sinh xã hội - văn hoá:* Liên kết các thị trấn, đô thị mới (loại V) với khu dân cư nông thôn tạo thành mạng lưới hạ tầng xã hội trên địa bàn huyện và xã, cung ứng đầy đủ các dịch vụ an sinh xã hội cơ bản, từng bước phát triển các dịch vụ nông thôn chất lượng cao. Tập trung nâng cấp cơ sở hạ tầng thiết yếu nhằm đảm bảo ổn định cuộc sống của người dân, đặc biệt là giao thông, cấp điện, cấp nước, thông tin và truyền thông, y tế, giáo dục, văn hóa, nhà ở cho dân cư

Tổ chức khu dân cư nông thôn các vùng kém thuận lợi phát triển: Quy hoạch huyện, xã xác định các tiểu vùng nông thôn hỗ trợ phát triển các xã nhỏ nằm cách xa các thị trấn; xây dựng các trung tâm cụm thôn, cụm xã có các cơ sở hạ tầng kinh tế xã hội thiết yếu phục vụ hoạt động cộng đồng.

Tổ chức khu dân cư nông thôn vùng đồng bào dân tộc thiểu số và miền núi: Khai thác tiềm năng lợi thế so sánh của vùng miền, bảo vệ môi trường và không gian sinh sống, rút ngắn khoảng cách về phát triển và mức thu nhập so với trung bình cả nước.

Chú trọng hình thái không gian cư trú nông thôn theo đặc trưng địa hình cảnh quan và bản sắc văn hóa vùng miền, tăng mật độ dân cư để tiếp cận tốt hơn đối với kết cấu hạ tầng kỹ thuật và xã hội. Các khu dân cư nông thôn truyền thống được bảo tồn, phục hồi các di sản văn hoá, tín ngưỡng; nâng cấp, phát triển mới các không gian văn hóa cộng đồng nông thôn; duy trì phong tục tập quán, truyền thống văn hóa tốt đẹp làng xã nông thôn trong quá trình đô thị hoá. Bảo tồn và phát triển các làng nghề truyền thống, làng văn hóa, cộng đồng các dân tộc thiểu số vùng sâu, vùng xa kết hợp phát triển du lịch.

Về môi trường, thiên tai: Các điểm dân cư tập trung đã

CÁC CHỈ TIÊU PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ, NÔNG THÔN THỜI KỲ ĐẾN NĂM 2030

Hệ thống đô thị: Tỷ lệ đô thị hoá đến năm 2030 đạt trên 50%, năm 2050 đạt trên 70%; số lượng đô thị toàn quốc khoảng 1.000 - 1.200 đô thị; kinh tế khu vực đô thị đóng góp vào GDP cả nước khoảng 85%; xây dựng được mạng lưới đô thị thông minh trung tâm cấp quốc gia và cấp vùng kết nối quốc tế và 3 - 5 đô thị có thương hiệu tầm khu vực và quốc tế vào năm 2030.

Dân số đô thị tăng trung bình 3,37 - 4,13%/năm trong giai đoạn 2025 - 2030; Tỷ lệ đất xây dựng đô thị trên tổng diện tích đất tự nhiên đạt khoảng 1,9 - 2,3%;

Tỷ lệ đất giao thông trên đất xây dựng đô thị đạt khoảng 16 - 26%; Diện tích cây xanh bình quân trên mỗi người dân đô thị đạt khoảng 8 - 10 m2; Diện tích sàn nhà ở bình quân đầu người tại khu vực đô thị đạt tối thiểu 32 m2; Phổ cập dịch vụ mạng Internet băng rộng cáp quang, phổ cập dịch vụ mạng di động 5G, tỷ lệ dân số trưởng thành tại đô thị có tài khoản thanh toán điện tử trên 80%; Tỷ lệ dân cư đô thị sử dụng nước sạch đạt 100%; Tỷ lệ nước thải sinh hoạt được xử lý tại các đô thị loại II trở lên đạt 40 - 45%. Tỷ lệ chất thải rắn sinh hoạt đô thị được xử lý bằng công nghệ chôn lấp trực tiếp trên tổng lượng chất thải được thu gom đạt dưới 10%.

Hệ thống nông thôn: Cả nước có ít nhất 90% số xã đạt chuẩn nông thôn mới, trong đó 50% số xã đạt chuẩn nông thôn mới nâng cao; phấn đấu cả nước có khoảng 70% số huyện, thị xã, thành phố trực thuộc cấp tỉnh đạt chuẩn nông thôn mới, hoàn thành nhiệm vụ xây dựng nông thôn mới; trong đó 35% số huyện đạt chuẩn được công nhận là huyện nông thôn mới nâng cao, huyện nông thôn mới kiểu mẫu; phấn đấu 100% huyện có đô thị.

nằm trong các vùng sát bờ sông, kênh, rạch có nguy cơ sạt lở cao cần được cải tạo gia cố bờ, kiểm soát và hạn chế việc bố trí công trình mới. Các cụm tuyến dân cư và nhà ở vùng thường xuyên ngập lũ cần dành không gian thoát lũ để đảm bảo an toàn tính mạng và tài sản của người dân.

PHÁT TRIỂN ĐA DẠNG HỆ THỐNG HẠ TẦNG KỸ THUẬT QUỐC GIA

Quy hoạch hệ thống đô thị và nông thôn đã xác định các nhóm nhiệm vụ, giải pháp và nguồn lực thực hiện; các chương trình dự án quan trọng quốc gia, lộ trình thực hiện; các chỉ tiêu, định hướng phát triển đô thị, nông thôn thời kỳ đến năm 2030, tầm nhìn đến 2050.

Theo đó, hạ tầng giao thông vận tải sẽ phát triển theo hướng xây dựng mới và nâng cấp mạng lưới quốc lộ, liên thông tỉnh lộ đáp ứng nhu cầu kết nối các đô thị trong vùng và cả nước.

Phát triển mạng lưới giao thông đô thị tương xứng theo quy mô, loại đô thị, cấp quản lý hành chính chức năng đô thị, nông thôn. Tại các khu đô thị hiện có cần tiến hành phân loại mạng lưới đường, tổ chức lại giao thông hợp lý; tại các đô thị mới, khu đô thị mới phát triển, phải đảm bảo mật độ mạng lưới đường và xây dựng đồng bộ mạng lưới các công trình cơ sở hạ tầng khác. Có biện pháp chống ách tắc giao thông hữu hiệu trong các đô thị lớn. Xây dựng các tuyến ra vào thành phố, các nút giao cắt lập thể đảm bảo kết nối giao thông đô thị liên thông với các tuyến quốc lộ và đường cao tốc. Xây dựng các tuyến tránh đô thị, hình thành vành đai tại một số thành phố có các tuyến quốc lộ quan trọng đi qua. Phát triển đa dạng hệ thống kết cấu hạ tầng phục vụ vận tải hành khách công cộng để đảm bảo trật tự - an toàn giao thông đô thị và bảo vệ môi trường.

Về hạ tầng thoát nước mưa chống ngập, phát triển theo lưu vực và phân vùng thoát nước với những đặc điểm địa hình, cốt nền, thoát nước, ngập úng từng vùng, khu vực được định hướng cụ thể; giảm tình trạng ngập úng thường xuyên trong mùa mưa; duy trì, phát triển hồ điều hoà tạo cảnh quan trong đô thị; khuyến khích tái sử dụng nước mưa, tiết kiệm tài nguyên nước, giảm thiểu việc khai thác sử dụng nguồn nước dưới đất và nước mặt, hướng tới quản lý thoát nước bền vững.

Về định hướng liên kết đô thị - nông thôn, sẽ xây dựng các vùng đô thị lớn, đô thị lớn và cực lớn ở miền Bắc, miền Trung, phía Nam trở thành các cực tăng trưởng chủ đạo quốc gia và thúc đẩy liên kết đô thị - nông thôn với phát triển các ngành.

Trong giai đoạn từ năm 2023 - 2030, tiếp tục triển khai đồng bộ, có hiệu quả các chương trình, dự án đang thực hiện đầu tư phát triển hệ thống hạ tầng kỹ thuật cấp vùng, liên vùng, dự án nâng cấp, phát triển đô thị, dự án phát triển hạ tầng kỹ thuật đô thị, các dự án phát triển đô thị ứng phó biến đổi khí hậu, phát triển đô thị thông minh, chuyển đổi số, chuyển đổi xanh, phát triển đô thị giảm phát thải, các chương trình, đề án phát triển đảm bảo an sinh nhà ở và chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng nông thôn mới.

Xây dựng cơ chế phát triển hạ tầng đô thị bằng nhiều nguồn vốn, khuyến khích sự tham gia của các khu vực ngoài nhà nước. Đổi mới công tác quản lý đất đai và phát triển thị trường bất động sản; tiếp tục hoàn chỉnh và đổi mới chính sách về nhà và đất đô thị để ổn định đời sống và tạo nguồn lực phát triển đô thị, xây dựng nông thôn mới.

Khung định hướng giải quyết tình trạng ngập lụt, sạt lở đất tại các đô thị và điểm dân cư vùng cao



THS.KTS PHẠM HOÀNG PHƯƠNG*

Hiện tượng các đô thị và điểm dân cư vùng cao khu vực Trung du và miền núi phía Bắc đang có xu hướng diễn biến tình trạng ngập lụt rất phức tạp, kéo theo đó là cả tình trạng sạt lở với tần suất ngày càng nhiều là điểm bất thường rất đáng chú ý. Để giảm thiểu thiệt hại, rất cần sớm có các định hướng giải pháp hạn chế và khắc phục tối đa vấn đề trên.

GIA TĂNG TÌNH TRẠNG NGẬP LỤT ĐÔ THỊ, SẠT LỞ ĐẤT TẠI CÁC ĐÔ THỊ VÀ ĐIỂM DÂN CƯ VÙNG CAO

Cơn bão số 3 (Yagi) vừa qua đã cho thấy rất rõ điều này. Do tác động mưa lớn của hoàn lưu bão và nước sông dân, ngập lụt nặng đã xảy ra ở 20/25 tỉnh, thành miền Bắc, đặc biệt là hàng loạt các đô thị và điểm dân cư khu vực trung du và miền núi phía Bắc như Lào Cai, Yên Bái, Sơn La, Tuyên Quang, Thái Nguyên, Bắc Giang… Nước lũ mạnh cuốn phăng tính mạng và tài sản của người dân. Nhiều nơi nước ngập lên nhanh, sâu từ 2 - 4 m, chia cắt và cô lập các khu dân cư, cản trở giao thông. Nước dâng nhanh trong đêm khiến nhiều người dân không kịp di dời tài sản gây thiệt hại khá lớn. Kèm theo đó là sạt lở đất nghiêm trọng dẫn đến sự gia tăng lớn về thiệt hại cả người và của. Cụ thể, riêng trận sạt lở, lũ quét tại Làng Nủ (Bảo Yên, Lào Cai) rạng sáng 10/9/2024 đã san phẳng 33 nóc nhà khiến 52 người chết và còn 14 người mất tích.

Ngay trước đó, trong tháng 8/2024, sau một vài trận mưa lớn, một số đô thị lớn như Hòa Bình, Sơn La cũng đã bị ngập nặng và vụ sạt lở đất, đá vào nhà dân khiến 1 người chết, 2 người bị thương tại xã Thông Nguyên (Hoàng Su Phì, Hà Giang) và mới đây nhất tại vùng cao Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Giang cuối tháng 09/2024 cho thấy đây không còn là tình trạng ngoại lệ. Lý giải cho tình trạng ngập lụt như trên, nguyên nhân được cho là sự kết hợp đồng thời của nhiều nguyên nhân khách quan và chủ quan, trong đó:

Các nguyên nhân khách quan.

Đối với ngập lụt, bắt nguồn từ sự diễn biến phức tạp của khí hậu và thời tiết khắc nghiệt, đặc biệt do các tác động của biến đổi khí hậu dị kéo theo khả năng khuếch đại về cường độ gió bão mưa lớn và thời gian diễn biến kéo dài bất thường. Như trong đợt bão số 3 vừa qua, nhiều địa phương có lượng mưa đạt 250 - 450 mm, cá biệt còn trên 550 mm. Mưa xối xả tập trung trong nhiều giờ (có nơi là 13 giờ liên tục) dẫn đến quả tải cục bộ của hệ thống hạ tầng thoát nước đô thị. Cùng với đó, do một số nằm cạnh các con sông lớn (như sống Cầu tại Thái Nguyên, trên sông Thao tại Lào Cai và Yên Bái…), khi lũ các con sông dâng cao rất nhanh khiến cho tình trạng ngập úng và ảnh hưởng thiệt hại về tính mạng và tài sản của người dân ngày càng trầm trọng. Như tại Yên Bái lúc 16h ngày 10/9, lũ lên mức 35,73 m trên mức báo động 3 là 3,73 m và vượt mức lũ lịch sử năm 1968 là 1,31 m đã gây úng ngập diện rộng cả trong TP Yên Bái và nhiều xã, huyện lân cận.

Bên cạnh đó, các đô thị có vị trí, địa hình tự nhiên tại các vùng đất thung lũng tương đối bằng phẳng, xung quanh bao bọc bởi các rãnh núi cao nên lượng nước từ trên dồn cao về khi có mưa lớn thường rất nhanh và lớn, ứ đọng lại gây ngập úng trên diện rộng cả trong và ngoài đô thị.

Đối với lũ quét và sạt lở đất, về cơ bản, sạt lở đất thường là hệ quả của các trận mưa lũ dài ngày, khi đất đá trên các sườn núi cao đã bị ngấm no nước dẫn đến phân rã, không còn khả năng cố kết. Cấu trúc của một cơn lũ quét và sạt lở đất thường gồm 3 phần. Phần phát sinh trượt lở ban đầu giúp cung cấp vật liệu đất đá vào trong các dòng chảy. Phần dòng chảy chính với kênh dẫn có độ dốc lớn, thường là các khe suối hiện có. Phần sau cùng là vùng lắng đọng của bùn đá sau lũ nơi các vật liệu của lũ xòe ra theo cấu tạo hình quạt tại hạ lưu. Thiên tai loại này thường xảy ra khi có mưa lớn hoặc mưa dài ngày tại các nơi có địa hình dốc (thường là kiểu chữ V) và đất bề mặt không có sự cố kết chắc chắn. các tham số quan trọng để xác định xảy ra một trận lũ sạt lở đất gồm: cấu trúc của bề mặt đất thể hiện quả đặc trưng của hình thái lưu vực như diện tích, chiều rộng, độ dốc, mật độ sông suối, hình dạng của lưu vực.

Cụ thể, như trận lũ quét và sạt lở đất tại thôn Làng Nủ (Bảo

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



Thung lũng Bắc Sơn.

Yên, Lào Cai) vừa qua, các chuyên gia khoa học đã nhận định, sau khi xuất hiện các trận mưa lớn tới 633 mm trong 2 ngày, bằng ¼ lượng mưa trung bình năm tại địa phương, trận thiên tai có vị trí xuất phát là mảng sạt lở lớn tại núi Con Voi ở độ cao 774 m. Sau khi sạt lở đất và đá sạt xuống theo kênh dẫn chính là lòng máng con suối đã có từ trước có tổng chiều dài khoảng 3,6 km, với tốc độ khoảng 20 m/s, thời gian chảy từ 10 - 15 phút. Do địa hình lòng suối hẹp, giai đoạn ban đầu đất bùn bị nghẹn lại tạo thành một vùng chứa tạm thời ở khu vực lưng trừng tước tiếp tục bùng nổ đổ xuống, tạo nên sự công hưởng sức tàn phá trên quy mô rộng khoảng 38 ha gây thiệt hại về người và tài sản trên diện rộng. Chiều sâu của lớp bùn tích tụ sau sạt lở tại hạ lưu trung bình từ 8 - 15 m, có nơi lên tới 18 m cho thấy khối lượng đất đá đổ xuống là rất lớn nên thiệt hại lớn khi xảy ra là không thể tránh khỏi.

Các nguyên nhân chủ quan là điều cần bàn. Đầu tiên, quan trọng nhất chính là công tác quy hoạch đô thị và quản lý đô thị chưa theo kịp với hiện trạng đô thị hóa nóng tại nhiều đô thị vùng cao dẫn đến quy hoạch dàn trải, người dân còn phải định cư tại nhiều vị trí bất lợi. Phát triển đô thị và điểm dân cư vùng cao can thiệp san gạt thô bạo vào địa hình tự nhiên làm mất đi độ dốc địa hình vốn có cũng như giảm khả năng tự tiêu thoát nước tự nhiên theo địa hình của đô thị.

Phát triển đô thị nóng, thiếu kiểm soát tốt dẫn đến bê tông hóa tràn lan, lấn chiếm ao hồ, làm giảm khả năng ngấm nước bề mặt và chứa nước cục bộ. Việc phát triển tràn lan các khu dân cư, khu đô thị mới vào các vị trí trũng thấp, vốn trước kia là những khu vực chứa nước ngập tạm thời hoặc hành lang thoát lũ của đô thị cũng làm gia tăng thiệt hại cho người dân khi đưa vào sử dụng, tác động đến xâm hại thậm chí cản trở hoàn toàn các hành lang và các trục tiêu thoát nước ứng ngập đô thị và điểm dân cư.

Quy hoạch hệ thống hạ tầng đô thị thoát nước cũng còn yếu so với nhu cầu thực tế, đặc biệt là trước mức độ và tần suất các cơn bão có diễn biến phức tạp như hiện nay. Tác động của biến đổi khí hậu với sự xuất hiện của các trận mưa lớn với xác suất xuất hiện 60 năm, tập trung trong thời gian ngắn vượt quá tần suất thiết kế của nhiều hệ thống thoát nước đô thị vốn chỉ được thiết kế với tần suất 10%. Tình trạng chậm triển khai đầu tư xây dựng, duy tu bảo dưỡng hệ thống hạ tầng thoát nước, chống úng ngập cho đô thị vẫn còn khá phổ biến, không theo kịp với hiện trạng tốc độ phát triển xây dựng khu chức năng đô thị.

Một số đô thị có quy hoạch và xây dựng hệ thống đê, kè ngăn lũ, đất cũng chưa đồng bộ, chưa có sự kiên kết với tổng thể trên toàn lưu vực sông, các điểm xung yếu, ở quy mô từng địa phương và liên vùng để có thể tạo ra hành động thống nhất ngăn chặn và tiêu thoát lũ hợp lý trên diện rộng.

Quy hoạch đô thị và điểm dân cư nông thôn chưa trú trọng đến việc bảo vệ và phát triển rừng, thảm thực vật tự nhiên trên các triền núi và đồi xung quanh, đã bị khai thác cạn kiệt, bị suy giảm mạnh, cùng với địa hình dốc gây nên tình trạng lũ tập trung nhanh, dòng chảy lớn kiểu lũ ống, lũ quyét với sức tàn phá rất lớn. Cây rừng suy giảm cũng dẫn đến khả năng cố kết đất kém, kéo theo tình trạng sạt lở đất nghiêm trọng.

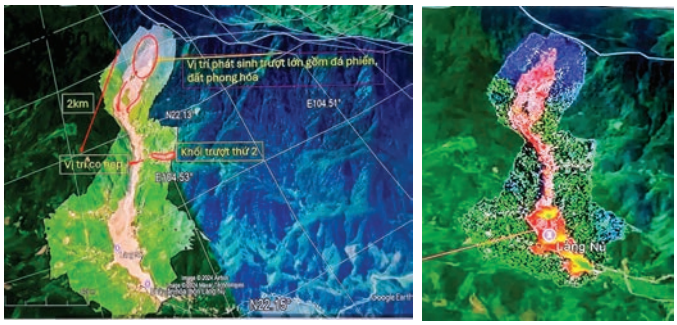
Sau cùng, việc bắt buộc phải xả lũ khẩn cấp tại một số thủy điện như: thủy điện Tuyên Quang, thủy điện Thác Bà, thủy điện Sơn La… cũng khiến cho mực nước sông tăng rất nhanh.

Đối với riêng tình trạng sạt lở đất, do đây là sự cộng hưởng hệ quả của tình trạng mưa nhiều, ngập úng trong và sau bão, thì điểm chính là khiếm khuyết khi quy hoạch các khu vực dân sinh vào nơi xung yếu, nguy cơ ảnh hưởng thiệt hại sạt lở đất lớn. Hệ thống đê, kè cố định, chống sạt lở chưa được thiết kế và xây dựng đồng bộ.

Việc thiết kế, xây dựng công trình có khả năng chống chịu



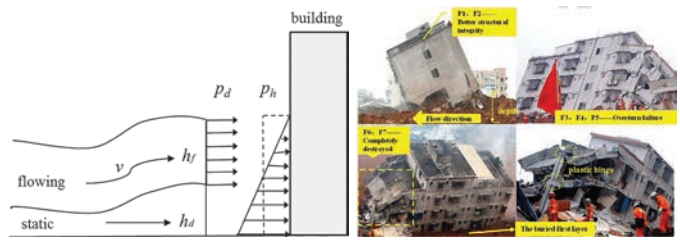
Hình 1: Ngập lụt diện rộng trên toàn đô thị tại TP Thái Nguyên trong đợt bão số 3 vừa qua (nguồn: sưu tầm)



Hình 3: Sơ đồ đánh giá quá trình hình thành và tác động thiệt hại của trận lũ quét và sạt lở đất nghiêm trọng tại thôn Làng Nủ (Bảo Yên, Lào Cai) (nguồn: sưu tầm)



Hình 2: Trận sạt lở đất và lũ quét kinh hoàng tại Làng Nủ (Hoàng Su Phì, Lào Cai) (nguồn: sưu tầm)



Hình 4: Sơ đồ mô tả lực tác động của thiên tai trượt đất vào phần thân công trình và cách dòng đất trượt tác động sâu vào bên trong công trình do hạn chế về kiến trúc công trình (nguồn: sưu tầm)

sạt lở đất còn kém do chưa xác định rõ chiều cao và khối tích công trình hợp lý. Thiết kế kết cấu công trình mới chủ yếu quan tâm đến phần móng công trình trong khi còn xem nhẹ khả năng chống chịu của phần thân phía trên công trình. Đặc biệt, kiến trúc mặt tiền công trình hướng đối diện với dòng đất sạt lở được thiết kế sơ sài, sử dụng các hệ vách kính - cửa sổ thông thường sẽ dẫn đến tác động của dòng đất sạt lở có xu hướng xuyên sâu vào phía trong công trình, dẫn đến gia tăng mức độ thiệt hại cho công trình.

ĐỊNH HƯỚNG GIẢI QUYẾT TÌNH TRẠNG NGẬP LỤT, SẠT LỞ ĐẤT ĐÔ THỊ VÀ ĐIỂM DÂN CƯ VÙNG CAO

Trong tình hình dông bão diễn biến phức tạp và điều kiện tại các đô thị, điểm dân cư còn nhiều khó như hiện nay, giải quyết xong hoàn toàn tình trạng này chắc chắn cần có kế hoạch tổng thể và các giải đồng bộ liên ngành theo từng giai đoạn trên phạm vi từng đô thị và liên tỉnh để từng bước giảm thiểu tối đa thiệt hại, đảm bảo an toàn cho người dân.

Nhóm giải pháp chung

Việc cấp bách cần triển khai trước tiên chính là đổi mới nâng cao chất lượng công tác cảnh báo, dự báo về thời tiết cực đoan, lũ, ngập lụt trên hành lang các lưu vực sông cận kề các đô thị và điểm dân cư vùng cao cần đi trước một bước.

Đồng thời, mỗi địa phương cần chủ động nghiên cứu thiết lập bản bản đồ dự báo ngập lụt, sạt lở đất cho đô thị, điểm dân cư vùng cao và liên vùng trên cùng lưu vực sông. Kèm theo đó là các kịch bản, kế hoạch ứng phó để chủ động trong công tác phòng chống lũ, sạt lở đất.

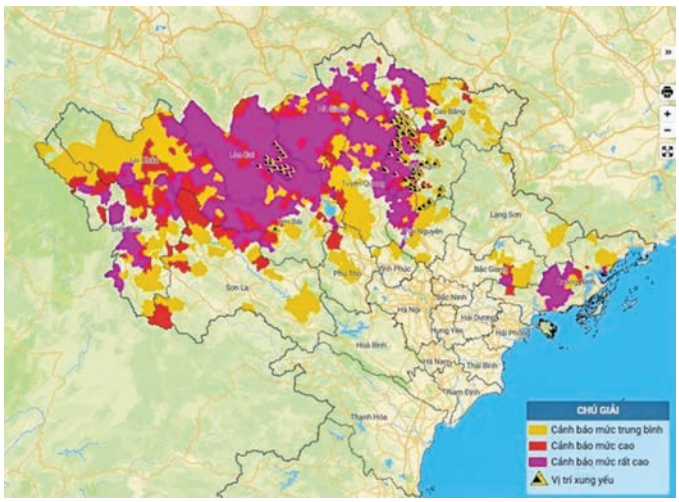
Quan trọng nhất, quy hoạch phát triển đô thị theo hướng bền vững, có khả năng thích ứng với các điều kiện ngập úng, sạt lở đất. Quy hoạch phát triển đô thị cũng tập trung hạn chế các tác động can thiệp thô bạo làm biến đổi điều kiện địa hình tự nhiên, hạn chế tình trạng bê tông hóa bề mặt đô thị tràn lan, giữ gìn các khoảng đất "thấm nước" cho đô thị. Cần xác định rõ giới hạn phát triển mở rộng tối đa đô thị trên cơ sở hợp lý, hài hòa với điều kiện tự nhiên và nguồn lực nội tại, tránh phát triển khu dân cư tràn lan vào các vị trí trũng thấp dễ bị ứ đọng nước, trên hành lang thoát lũ hoặc vị trí xung yếu nguy hiểm dễ bị sạt lở đất.

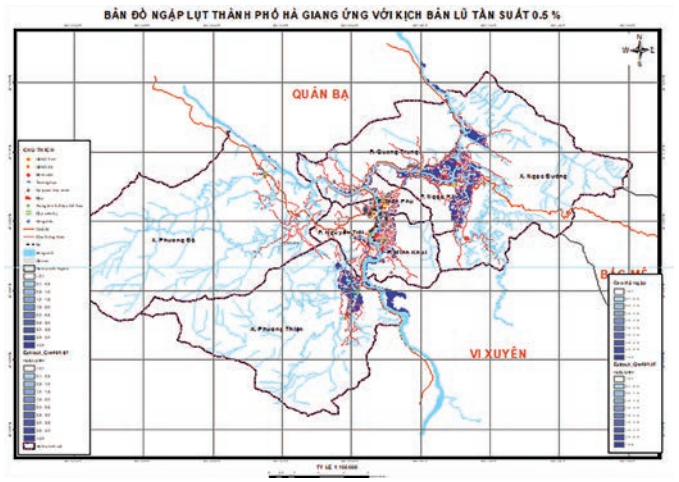
Bảo vệ và tái trồng các diện tích rừng cây xanh trên các sườn dốc trong và ngoài đô thị, để tăng khả năng điều tiết nước, giảm dòng chảy lũ, giảm lũ quyét, lũ ống và gia tăng khả năng cố kết nền đất dốc hạn chế hiệu quả nguy cơ sạt lở đất.

Định hướng tuyên truyền nâng cao nhận thức cho người dân tự xây dựng các mô hình nhà ở có tính bền vững, chống chịu gió bão, úng ngập, lũ quét, sạt lở đất để tăng cường khả năng thích ứng, tự thoát hiểm của người dân, góp phần giảm thiểu thiệt hại về người và của.

Nhóm giải pháp riêng chống úng ngập cho đô thị và điểm dân cư vùng cao

Quy hoạch đồng bộ hệ thống hạ tầng thoát nước đô thị trên cơ sở gia tăng hiệu quả thoát nước theo độ dốc địa hình tự nhiên, nâng cao các chỉ tiêu, tiêu chí quy hoạch xây dựng hệ





Hình 5: Sơ đồ cảnh báo lũ quét, sạt lở đất, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy khu vực trung du và miền núi phía Bắc tháng 9/2024 và bản đồ dự báo ngập lụt TP Hà Giang ứng với kịch bản lũ tần suất 0,5% (nguồn: sưu tầm)

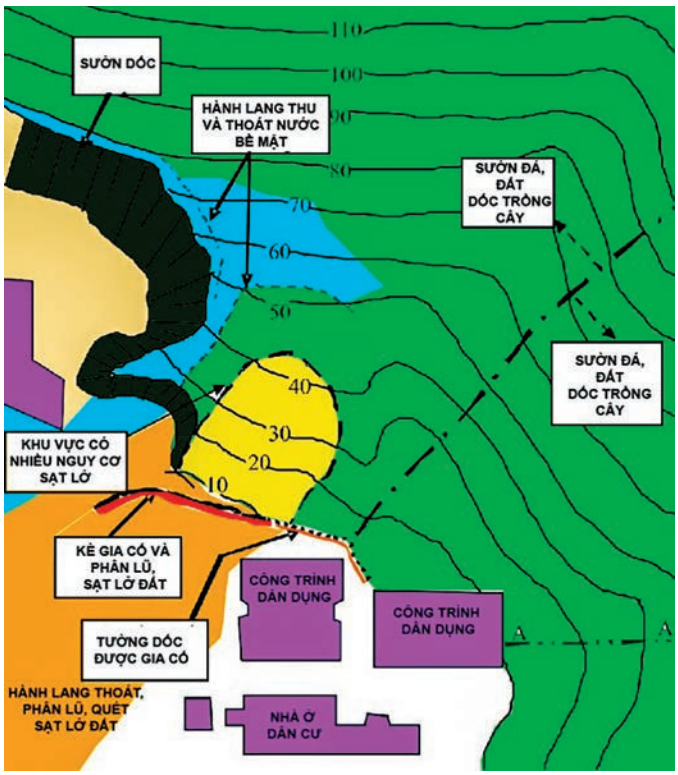
thống thoát nước đô thị theo đúng với tình hình mưa lũ thực tế. Hạn chế tối đa tình trạng chậm đầu tư xây dựng hệ thống hạ tầng thoát nước đô thị. Tăng cường công tác duy tu, vận hành hiệu quả hệ thống hạ tầng thoát nước đô thị.

Quy hoạch phát triển cần chú ý tới bảo vệ các vùng đệm sinh thái, ao hồ tự nhiên trong và ngoài đô thị để phát huy vai trò trữ nước chống ngập cục bộ tức thời. Tổ chức đồng bộ hệ thống đê, kè khoa học và kiên cố với các điểm phân lũ, hồ chứa cắt lũ, với các vùng đệm chứa nước, hành lang thoát lũ phải được bảo vệ nghiêm ngặt.

Nghiên cứu hoàn thiện quy trình và quy chế phối hợp kiểm soát lũ, vận hành xả lũ liên thủy điện trên cùng một lưu vực sông, tránh các tác động lũ chồng lũ gây thiệt hại lớn về tính mạng và tài sản của người dân.

Nhóm giải pháp riêng giảm thiểu tác động thiệt hại của sạt lở đất

Kinh nghiệm thực tế khoảng sát tại trường hợp sạt lở đất tại Làng Nủ (Hoàng Su Phì, Lào Cai) vừa qua, khi đất đá đã bị sạt lở trên diện rộng thì tất cả các công trình nằm trong hành lang sạt



Hình 6: Sơ đồ quy hoạch tổ chức hành lang thoát lũ quét, sạt lở đất, hệ kè phân lũ và tường chắn bảo vệ khu dân cư (nguồn: tác giả).

lở đất đều sẽ bị san phẳng. Tuy nhiên, các ngôi nhà nằm ở vùng rìa vẫn an toàn. Do đó, quy hoạch đô thị nghiên cứu đặc điểm địa hình vùng cao để chủ động bố trí các hành lang thoát lũ quét và sạt lở đất. Ứng dụng các giải pháp phân tích và ổn định các mái dốc trên cở sở ứng dụng nhiều giải pháp thiết kế gia cố trên cơ sở ưu tiên các giải pháp tự nhiên, có chi phí hợp lý.

Kiên quyết di dời và tái định cư người dân khỏi các điểm có nguy cơ sạt lở cao. Bố trí quy hoạch tái định cư khu dân dân cư nằm ngoài khu vực hành lang và lưu vực lũ quét và sạt lở đất này. Tại các vị trí dân đông dân cư, quy hoạch và đầu tư xây dựng tổ chức hệ thống kè kiên cố giúp cố định vững chắc các mái đất dốc dễ sạt lở hoặc phân chia hay thay đổi một phần hướng tác động của dòng lũ quét sạt lở đối với khu dân cư.

Nghiên cứu áp dụng các mô hình nhà ở dân cư kiên cố, có khả năng chịu ngập lụt, chống chịu gió bão, lũ quét và sạt lở đất theo đặc thù riêng trên cơ sở kế thừa các giá trị bản sắc kiến trúc và khả chống chịu thiên tai của nhà truyền thống. Thiết kế kết cấu công trình cần tính toán gia cố kết cấu cả phần thân và phần móng, đảm bảo khả năng chống chịu tối lực xô ngang của dòng đất sạt lở khi có thiên tai xảy ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1].THS.KTS Phạm Hoàng Phương, "Giải pháp giảm thiểu thiệt hại do sạt lở đất", Báo Xây dựng, 04/11/2020.

[2]. THS.KTS Phạm Hoàng Phương, "Nước lũ ngập phố núi", Báo Dân Trí, 20/9/2024.

[3]. Trịnh Minh Thụ, Nguyễn Uyên, Kỹ thuật và giải pháp phòng chống trượt lở đất đá ở bờ dốc - mái dốc, NXB Xây dựng.



KIẾN TRÚC NHÀ Ở NÔNG THÔN BỀN VỮNG ỨNG PHÓ VỚI BĐKH:

Phương pháp và thực tiễn

PGS.TS.KTS NGUYỄN VŨ PHƯƠNG*

Để ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu, việc áp dụng các giải pháp kiến trúc bền vững và thích ứng với khí hậu trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Trong bối cảnh đó, kiến trúc nhà ở nông thôn đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo an toàn cho người dân và thích ứng với môi trường tự nhiên. Các ngôi nhà không chỉ cần bảo vệ người dân khỏi tác động của thời tiết cực đoan mà còn phải đảm bảo tính bền vững, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường.

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang trở thành một trong những thách thức lớn nhất mà nhân loại phải đối mặt, đặc biệt là ở các quốc gia đang phát triển như Việt Nam. Với hơn 3.200 km bờ biển, địa hình trũng thấp, các vùng đồng bằng ven sông và khí hậu gió mùa phức tạp, Việt Nam là một trong những quốc gia dễ bị tổn thương nhất trước các hiện tượng thời tiết cực đoan như lũ lụt - sạt lở đất, hạn hán, bão và nước biển dâng. Những hiện tượng này không chỉ gây thiệt hại nặng nề cho sản xuất nông nghiệp mà còn ảnh hưởng sâu rộng đến đời sống của người dân, đặc biệt tại khu vực nông thôn, nơi phần lớn dân cư sống trong những ngôi nhà có khả năng chống chịu yếu trước thiên tai. Để ứng phó hiệu quả với BĐKH, việc áp dụng các giải pháp kiến trúc bền vững và thích ứng với khí hậu trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết. Trong bối cảnh đó, kiến trúc nhà ở nông thôn đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo an toàn cho người dân và thích ứng với môi trường tự nhiên. Các ngôi nhà không chỉ cần bảo vệ người dân khỏi tác động của thời tiết cực đoan mà còn phải đảm bảo tính bền vững, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường.

Nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá các nguyên tắc thiết kế kiến trúc nhà ở nông thôn Việt Nam nhằm ứng phó hiệu quả với BĐKH; đồng thời đề xuất các giải pháp thực tiễn để xây dựng nhà ở an toàn, bền vững và nâng cao nhận thức về khả năng chống chịu thiên tai. Thông qua việc phân tích các giải pháp kiến trúc truyền thống và hiện đại, nghiên cứu giới thiệu các biện pháp bền vững, tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường nhằm cải thiện chất lượng sống của cộng đồng nông thôn. Hướng đến phát triển bền vững, mô hình kết hợp giữa khả năng chống chịu thiên tai và giảm thiểu phát thải carbon cũng được đề xuất, giúp cân bằng giữa phát triển kinh tế và đối phó với rủi ro từ BĐKH.

(*)*Phó giám đốc Học viện Cán bộ quản lý xây dựng và đô thị, Bộ Xây dựng.*

1. TỔNG QUAN VỀ BĐKH VÀ CÁC ẢNH HƯỞNG ĐẾN KIẾN TRÚC NHÀ Ở NÔNG THÔN

1.1. Tình hình BĐKH tại Việt Nam

Theo các báo cáo từ Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (IPCC), Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất bởi BĐKH toàn cầu. Sự gia tăng nhiệt độ, mực nước biển dâng cao, và tần suất các hiện tượng thời tiết cực đoan ngày càng tăng đã và đang gây gián đoạn hoạt động kinh tế, làm suy yếu sự tăng trưởng. Theo Báo cáo Quốc gia về Khí hậu và Phát triển cho Việt Nam (CCDR), các tính toán ban đầu cho thấy Việt Nam mất 10 tỷ USD vào năm 2020, tương đương 3,2% GDP do tác động của BĐKH. Nếu không có các biện pháp thích ứng và giảm thiểu phù hợp, ước tính BĐKH sẽ khiến Việt Nam mất khoảng 12 - 14,5% GDP mỗi năm vào năm 2050 và có thể khiến tới 1 triệu người vào tình trạng nghèo cùng cực vào năm 2030.

BĐKH đang tác động mạnh mẽ đến nhiều khía cạnh của đời sống, đặc biệt là khu vực nông thôn. Trong 50 năm qua, nhiệt độ trung bình tại Việt Nam đã tăng từ 0,5 - 0,7°C, và dự báo có thể

Bảng 1: Những tác động chính của BĐKH lên các vùng địa lý chính của Việt Nam

TT	VÙNG ĐỊA LÝ	NHIỆT ĐỘ	MỰC NƯỚC BIỂN DÂNG	HIỆN TƯỢNG THỜI TIẾT CỰC ĐOAN
1	Tây Bắc	Tăng từ 0.5-1.5°C. Trong vài thập kỷ gần đây	Không bị ảnh hưởng trực tiếp bởi nước biển dâng.	Hạn hán, sạt lở đất, lũ quét do mưa lớn và địa hình dốc, nguy cơ cháy rừng tăng.
2	Đông Bắc	Tăng 0.5-1°C.	Mực nước các sông tăng lên	Bão mạnh, lũ quét, mưa lớn và sạt lở đất do địa hình đồi núi.
3	Đồng bằng Bắc bộ	Tăng 0.5-1°C	Có nguy cơ bị ngập úng cao do nước biển dâng.	Bão, lũ lụt, hạn hán, đặc biệt chịu tác động mạnh từ lũ lụt.
4	Bắc Trung Bộ	Tăng 1-1.5°C.	Nguy cơ bị ngập úng cao do biển dâng.	Bão, lũ lụt thường xuyên, nắng nóng gay gắt, hạn hán vào mùa khô, lũ quét và sạt lở đất.
5	Nam Trung Bộ	Tăng khoảng 1°C.	Mực nước biển dâng gây xâm nhập mặn và ngập lụt vùng ven biển.	Bão, hạn hán nghiêm trọng, lũ lụt, triều cường và sạt lở đất ven biển.
6	Tây nguyên	Tăng từ 0.5-1°C.	Không bị ảnh hưởng trực tiếp từ nước biển dâng.	Hạn hán kéo dài, lũ lụt bất thường, sạt lở đất do mưa lớn, mùa khô khắc nghiệt và nguy cơ cháy rừng.
7	Nam Bộ & Đồng bằng Sông Cửu Long	Tăng từ 0.5-1°C, mùa khô kéo dài hơn	Mực nước biển dâng cao nhất cả nước, gây ngập úng diện rộng và xâm nhập mặn.	Hạn hán, lũ lụt nghiêm trọng, triều cường, xâm nhập mặn, bão hiếm nhưng có thể gây thiệt hại lớn.

Ghi chú: Bảng so sánh các tác động chính của BĐKH lên các vùng khí hậu và địa lý đặc thù ở Việt Nam, cung cấp cái nhìn tổng quát về mức độ dễ bị tổn thương của mỗi vùng trước các thay đổi khí hậu như: Nhiệt độ, Nước biển dâng và Hiện tượng thời tiết cực đoan (Nguồn: N.V. Phương).

tiếp tục tăng từ 1 - 2°C vào cuối thế kỷ này. Sự thay đổi này ảnh hưởng nghiêm trọng đến điều kiện sống và sản xuất ở các vùng nông thôn. Nước biển dâng và nhiệt độ tăng cao có nguy cơ đẩy hàng triệu người dân vùng đồng bằng và ven biển vào cảnh mất đất, mất nhà và mất nguồn thu nhập từ nông nghiệp. Bên cạnh đó, tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lũ lụt, hạn hán và sạt lở đất ngày càng gia tăng, đe dọa trực tiếp đến sinh kế và an toàn của người dân.

1.2. Tác động của BĐKH đến kiến trúc nhà ở nông thôn

Kiến trúc nhà ở nông thôn truyền thống Việt Nam, vốn dựa trên các giải pháp tự nhiên và thân thiện với môi trường, đã được điều chỉnh qua nhiều thế hệ để thích nghi với điều kiện khí hậu đặc trưng của từng vùng miền. Tuy nhiên, trước những biến đổi nhanh chóng của khí hậu, nhiều giải pháp này không còn đủ để bảo vệ người dân trước các thảm họa thiên nhiên ngày càng khắc nghiệt. Theo đánh giá của Bộ Xây dựng và UNDP năm 2021, cần phải xây dựng hơn 100 nghìn ngôi nhà an toàn, trong đó nhu cầu cấp thiết là xây 24 nghìn ngôi nhà an toàn phòng chống bão, lụt ở các khu vực ven biển.

Những tác động chính của BĐKH đối với nhà ở nông thôn ở các vung địa lý đặc thù ở Việt Nam bao gồm: ngập lụt; gió bão; hạn hán và sự gia tăng nhiệt độ; xói mòn và sạt lở đất, cụ thể là:

Ngập lụt: Các vùng đồng bằng ven biển và ĐBSCL, mực nước biển dâng kết hợp với lũ lụt thường xuyên đã gây ra ngập úng trên diện rộng. Nhà ở nông thôn thường không có giải pháp chống ngập hiệu quả, dễ bị thiệt hại về nền móng và cấu trúc khi nước dâng cao.

Gió bão: Các vùng ven biển miền Trung thường xuyên phải đối mặt với bão lớn. Nhà ở nông thôn với mái lợp bằng vật liệu nhẹ như mái tranh, ngói, dễ bị tốc mái, đổ sập khi gặp bão mạnh. Các thiết kế cần được cải tiến để tăng cường khả năng chống chịu gió lớn.

Hạn hán và nhiệt độ tăng cao: Các vùng nông thôn miền Bắc, miền Trung phải đối mặt với tình trạng nhiệt độ tăng cao trong mùa hè và hạn hán kéo dài. Nhà ở nông thôn truyền thống không có đủ khả năng cách nhiệt, khiến cho việc sinh hoạt trở nên khó khăn trong những ngày nhiệt độ cao. Hạn hán cũng gây ra tình trạng thiếu nước cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp.

Xói mòn và sạt lở đất: Ở các vùng miền núi Tây Bắc và Tây Nguyên, sự gia tăng của các trận mưa lớn cùng với nạn phá rừng nguyên sinh đã gây ra hiện tượng sạt lở đất nghiêm trọng. Nhà ở nông thôn thường xây dựng ở vùng trũng ven sông suối, không có các biện pháp bảo vệ nền móng trước sạt lở, khiến nhà cửa dễ bị hư hại hoặc thậm chí bị cuốn trôi. (Hình 1)

1.3. Các thách thức và yêu cầu đối với kiến trúc nhà ở nông thôn

Các thách thức đối với kiến trúc nhà ở nông thôn hiện nay là vô cùng đa dạng, đặc biệt trong bối cảnh BĐKH ngày càng phức tạp. Sự gia tăng nhiệt độ, bão gió, hạn hán và lũ lụt thường xuyên đòi hỏi các ngôi nhà phải có khả năng chống chịu thiên tai cao hơn, trong khi nhiều ngôi nhà hiện tại vẫn còn dựa vào các giải pháp truyền thống, không đáp ứng được các điều kiện khắc nghiệt này.

1. Yêu cầu cấp thiết về việc thay đổi thiết kế kiến trúc nhà ở nông thôn Việt Nam nhằm bảo đảm an toàn và khả năng thích ứng trước những thách thức của BĐKH ngày càng gia tăng:

Thích ứng với ngập lụt và nước biển dâng: Nhà ở cần phải có giải pháp sàn an toàn chống lũ, nâng nền, tăng khả năng thoát nước và sử dụng các vật liệu chống thấm hiệu quả.

Chống chịu trước gió bão: Cần thiết kế hệ thống mái vững chắc hơn, tăng cường các giải pháp cố định nhà cửa, sử dụng vật liệu chịu gió bão.

Giải quyết vấn đề nhiệt độ cực đoan: Thiết kế nhà ở cần tập trung vào việc thông gió tự nhiên, cách nhiệt hiệu quả và sử dụng vật liệu cách nhiệt và chống thấm tốt.

An toàn trước sạt lở đất: Nhà ở tại các vùng miền đồi núi cần lựa chọn địa điểm xây dựng trên các vị trí đất vững chắc, tránh các khu vực dễ bị sạt lở, bổ sung các biện pháp gia cố nền móng. Đối với các khu vực có nguy cơ rủi ro, cần lắp đặt các hệ thống cảm biến và cảnh báo sớm.

2. Việc thiếu nguồn lực tài chính và kỹ thuật khiến nhiều cộng đồng nông thôn khó tiếp cận được với các công nghệ xây dựng

Bảng 2: Đặc điểm nhà ở nông thôn truyền thống thích ứng với khí hậu và địa lý đặc thù ở Việt Nam

(Nguồn: N.V. Phương)

TT	ĐẶC ĐIỂM	TÂY BẮC	ĐÔNG BẮC	ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ	BẮC TRUNG BỘ	NAM TRUNG BỘ	TÂY NGUYÊN	NAM BỘ
1	Khí hậu và địa lý	Ôn đới, mùa đông lạnh, mùa hè mát mẻ, địa hình núi cao	Nhiệt đới gió mùa, mùa đông lạnh, mùa hè nóng, có mưa nhiều	Nhiệt đới gió mùa, mùa hè nóng ẩm, mùa đông lạnh	Nhiệt đới gió mùa, mùa hè nóng ẩm, mùa đông lạnh khô, mưa lớn	Nhiệt đới gió mùa, mùa hè nóng ẩm, mùa đông khô, ít mưa	Nhiệt đới gió mùa, mùa hè mát mẻ, mùa đông lạnh, địa hình núi cao	Nhiệt đới gió mùa, mùa hè nóng ẩm, mùa đông nóng và ít mưa
2	Lựa chọn địa điểm xây dựng	Nền cao hoặc theo dạng bậc thang, phù hợp với địa hình dốc	Nền cao để tránh ngập lụt và ẩm ướt	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ để tránh ngập lụt	Nền cao để tránh ngập lụt và bảo vệ khỏi sự dâng cao của mực nước biển	Nền cao để tránh ngập lụt, gần nguồn nước để tưới cây	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ, phù hợp với địa hình đồi núi	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ để tránh ngập lụt và xói mòn
3	Vật liệu xây dựng	Vật liệu địa phương như gỗ, đá, tre, chống lạnh	Vật liệu địa phương chống ẩm và chịu nước như gỗ, đá	Vật liệu chống ẩm và ăn mòn như gạch đất nung và đá	Vật liệu chống ẩm và chịu nước như gạch, đá, và gạch trộn đất sét	Vật liệu chống ẩm như gạch, đá, và gỗ chống ăn mòn	Vật liệu địa phương như gỗ, đá, tre, chống ẩm	Vật liệu địa phương như gỗ, đá, tre, chống ẩm
4	Mái nhà	Mái dốc lợp ngói đất nung hoặc lá cọ, chống gió và bão	Mái dốc lợp ngói đất nung hoặc lá cọ, chống thấm và thoát nước tốt	Mái dốc nhẹ lợp bằng lá cọ hoặc ngói đất nung, chống thấm tốt	Mái dốc lớn lợp ngói đất nung hoặc lá cọ để thoát nước nhanh và chống bão	Mái dốc hoặc mái bằng lợp bằng lá cọ hoặc ngói đất nung, chống thấm	Mái dốc lợp ngói đất nung hoặc lá cọ, chống gió và bão	Mái dốc nhẹ lợp bằng lá cọ hoặc ngói đất nung, chống thấm tốt
5	Tường và cấu trúc	Tường đá hoặc gạch, cách nhiệt tốt, chống ẩm	Tường gạch hoặc đá, chịu được độ ẩm và mưa lớn	Tường gạch hoặc đá, chống ẩm và chống ngập lụt	Tường gạch, đá hoặc gạch trộn với đất sét, chống ẩm và chịu nước tốt	Tường gạch hoặc đá, chống ẩm và chịu nước	Tường đá hoặc gạch, chống ẩm và chịu nước tốt	Tường gạch hoặc đá, chống ẩm và chịu nước
6	Nền và cột	Nền cao hoặc bậc thang, cột chống đỡ từ gỗ hoặc đá	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ từ gỗ để tránh ngập lụt	Xây dựng trên nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ từ gỗ hoặc đá	Nền cao, cột chống đỡ từ gỗ hoặc đá	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ từ gỗ để tránh ngập lụt	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ từ gỗ hoặc đá, phù hợp với địa hình dốc	Nền cao hoặc có hệ thống cột nâng đỡ từ gỗ hoặc đá để tránh ngập lụt
7	Thông gió và làm mát	Cửa sổ nhỏ, thiết kế thông gió chéo, bếp lửa giữ ấm	Cửa sổ lớn và không gian mở, hệ thống thông gió chéo	Cửa sổ lớn, hệ thống thông gió chéo, tận dụng gió tự nhiên	Cửa sổ lớn, hệ thống thông gió chéo, khe hở trên mái và cửa thông gió	Cửa sổ lớn và không gian mở, thiết kế thông gió chéo	Cửa sổ lớn, hệ thống thông gió chéo, tận dụng gió tự nhiên	Cửa sổ lớn, thiết kế thông gió chéo, tận dụng gió tự nhiên
8	Hệ thống thu nước	Hệ thống thu nước mưa để sử dụng cho sinh hoạt và tưới cây	Hệ thống thu nước mưa, nếu cần thiết	Hệ thống thu nước mưa để sử dụng cho sinh hoạt và tưới cây	Hệ thống thu nước mưa để sử dụng cho sinh hoạt và tưới cây	Hệ thống thu nước mưa để sử dụng và giảm tác động của mưa lớn	Hệ thống thu nước mưa để sử dụng cho sinh hoạt và tưới cây	Hệ thống thu nước mưa để sử dụng cho sinh hoạt và tưới cây
9	Cây xanh và sân vườn	Sân vườn và cây xanh xung quanh để giảm nhiệt độ	Sân vườn và cây xanh để tạo không gian sống mát mẻ	Sân vườn và cây xanh xung quanh để giảm nhiệt độ và xói mòn	Sân vườn và cây xanh xung quanh để tạo bóng mát và giảm nhiệt độ	Sân vườn và cây xanh xung quanh để giảm nhiệt độ và xói mòn	Sân vườn và cây xanh xung quanh để giảm nhiệt độ	Sân vườn và cây xanh xung quanh để tạo bóng mát và giảm nhiệt độ
10	Bảo vệ và chống trọi với thời tiết cực đoan	Bếp lửa và lớp cách nhiệt tự nhiên để giữ ấm trong mùa đông	Hệ thống chống lũ lụt, cửa chắn bão	Cửa chắn bão, hệ thống chống lũ lụt như bờ kè hoặc đê chắn lũ	Cửa chắn bão, hệ thống chống lũ lụt nếu cần thiết	Cửa chắn bão, hệ thống chống lũ lụt như bờ kè hoặc đê chắn lũ	Cửa chắn bão, hệ thống chống lũ lụt nếu cần thiết	Cửa chắn bão, hệ thống chống lũ lụt nếu cần thiết

hiện đại, thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng.

3. Sự phát triển không đồng đều giữa các vùng miền, kết hợp với những thay đổi trong thói quen sinh hoạt và nhu cầu đời sống hiện đại, làm gia tăng áp lực lên việc xây dựng nhà ở, đòi hỏi sự thích ứng linh hoạt với đặc điểm văn hóa và điều kiện địa lý riêng biệt của từng vùng.

4. Công tác quản lý và quy hoạch thiếu đồng bộ khiến nhiều khu vực nông thôn gặp khó khăn trong việc áp dụng các tiêu chuẩn kiến trúc bền vững, dẫn đến nguy cơ bị tổn thương cao hơn trước các tác động của BĐKH và thời tiết cực đoan.

2. BĐKH VÀ HỆ QUẢ CỦA THỜI TIẾT CỰC ĐOAN, SIÊU BÃO

2.1. Nguyên nhân gây lũ ống, lũ quét và sạt lở đất ở các tỉnh miền đồi núi

BĐKH đang làm gia tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão và mưa lớn. Điển hình là siêu bão số 3 (Yagi) vào tháng 9/2024, được ghi nhận là cơn bão mạnh nhất trong vòng 30 năm qua trên khu vực Biển Đông. Đây cũng là cơn bão có cường độ gia tăng nhanh nhất, với mức độ suy yếu trên đường di chuyển không tuân theo các quy luật thông thường. Do mưa lớn kéo dài, sạt lở đất, lũ ống và lũ quét đã xảy ra tại nhiều địa phương, gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản ở các tỉnh như Cao Bằng, Hòa Bình, Lào Cai, Yên Bái và Quảng Ninh.

Nguyên nhân dẫn đến sạt lở đất do cơn bão số 3 có thể xuất phát từ nhiều yếu tố tự nhiên và nhân tạo, có thể kể đến đó là:

1. Lượng mưa lớn kéo dài từ bão: gây thấm sâu vào đất, làm tăng độ ẩm và giảm độ liên kết của đất. Điều này dễ dẫn đến sạt lở đất khi nước tích tụ và đẩy đất đá di chuyển.

2. Địa hình đồi núi: các tỉnh miền núi có địa hình đồi núi dốc, với lớp đất trên bề mặt mỏng. Khi gặp mưa lớn, trọng lực và lực nước tăng mạnh khiến đất đá trượt xuống nhanh chóng.

3. Rừng bị suy thoái: việc khai thác rừng không bền vững làm giảm lớp thảm thực vật tự nhiên, vốn có tác dụng giữ đất và giảm thiểu dòng chảy mặt, đất dễ bị xói mòn và mất độ bám.

4. Hoạt động xây dựng và khai thác: hạ tầng, đường xá, và khai thác khoáng sản làm biến đổi địa hình tự nhiên, tạo ra các khu vực đất yếu, dễ sạt lở khi có mưa lớn.

5. Tác động từ BĐKH: làm tăng cường độ và tần suất của các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão và mưa lớn, khiến các khu vực dễ bị tổn thương hơn với các hiện tượng như sạt lở đất.

Sự kết hợp của nhiều nguyên nhân đã gây ra các vụ sạt lở đất nghiêm trọng, gây thiệt hại lớn về người và tài sản trong cơn bão số 3 (Yagi). Trước tình hình BĐKH ngày càng phức tạp, với sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết cực đoan và cường độ bão mạnh, cần triển khai các biện pháp đồng bộ và toàn diện để giảm thiểu rủi ro và tác động tiêu cực từ BĐKH, như những gì đã xảy ra trong cơn bão số 3 vừa qua. (Hình 2)

2.2. Cách ứng phó với lũ ống, lũ quét và sạt lở đất

Để ứng phó hiệu quả với lũ ống. lũ quét và sạt lở đất, có thể áp dụng các biện pháp trước, trong và sau khi sự cố xảy ra:

1. Cảnh báo và dự báo: Thiết lập hệ thống cảnh báo sớm, dựa trên các mô hình dự báo thời tiết và địa hình để dự đoán các khu vực có nguy cơ cao. Lắp đặt các thiết bị đo mưa, cảm biến độ ẩm và cảnh báo địa chấn để giám sát liên tục tình hình đất đá.

2. Giảm thiểu rủi ro trước sạt lở:

- Bảo vệ thảm thực vật, tăng cường bảo vệ rừng, trồng cây phủ xanh, và khôi phục thảm thực vật tự nhiên giúp giữ đất, hạn chế xói mòn.

- Gia cố đất đai, xây dựng các biện pháp kỹ thuật như bờ kè, tường chắn, hệ thống thoát nước để ổn định địa hình và ngăn chặn dòng chảy nước làm xói đất.

- Di dời các khu dân cư ra khỏi những vùng có nguy cơ cao trước mùa mưa bão. Điều này đặc biệt quan trọng tại các khu vực miền núi Tây Bắc, nơi có địa hình dốc.

3. Ứng phó khi sạt lở xảy ra: Sơ tán người dân khi phát hiện có dấu hiệu sạt lở, cần nhanh chóng sơ tán người dân đến nơi an toàn. Cứu hộ khẩn cấp, các đội cứu hộ và cứu nạn cần được chuẩn bị sẵn sàng, có kế hoạch cứu hộ phù hợp, trang thiết bị hiện đại và hỗ trợ y tế kịp thời.

4. Phục hồi sau sự cố:



Hình 1. Kiến trúc nhà Lá mái (2 mái) ở tỉnh Phú Yên - Hiện nay mái tranh đã thay thế bằng mái tôn.

Chú thích: Nhà lá mái có cấu tạo 2 lớp mái gồm phần mái tranh và phần mái đất bên dưới rất thích hợp đối với vùng có khí hậu nắng, gió và mưa bão khắc nghiệt ở nông thôn các tỉnh Nam Trung bộ.

- Hỗ trợ tái định cư, cung cấp nơi ở tạm thời và các dịch vụ hỗ trợ cho người dân bị ảnh hưởng. Các chính sách bảo hiểm và hỗ trợ tài chính cũng cần được triển khai.

- Khôi phục đất và tài nguyên, thực hiện các biện pháp khôi phục môi trường, bao gồm trồng lại rừng, cải tạo đất.

2.3. Yêu cầu trong quy hoạch và thiết kế các điểm dân cư để giảm thiểu nguy cơ sạt lở

1. Đánh giá rủi ro địa hình trong Quy hoạch xây dựng

- Khi quy hoạch khu dân cư ở những khu vực có địa hình dốc, cần thực hiện nghiên cứu địa chất kỹ lưỡng để xác định các vùng có nguy cơ sạt lở cao.

- Không bố trí dân cư ở khu vực nguy hiểm, như dưới chân núi hay cạnh dòng chảy.

- Quy hoạch sử dụng đất cần đảm bảo không gây áp lực quá lớn lên các khu vực đất dễ bị xói mòn. Các phương pháp xây dựng xanh và xây dựng bền vững cần được ưu tiên.

- Áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế trong quy hoạch và thiết kế nhằm giảm thiểu nguy cơ thiên tai, bao gồm các tiêu chuẩn về xây dựng bền vững và phòng chống thiên tai.

2. Quy hoạch hạ tầng và hệ thống thoát nước hiệu quả

- Quy hoạch hạ tầng cần xem xét yếu tố địa chất và khí hậu. Việc xây dựng đường xá, công trình công cộng và khu sản xuất phải đồng bộ với hệ thống thoát nước và các biện pháp phòng chống thiên tai…

- Xây dựng hệ thống thoát nước khoa học để ngăn nước mưa tích tụ, giảm nguy cơ sạt lở, đồng thời thiết kế mương dẫn để hướng dòng chảy ra khỏi khu dân cư.

- Các công trình xây dựng không nên làm biến dạng địa hình tự nhiên quá mức, tránh làm mất cân bằng đất và gây xói mòn. Xây dựng kè chắn, bờ taluy gia cố tại các khu vực dốc.

3. Xây dựng cộng đồng an toàn

- Tuyên truyền và đào tạo cộng đồng về kỹ năng nhận biết nguy cơ sạt lở và biện pháp sơ tán khẩn cấp. Các chương trình phát triển cộng đồng cần kết hợp yếu tố kinh tế và môi trường, tập trung vào xây dựng nhà ở chống thiên tai phù hợp với đặc điểm địa hình.

- Việc kết hợp giữa các biện pháp phòng ngừa sạt lở và quy hoạch, thiết kế các khu dân cư sẽ góp phần giảm thiểu thiệt hại từ các hiện tượng tự nhiên, đồng thời bảo đảm sự an toàn và phát triển bền vững cho cộng đồng.

3. KINH NGHIỆM VÀ THỰC TIỄN ỨNG DỤNG

Trong bối cảnh BĐKH ngày càng ảnh hưởng sâu rộng đến kiến trúc và môi trường sống, nhiều dự án và mô hình nhà ở nông thôn đã được triển khai nhằm ứng phó với các thách thức từ thời tiết cực đoan, ngập lụt, hạn hán và mực nước biển dâng cao. Việc áp dụng các giải pháp và chiến lược thiết kế kiến trúc thích ứng với BĐKH là vô cùng cấp thiết để đảm bảo an toàn và bền vững cho cuộc sống của người dân, đặc biệt là ở các khu vực nông thôn chịu ảnh hưởng nặng nề từ thiên tai. Các ví dụ và thực tiễn ứng dụng tại Việt Nam cũng như trên thế giới không chỉ cung cấp các giải pháp tức thời mà còn giúp cộng đồng tăng cường khả năng thích ứng với những biến đổi trong tương lai.

3.1. Nhà ở an toàn chống chịu bão lụt ở miền Trung - Dự án GCF

Dự án GFC "Tăng cường khả năng chống chịu với tác động của BĐKH cho các cộng đồng dễ bị tổn thương ven biển Việt Nam" do Bộ NN&PTNT, Bộ Xây dựng và UNDP thực hiện, bao gồm 3 hợp phần: Hợp phần 1 hỗ trợ xây dựng nhà chống chịu bão lũ; Hợp phần 2 trồng và phục hồi rừng ngập mặn; Hợp phần 3 cung cấp thông tin và dữ liệu về rủi ro thiên tai. Mục tiêu của giai đoạn I (hoàn thành vào năm 2021) là xây dựng 4.000 ngôi nhà an toàn chống bão, lũ, trồng và phục hồi 4.000 ha rừng ngập mặn, giúp giảm 1,9 triệu tấn CO2 và cung cấp thông tin về BĐKH, thiên tai cho 20.000 người dân nông thôn.

Hợp phần 1 tập trung vào hỗ trợ các cộng đồng dễ bị tổn thương ở Việt Nam xây dựng nhà ở chống chịu tốt hơn trước thiên tai và BĐKH, đặc biệt tại các vùng ven biển dễ bị bão, lũ và nước biển dâng. Giai đoạn 1 của dự án đã xây dựng hơn 4.000 ngôi nhà an toàn cho hộ nghèo tại các tỉnh như Quảng Nam, Quảng Ngãi, Thừa Thiên-Huế và Quảng Bình, đáp ứng tiêu chuẩn chống bão và lũ. Dự án còn cung cấp đào tạo về kỹ thuật xây dựng và bảo trì nhà an toàn, góp phần bảo vệ cộng đồng và thúc đẩy phát triển bền vững, đóng vai trò quan trọng trong chiến lược ứng phó với BĐKH của Việt Nam, nhằm nâng cao chất lượng sống cho người nghèo trong bối cảnh thiên tai ngày càng gia tăng. (Hình 3,4)

3.2. Nhà ở chống lũ tại ĐBSCL

Khu vực ĐBSCL thường xuyên đối mặt với ngập lụt vào mùa mưa và nước biển dâng. Các mô hình nhà sàn truyền thống kết hợp với các kỹ thuật xây dựng hiện đại đã được áp dụng để đảm bảo an toàn trước những trận lụt lớn. Một ví dụ nổi bật là:

Nhà phao chống lũ: Đây là mô hình nhà ở di động có thể nổi lên khi mực nước dâng cao, sử dụng các thùng phuy hoặc vật liệu nổi bên dưới sàn nhà để đẩy toàn bộ công trình nổi lên theo mực nước. Nhà phao không chỉ đảm bảo an toàn cho cư dân trong các trận lụt lớn mà còn có chi phí xây dựng thấp, phù hợp với các hộ gia đình có thu nhập thấp ở khu vực nông thôn.

Nhà sàn nâng cao nền: Một số ngôi nhà được xây dựng với nền móng cao hơn so với mực lũ lịch sử, sử dụng các vật liệu bền vững như gỗ, tre nứa kết hợp với bê tông cốt thép. Những ngôi nhà này không chỉ chịu được ngập lụt mà còn có khả năng thích ứng với các điều kiện khí hậu thay đổi trong tương lai. (Hình 5)

3.3. Nhà ở tiết kiệm năng lượng và chống hạn tại Tây Nguyên

Tây Nguyên và và một số tỉnh ở Nam Trung Bộ là khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa, với mùa khô kéo dài và nhiệt độ cao. Các giải pháp thiết kế nhà ở đã được áp dụng tập trung vào việc tối ưu hóa sự thông thoáng, tiết kiệm năng lượng và sử dụng tài nguyên nước hiệu quả:

Nhà ở thông gió tự nhiên: Kiến trúc nhà ở tại Tây Nguyên thường sử dụng các vật liệu tự nhiên như gỗ, tre, nứa để xây dựng, tạo điều kiện cho thông gió tự nhiên tốt nhất. Các cửa sổ và cửa chính được thiết kế đối diện nhau để lấy sáng và tạo luồng gió tự nhiên, giúp làm mát không gian sống mà không cần sử dụng điện năng.

Thu gom và tái sử dụng nước mưa: Để đối phó với tình trạng thiếu nước trong mùa khô, nhiều hộ gia đình đã áp dụng hệ thống thu gom nước mưa từ mái nhà và lưu trữ trong các bể chứa để sử dụng trong mùa khô. Nước mưa không chỉ được sử dụng cho sinh hoạt mà còn có thể phục vụ cho việc tưới tiêu và chăn nuôi.

3.4. Nhà cộng đồng chống thiên tai tại Việt Nam

Tại các vùng thường xuyên chịu thiên tai như miền Trung Việt Nam, các dự án xây dựng nhà cộng đồng chống thiên tai đã được triển khai để đảm bảo an toàn cho người dân trong mùa bão, lũ:

Nhà cộng đồng đa chức năng: Là nơi hội họp, giao lưu, sinh hoạt văn hóa thể thao của người dân. Vào mùa mưa lũ, nhà văn hoá cộng đồng là nơi tránh lũ kiên cố, giúp người dân vùng lũ có nơi trú tránh an toàn, góp phần giảm thiểu các thiệt hại do thiên tai gây ra. Các nhà cộng đồng tránh lũ, được xây dựng bằng các vật liệu chịu lực tốt, có hệ thống thoát nước và cấp nước riêng biệt, đảm bảo an toàn và hoạt động bền vững trong mọi điều kiện thời tiết.

Kết hợp giữa nhà ở và trung tâm sinh hoạt cộng đồng: Mô hình này được thiết kế để vừa là nơi cư trú cho một số hộ gia đình, vừa là trung tâm sinh hoạt chung, đáp ứng nhu cầu của cả cộng đồng trong các tình huống khẩn cấp.

3.5. Mô hình khu ở chống ngập ở Hà Lan

Hà Lan là một trong những quốc gia tiên phong trong việc ứng phó với nước biển dâng và ngập lụt. Dự án khu ở Waterbuurt tại Amsterdam (Waterbuurt - Amsterdam's Floating Neighborhood) là một ví dụ điển hình về việc thiết kế nhà ở nổi để thích ứng với mực nước biển dâng cao. (Hình 6)

Nhà nổi trên mặt nước: Các ngôi nhà được xây dựng trên các khung nổi bằng bê tông, có khả năng nổi lên khi mực nước dâng cao. Mô hình này không chỉ giúp người dân an toàn trước tình trạng nước biển dâng mà còn tạo ra một môi trường sống hòa hợp với thiên nhiên và sông nước.

Hệ thống thoát nước thông minh: toàn khu ở được trang bị hệ thống thoát nước thông minh, có khả năng điều chỉnh mức nước tùy theo tình trạng mưa bão và lũ lụt, giúp bảo vệ khu dân cư trước các hiện tượng thời tiết cực đoan.

3.6. Cộng đồng tự cường và bền vững Kawagoe, Nhật Bản.

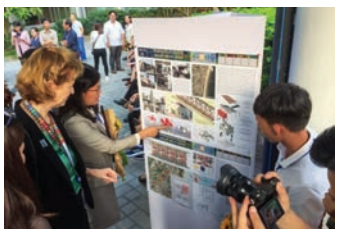
Kawagoe, một khu phố lịch sử gần Tokyo, đang phải đối mặt với những thách thức từ BĐKH như tăng nhiệt độ, lượng mưa gia tăng và hiện tượng thời tiết cực đoan ngày càng phổ biến. Để ứng phó, Kawagoe đã triển khai nhiều chiến lược nhằm thích ứng và giảm thiểu tác động của BĐKH, bao gồm nâng cấp cơ sở hạ tầng, xây dựng hệ thống thoát nước thông minh, cùng với các biện pháp bảo vệ môi trường như trồng cây xanh để giảm thiểu tình trạng ngập lụt. Đồng thời, địa phương còn thúc đẩy sử dụng năng





Hình 2: Lũ quét, sạt lở đất kinh hoàng ở Làng Nủ (tỉnh Lào Cai) do siêu bão số 3 gây ra 9/2024.





Hình 3,4: Chủ trì nhóm GVHD và SV của Trường ĐH Xây dựng Miền Trung tại Lễ trao giải cuộc thi "Thiết kế nhà ở an toàn, cộng đồng bền vững thích ứng với BĐKH khu vực ven biển" ngày 25.11.2019.

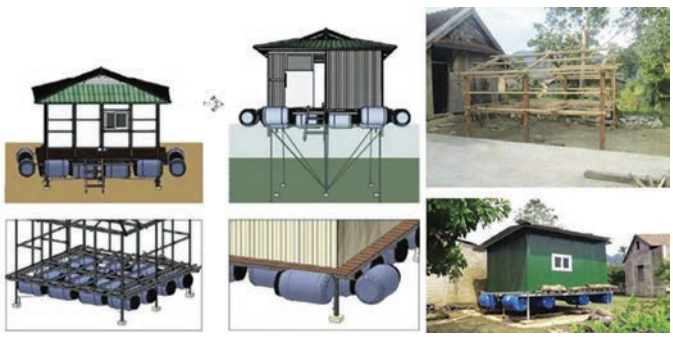
Chú thích: Đồ án "Nhà kết nối đa lợi ích" (NB2001) của nhóm sinh viên Trường ĐH Xây dựng Miền Trung (MUCE) đã xuất sắc giành giải nhất. Cuộc thi này, do UNDP tổ chức, đã thu hút sự tham gia của các cá nhân, công ty tư vấn thiết kế, cùng gần 600 sinh viên từ 14 trường đại học trên cả nước. MUCE có 11 tác phẩm tham gia, trong đó 4 tác phẩm đã đạt giải nhờ tính thiết thực và nhân văn, phù hợp với điều kiện địa phương. Khí hậu khắc nghiệt, bão lũ triền miên tại Phú Yên - quê hương của các em - chính là động lực thúc đẩy họ đưa ra những ý tưởng sáng tạo nhằm bảo vệ cộng đồng quê nhà.

lượng bền vững nhằm giảm phát thải KNK. Chính quyền cũng ưu tiên giáo dục môi trường, khuyến khích cư dân áp dụng lối sống xanh, tổ chức các khóa học nâng cao nhận thức về thiên tai và xây dựng nhóm tình nguyện hỗ trợ cộng đồng.

Kawagoe còn là một ví dụ tiêu biểu về việc xây dựng nhà ở an toàn trước các tác động của thời tiết cực đoan và BĐKH. Nơi đây đã áp dụng các biện pháp như thiết kế kiến trúc bền vững, chống lụt và công nghệ chống động đất. Quy hoạch đô thị bền vững với các quy định nghiêm ngặt về xây dựng tại những vùng có nguy cơ cao và việc tích hợp không gian xanh vào khu dân cư cũng góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống. Trường hợp của Kawagoe cho thấy sự kết hợp giữa thiết kế, công nghệ và giáo dục cộng đồng là rất quan trọng trong việc ứng phó với BĐKH.

4. CHIẾN LƯỢC VÀ NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ ỨNG PHÓ VỚI BĐKH

Để ứng phó với những tác động ngày càng gia tăng của BĐKH, kiến trúc nhà ở cần tuân theo các nguyên tắc và chiến lược thiết kế bền vững, nhằm giảm thiểu thiệt hại do thiên tai, thời tiết cực đoan và nước biển dâng. Các nguyên tắc này không chỉ giúp bảo vệ con người, tài sản mà còn góp phần vào mục tiêu phát triển bền vững, bảo tồn tài nguyên thiên nhiên và môi trường sống.



Hình 5: Dự án nhà chống lũ thiết kế triển khai xây dựng tại tỉnh Quảng Bình.

4.1. Chiến lược thiết kế ứng phó với BĐKH

Chống ngập lụt và nước biển dâng: Ở các vùng dễ bị ảnh hưởng bởi lũ lụt và nước biển dâng, cần xây dựng các nhà sàn hoặc nâng cao nền nhà để đảm bảo không bị ngập úng. Các giải pháp như làm nhà trên cọc, xây dựng hệ thống thoát nước tốt, sử dụng vật liệu chống thấm nước và thiết kế sàn nhà cao hơn mức lũ lịch sử là những biện pháp hữu hiệu.

Chống bão và gió lớn: Ở các vùng ven biển và miền Trung thường xuyên bị bão, cần thiết kế mái nhà chắc chắn, có khả năng chống gió mạnh. Sử dụng vật liệu nhẹ nhưng bền, kết hợp với kết cấu khung bằng gỗ, thép hoặc bê tông cốt thép sẽ tăng độ bền của ngôi nhà. Các cửa sổ và cửa chính cần được thiết kế chắc chắn, sử dụng kính cường lực để tránh vỡ do gió.

Chống hạn hán và nhiệt độ cao: Ở các vùng thường xuyên hạn hán và nóng như miền Trung và Tây Nguyên, nhà ở cần thiết kế thông thoáng để tạo luồng gió tự nhiên, làm mát không gian. Sử dụng vật liệu cách nhiệt như gạch, ngói hoặc tre nứa, kết hợp với cây xanh và hồ nước nhỏ quanh nhà sẽ giúp giảm nhiệt độ môi trường.

Chống sạt lở đất và xói mòn: Ở các vùng núi phía Bắc và Tây Nguyên, nhà ở cần xây dựng trên nền đất ổn định, tránh khu vực dễ sạt lở. Nền móng cần được gia cố bằng đá, bê tông chắc chắn. Cần áp dụng biện pháp bảo vệ đất và rừng nguyên sinh, tăng cường trồng cây xanh, và tạo hệ thống thoát nước hợp lý để ngăn xói mòn và sạt lở đất.

Quản lý nước bền vững: Trong bối cảnh hạn hán và thiếu nước ngọt, các khu vực nông thôn cần áp dụng các biện pháp thu gom và tái sử dụng nước mưa, kết hợp với các hệ thống lưu trữ nước hiệu quả. Việc sử dụng công nghệ tiết kiệm nước, thu gom nước mưa và tái sử dụng nước thải sau xử lý sẽ giúp giảm bớt áp lực về nguồn nước cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp.

4.2. Nguyên tắc thiết kế kiến trúc bền vững ứng phó với BĐKH

Thích ứng khí hậu từng vùng miền: Thiết kế nhà ở cần phải linh hoạt và phù hợp với điều kiện khí hậu và địa lý từng vùng. Mỗi vùng miền ở Việt Nam có các đặc điểm khí hậu riêng như gió bão, mưa nhiều, khô hạn, hay ngập lụt. Do đó, các giải pháp thiết kế phải đảm bảo phù hợp với các yếu tố này.

Giảm thiểu tác động môi trường: Sử dụng các vật liệu xây dựng bền vững, thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng. Vật liệu như gạch không nung, bê tông nhẹ, hoặc vật liệu tái chế sẽ giúp giảm thiểu khí thải carbon trong quá trình sản xuất và xây dựng. Kiến trúc cần đảm bảo khả năng cách nhiệt tốt, giảm thiểu nhu cầu sử dụng năng lượng cho điều hòa.

Bảo vệ, phòng chống trước thiên tai: Nhà ở phải có khả năng chống chịu trước các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lũ lụt và hạn hán, bao gồm: mái nhà chắc chắn, sử dụng vật liệu bền vững, có hệ thống thoát nước hiệu quả để giảm thiểu tác động của mưa lớn. Các vùng miền núi, nhà ở cần được xây dựng trên nền móng chắc chắn để chống lại hiện tượng sạt lở đất.

Thiết kế xanh, sinh thái, hài hòa với tự nhiên: Kiến trúc nhà ở cần tận dụng các yếu tố tự nhiên để giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu, như thông gió tự nhiên, sử dụng ánh sáng tự nhiên, và trồng cây xanh xung quanh nhà để điều hòa nhiệt độ và bảo vệ nhà cửa trước các yếu tố thời tiết khắc nghiệt.

Nguyên tắc đảm bảo an toàn và bền vững về lâu dài: Nhà ở cần được thiết kế với tuổi thọ dài, khả năng bảo trì và sửa chữa dễ dàng, giảm thiểu chi phí thay thế và cải tạo sau các thiên tai. Việc sử dụng các giải pháp thiết kế linh hoạt và tích hợp công nghệ thông minh sẽ giúp nhà ở nông thôn tăng cường khả năng chống chịu trước các hiện tượng khí hậu cực đoan.

4.3. Kết hợp công nghệ và kiến trúc thông minh

Ngoài các nguyên tắc và chiến lược truyền thống, việc áp dụng công nghệ thông minh vào thiết kế và xây dựng nhà ở nông thôn là một hướng đi mới và cần thiết. Các yếu tố chính bao gồm:

(1) Vật liệu xây dựng thông minh và bền vững;

(2) Thiết kế kiến trúc phù hợp với điều kiện khí hậu (thiết kế chủ động và thiết kế thụ động);

(3) Quản lý nước và thoát nước thông minh;

(4) Hệ thống quản lý năng lượng thông minh;

(5) Hệ thống cảm biến và giám sát thông minh.

Các công nghệ như cảm biến thời tiết, hệ thống điều khiển thông minh cho thiết bị tiêu thụ năng lượng và năng lượng mặt trời sẽ nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên, giảm chi phí vận hành và tăng khả năng chống chịu trước thời tiết khắc nghiệt. Những hệ thống này cũng cung cấp dữ liệu thời gian thực, giúp người dân kịp thời ứng phó với hiện tượng thời tiết cực đoan. Hệ thống cảnh báo tự động kết nối với cơ quan chức năng sẽ hỗ trợ cộng đồng nông thôn nhanh chóng phản ứng và bảo vệ tài sản, con người khi có thiên tai.

Chuyển đổi số trong xây dựng nông thôn mới đã được nhấn mạnh trong nhiều nội dung của bộ tiêu chí giai đoạn 2021 - 2025. Sự kết hợp giữa công nghệ và kiến trúc thông minh không chỉ giúp nhà ở tăng khả năng chống chịu trước BĐKH, mà còn nâng cao chất lượng sống, bảo vệ môi trường và giảm phát thải KNK. Đây là hướng đi cần thiết để đảm bảo phát triển bền vững cho cộng đồng nông thôn trong tương lai. Khi được triển khai đồng bộ, những công nghệ và giải pháp này sẽ giảm thiểu rủi ro từ các hiện tượng cực đoan do BĐKH, đồng thời tạo điều kiện cho phát triển bền vững.

5. ĐỀ XUẤT VÀ KHUYẾN NGHỊ

Việc ứng phó với BĐKH trong thiết kế và xây dựng nhà ở nông thôn không chỉ là nhiệm vụ cấp bách mà còn là chìa khóa đảm bảo sự phát triển bền vững cho các cộng đồng dân cư. Những khuyến nghị dưới đây không chỉ giải quyết các thách thức trước mắt mà còn đặt nền tảng cho sự thích ứng lâu dài của kiến trúc nông thôn Việt Nam trong bối cảnh khí hậu toàn cầu biến đổi không ngừng.

Tích hợp nội dung ứng phó BĐKH vào quy hoạch và thiết kế nhà ở nông thôn:

Quy hoạch tổng thể gắn với dự báo khí hậu. Việc quy hoạch và xây dựng các khu định cư nông thôn cần được thực hiện dựa trên các nghiên cứu về khí hậu, địa hình và nguy cơ thiên tai. Điều này đòi hỏi các chính sách phát triển nhà ở cần phải tích hợp, lồng ghép yếu tố BĐKH ngay từ giai đoạn quy hoạch tổng thể.

Xác định khu vực nguy cơ cao về lũ lụt, sạt lở đất, hoặc nước biển dâng cần được ưu tiên điều chỉnh hoặc quy hoạch các khu vực an toàn hơn, tránh việc xây dựng nhà ở tại những nơi dễ bị ảnh hưởng bởi thiên tai.

Tăng cường các biện pháp chống lũ lụt, chống bão:

Xây dựng hệ thống nhà ở an toàn chống lũ, ở các vùng thường xuyên ngập lụt như ĐBSCL, triển khai các mô hình nhà phao hoặc nhà sàn nâng cao nền để tránh lũ. Ngoài ra, cần phát triển các hệ thống thoát nước và dự trữ nước mưa hiệu quả, đảm bảo an toàn trong mùa lũ và mùa khô.

Thiết kế kiến trúc nhà ở chống bão ở các vùng ven biển miền Trung và Nam Bộ, thiết kế nhà kiên cố - 3 cứng, với các khung chịu lực, mái nhà chống tốc và hệ thống cửa sổ chịu bão là cần thiết để đảm bảo an toàn cho người dân.

Nghiên cứu và áp dụng các giải pháp kiến trúc truyền thống:

Tôn vinh và phát huy giá trị kiến trúc truyền thống - các giải pháp kiến trúc truyền thống có tính thích nghi cao với điều kiện tự nhiên và khí hậu từng vùng miền. Việc nghiên cứu và áp dụng những giá trị này vào thiết kế kiến trúc hiện đại sẽ giúp giảm thiểu tác động của thiên tai đồng thời tiết kiệm chi phí.

Khuyến khích sử dụng vật liệu xây dựng địa phương và thân thiện với môi trường, các vật liệu tự nhiên sẵn có tại địa phương như tre, nứa, gạch không nung và đất nện trong xây dựng, bởi chúng có khả năng cách nhiệt, thoáng khí tốt và giảm phát thải CO_2 trong quá trình sản xuất.

Thúc đẩy các mô hình nhà ở bền vững và tiết kiệm năng lượng:

Áp dụng thiết kế thông minh và tiết kiệm năng lượng, tận dụng ánh sáng và thông gió tự nhiên và sử dụng năng lượng tái tạo như điện mặt trời để giảm sự phụ thuộc vào năng lượng hóa




Hình 6: Mô hình khu ở chống ngập ở Waterbuurt, Amsterdam.
Ghi chú: Để xây dựng mô hình khu ở chống ngập bền vững, cần nghiên cứu công nghệ xây dựng, sử dụng vật liệu lắp ghép, tổ chức không gian kiến trúc linh hoạt, cùng với các biện pháp xử lý nước và bảo vệ môi trường.

thạch, góp phần giảm phát thải khí nhà kính.

Hỗ trợ kỹ thuật và tài chính cho các hộ gia đình người dân nông thôn trong việc xây dựng và cải tạo nhà ở theo hướng bền vững ứng phó với BĐKH. Điều này bao gồm cả các khoản vay ưu đãi, các chương trình trợ giá cho vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường.

Nâng cao nhận thức và đào tạo:

Cần đẩy mạnh đào tạo các chương trình đào tạo cho kiến trúc sư, nhà quy hoạch, và kỹ sư xây dựng về các giải pháp thiết kế bền vững và ứng phó với BĐKH. Đồng thời phổ biến kiến thức, truyền thông đến cộng đồng dân cư về tầm quan trọng của việc xây dựng nhà ở chống thiên tai.

Chia sẻ kinh nghiệm và thực tiễn tốt từ các dự án thành công trong các diễn đàn về kiến trúc ứng phó với BĐKH sẽ giúp các địa phương học hỏi và áp dụng, tạo ra sự lan tỏa mạnh mẽ trong việc phát triển các mô hình nhà ở bền vững.

Hợp tác quốc tế và nghiên cứu khoa học:

Thúc đẩy hợp tác quốc tế trong nghiên cứu và chuyển giao công nghệ với các quốc gia có kinh nghiệm trong việc ứng phó với BĐKH, giúp nâng cao năng lực thiết kế và xây dựng nhà ở bền vững cho Việt Nam

Tăng cường nghiên cứu khoa học và phát triển các giải pháp kiến trúc, vật liệu và kỹ thuật xây dựng mới, phù hợp với điều kiện BĐKH tại từng vùng miền của Việt Nam, từ đó đưa ra các khuyến nghị thiết thực cho chính phủ và các địa phương.

6. KẾT LUẬN

Với địa hình và khí hậu đa dạng, nhiều vùng nông thôn ở Việt Nam đang đối mặt với các nguy cơ như lũ lụt, bão, hạn hán và sạt lở đất. Để bảo vệ cộng đồng trước những tác động này, việc phát triển các chiến lược kiến trúc thích ứng với BĐKH là cấp bách. Nhà ở nông thôn truyền thống ở Việt Nam vốn đã có nhiều giải pháp hài hòa với tự nhiên, sử dụng vật liệu địa phương và thiết kế linh hoạt để phù hợp với môi trường. Tuy nhiên, trước tình hình BĐKH ngày càng khắc nghiệt, cần cải tiến và áp dụng các nguyên tắc thiết kế bền vững và thông minh để tăng khả năng chống chịu thiên tai.

Các chiến lược ứng phó với BĐKH trong thiết kế nhà ở nông thôn phải bao gồm việc chọn địa điểm xây dựng an toàn, sử dụng vật liệu bền vững, kết hợp các giải pháp thiết kế thông minh và áp dụng công nghệ tiết kiệm năng lượng. Đồng thời, chính sách hỗ trợ từ chính phủ và sự tham gia của cộng đồng là yếu tố quan trọng để triển khai hiệu quả các giải pháp này. Sự hợp tác giữa các cơ quan quản lý, nhà nghiên cứu, kiến trúc sư và cộng đồng sẽ tạo ra hệ thống nhà ở bền vững, linh hoạt, giảm thiểu thiệt hại và đảm bảo an toàn cho người dân trước BĐKH phức tạp. Những giải pháp này không chỉ bảo vệ cộng đồng hiện tại mà còn đặt nền tảng cho sự phát triển bền vững lâu dài của các khu vực nông thôn Việt Nam.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Vũ Phương, chủ trì Đề tài NCKH cấp nhà nước, Thuộc chương trình Nông thôn mới, (2021) Giải pháp quy hoạch - kiến trúc nông thôn phục vụ xây dựng nông thôn mới ứng phó với thiên tai, BĐKH tại các tỉnh miền Trung giai đoạn 2021-2025.

2. Nguyễn Vũ Phương, chủ trì Dự án SNKT Bộ Xây dựng (2019), Rà soát quy hoạch chung các đô thị thuộc vùng Duyên hải miền Trung, đề xuất nội dung ứng phó với BĐKH, nước biển dâng trong điều chỉnh quy hoạch chung các đô thị.

3. Nguyễn Vũ Phương, Chủ trì thiết kế mẫu Nhà ở an toàn chống chịu bão lũ các tỉnh ven biển Duyên hải Nam Trung bộ - Giai đoạn II – UNDP.

4. Báo cáo giai đoạn 1, UNDP (2021) Hợp phần Hỗ trợ xây nhà chống chịu bão lũ.

5. Viện Kiến trúc Quốc gia (2015), Đề tài: Nghiên cứu kiến trúc nhà ở nông thôn thích ứng với BĐKH. Bộ Xây dựng

6. Viện KHCNXD, BXD, Hướng dẫn nhà an toàn phòng, chống bão lũ.

7. Bộ TN&MT (2022). Báo cáo Quốc gia về Khí hậu và Phát triển cho Việt Nam (CCDR).

8. Quyết định 385/QĐ-BXD về việc phê duyệt Kế hoạch hành động của ngành Xây dựng ứng phó với BĐKH giai đoạn 2022 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 thực hiện cam kết của Việt Nam tại Hội nghị lần thứ 26 các Bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (COP26)

9. IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

10. https://www.odditycentral.com/architecture/waterbuurt-amsterdams-floating-neighborhood.html

11. https://www.vietnamplus.vn/xay-dung-hon-3500-can-nha-an-toan-chong-chiu-bao-o-cac-tinh-ven-bien-post682720.vnp

PHÒNG CHỐNG RỦI RO THIÊN TAI VÀ BĐKH TẠI TP HUẾ:

Hỗ trợ các sáng kiến do cộng đồng khởi xướng



GS.TS.KTS ĐỖ HẬU*

TP Huế nằm ở một trong những vùng nhạy cảm nhất đối với các rủi ro thiên tai của khu vực miền Trung. Thành phố thường xuyên chịu ảnh hưởng nặng nề của lũ lụt, hạn hán và giông, bão. Những năm gần đây, các hiện tượng cực đoan này có xu hướng ngày càng tăng và khó dự báo. Chính phủ Việt Nam đã phê duyệt Chiến lược quốc gia về phòng chống, ứng phó và giảm nhẹ thiên tai, trong đó tập trung vào các biện pháp phi công trình như Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng (CBDRM). Trong bối cảnh đó, Ngân hàng châu Á (ADB) đã tài trợ dự án "Hỗ trợ lập kế hoạch chống chịu với biến đổi khí hậu do cộng đồng khởi xướng" (CLP) nhằm cải thiện khả năng chống chịu BĐKH của các nhóm dễ bị tổn thương ở TP Huế. Bài viết giới thiệu cách tiếp cận và phương pháp hỗ trợ các sáng kiến do cộng đồng khởi xướng trong phòng chống rủi ro thiên tai và BĐKH tại TP Huế và một số kết quả đã đạt được.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Huế là thủ phủ của tỉnh Thừa Thiên - Huế, là một trong những tỉnh chịu thiệt hại lớn do các rủi ro thiên tai. Do vị trí địa lý nằm trong khu vực trũng giữa núi và biển, ảnh hưởng của BĐKH là một trong những đe dọa chính với Huế. BĐKH dẫn đến gia tặng lượng mưa, tác động đến ngập lụt, làm cho các cộng đồng dễ bị tổn thương mất cân đối gây ra các vấn đề căng thẳng và sốc, bao gồm các vấn đề gây ra bởi tác động của khí hậu và thảm họa thiên nhiên.

Trong thời gian qua, Chính phủ Việt Nam đã có nhiều giải pháp phòng chống rủi ro thiên tai và BĐKH, trong đó xác định nâng cao năng lực của các cộng đồng địa phương trong việc ứng phó với BĐKH là một ưu tiên quan trọng. Để thúc đẩy chương trình này, Chính phủ đã phê duyệt Chiến lược quốc gia về ngăn ngừa, thích ứng và giảm thiểu thảm họa đến năm 2020, trong đó nhấn mạnh ưu tiên hàng đầu vào việc ngăn chặn và giảm thiểu rủi ro thiên tai tập trung vào các biện pháp phi công trình cũng như các biện pháp quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng (CBDRM). (Quyết định 172/2007/QĐ-TTg)

Để đạt được hiệu quả, chương trình CBDRM yêu cầu cách tiếp cận tích hợp và tổng thể kết hợp với tình hình thực tiễn của địa phương. Một số địa phương đã triển khai một số biện pháp quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng. Tuy nhiên, các cách tiếp cận dựa vào cộng đồng nhìn chung chưa đánh giá được các điều kiện môi trường và khí hậu đang thay đổi. Theo đó, các biện pháp quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng thường bị giới hạn ở các dự án thí điểm độc lập, trong thực tế triển khai ở phạm vi hẹp mà không kết hợp với khả năng chống chịu rủi ro thiên tai trong không gian phát triển đô thị rộng hơn. Hơn nữa, việc giới hạn kỹ năng và nguồn lực của cộng đồng ở cấp xã/phường trong việc lập kế hoạch và thực thi các dự án cấp cộng đồng còn nhiều hạn chế.

Trong bối cảnh đó, trong khuôn khổ hỗ trợ phát triển đô thị chống chịu biến đổi khí hậu, dự án: "Sáng kiến cộng đồng khởi xướng ở TP Huế" thuộc Dự án Chương trình phát triển các đô thị loại II (các đô thị xanh) do Quỹ tín thác thích ứng BĐKH (UCCRTF) thuộc Ủy ban Hợp tác tài chính do ADB quản lý đã tài trợ một số các hoạt động để tăng cường khả năng chống chịu của các cộng đồng dễ bị tổn thương ở TP Huế thông qua các can thiệp xây dựng và phi công trình. Quá trình triển khai có sự hỗ trợ của UBND thành phố và các chuyên gia tư vấn giúp cho cộng đồng đưa ra những sáng kiến phù hợp với thực tiễn của địa phương.

2. RỦI RO THIÊN TAI VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI TP HUẾ

Các loại hình thiên tai chính ở Huế bao gồm lũ lụt, bão, hạn hán, nắng nóng kéo dài, trong đó lũ lụt được coi là thiên tai nguy hiểm nhất và gây nên nhiều thiệt hại nhất cho thành phố. Trong thời gian qua, dưới ảnh hưởng của sự thay đổi về nhiệt độ, lượng mưa, các thiên tai này có xu hướng nghiêm trọng, phức tạp và

(*)Hội Quy hoạch Phát triển Đô thị Việt Nam



diễn ra bất thường hơn.

Lũ lụt: Lũ lụt thường diễn ra vào mùa mưa và tập trung chủ yếu trong giai đoạn từ tháng 9 đến tháng 12 hàng năm. Tổng lượng dòng chảy trong mùa lũ chiếm tới khoảng 65% tổng lượng dòng chảy năm. Theo số liệu quan trắc, hàng năm có trung bình 3,5 trận lũ lớn hơn hoặc bằng mức báo động II xảy ra trên sông Hương, năm nhiều nhất có tới 8 trận. Trong số đó có 36% là lũ lớn và đặc biệt lớn.

Thông thường, thời gian trung bình của một trận lũ là khoảng 3 - 5 ngày, trong đó đợt dài nhất lên tới 6 - 7 ngày. Thời gian truyền lũ trung bình từ thượng nguồn (Thượng Nhật) đến hạ lưu (Kim Long) với khoảng cách 51 km là từ 5 - 6 tiếng. Mức độ nghiêm trọng của lũ (thời gian ngập và độ sâu ngập) phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Lượng mưa ở thượng nguồn, lượng mưa tại TP Huế, tình hình thủy triều và mực nước biển dâng (do bão và/hoặc do nhiệt độ trái đất tăng lên). Chính vì vậy, dưới ảnh hưởng của BĐKH, trong vài thập kỷ gần đây, tình hình lũ lụt ở Huế có xu hướng ngày càng phức tạp, khó dự báo và nguy hiểm hơn.

Theo thống kê, thiệt hại do lũ lụt gây ra đối với thành phố là vô cùng lớn về cả góc độ con người cũng như kinh tế, văn hóa, xã hội. Trong giai đoạn từ 1990 - 2011, lũ lụt ở Huế đã làm 596 người chết (trung bình 27 người chết/năm) và gây tổn thất về vật chất ước tính khoảng 8.320 tỷ đồng, trung bình khoảng 378 tỷ đ/năm (KRIHS,2017)

Bão: Do chỉ nằm cách bờ biển khoảng 20 km, thành phố cũng dễ bị tác động của bão. Mùa bão thường diễn ra từ tháng 5 đến tháng 11 trong đó tháng 9 và 10 có tần suất xuất hiện cao nhất. Theo số liệu thống kê từ năm 1884 - 2000, trung bình mỗi năm có 0,684 cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng trực tiếp đến Huế, trong đó năm nhiều nhất có tới 3 - 4 cơn (1971).

Những ảnh hưởng trực tiếp của bão có thể kể đến là gây đổ và làm hư hỏng nhà cửa, công trình công cộng, văn hóa, cây cối, hạ tầng giao thông liên lạc, mạng lưới điện, phá hoại mùa màng, ảnh hưởng đến sinh kế của cộng đồng và các hoạt động kinh tế khác, đặc biệt là du lịch.

Hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn: Hạn hán và xâm nhập mặn thường xảy ra hàng năm, nhất là trong những năm có hiện tượng El Nino. Tuy không gây ảnh hưởng đến tính mạng nhưng nó lại tác động nghiêm trọng tới các lĩnh vực như nông nghiệp, công nghiệp, môi trường và sức khoẻ. Theo số liệu quan trắc, vị trí xa nhất mà nước mặn xâm nhập vào sông Hương là khoảng 30 km. Diện tích đất sản xuất nông nghiệp bị ảnh hưởng là khoảng 2.000 - 2.500 ha tập trung ở vùng đất thấp ven sông Hương, sông Bồ.

Hạn hán thường xảy ra từ tháng 5 đến tháng 8 hàng năm và gây ảnh hưởng trực tiếp đến lĩnh vực nông nghiệp và cấp nước. Tuy nhiên, nó cũng là nguyên nhân gián tiếp làm cho tình trạng xâm nhập mặn nặng nề hơn. Trong 3 - 5 năm gần đây hạn hán có xu hướng giảm về tần suất nhưng tăng về cường độ và thường diễn biến bất thường hơn.

Trong quá khứ, thành phố đã trải qua những đợt hạn nặng như 1977, 1993 - 1994, 1997 - 1998, 2002. Đợt hạn năm 1993 - 1994 đã làm một số sông suối khô nước, nhiều cây cối (thậm chí cây lưu niên) bị chết. Đợt hạn này tạo điều kiện để nước mặn xâm nhập sâu vào trên sông Hương làm mất trắng 12.710 ha lúa hè thu tương ứng với khoảng 20.000 tấn thóc. Trong đợt hạn năm 2002, nước mặn vào sâu tới phà Tuần làm nhiều nhà máy, xí nghiệp phải đóng cửa gây ảnh hưởng không nhỏ đến kinh tế của tỉnh. Nhờ có đập ngăn mặn Thảo Long mà tình hình xâm nhập mặn đến nay đã được khống chế một phần.

Lốc, tố: Là những thiên tai thường xảy ra ở Thừa Thiên - Huế. Mặc dù phạm vi ảnh hưởng không rộng như bão nhưng nhưng sức gió trong lốc rất mạnh, đôi khi kèm theo mưa đá, gây thiệt hại đáng kể cho địa phương. Trong những năm gần đây số cơn lốc xảy ra trên địa bàn Thừa Thiên - Huế ngày càng gia tăng,

Bảng 1: Bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do BĐKH của các phường thuộc địa bàn TP Huế (Nguồn: ASEC,10/2020)

Chỉ số	Thang đo mức độ tổn thương (1-5: 1 rất ít bị tổn thương; 5- Rất dễ bị tổn thương)				
	1	2	3	4	5
Diện tích và mức độ bị ngập lụt	dưới 20% diện tích bị ngập lụt.	từ 21- 40% diện tích bị ngập lụt	từ 41 - 60% diện tích bị ngập lụt	từ 61- 80% diện tích bị ngập lụt	trên 80% diện tích bị ngập lụt
Tỉ lệ hộ nghèo (thu nhập thấp	<1%	>1-2%	>2-3%;	>3-4%	>4%;
Số hộ bị ngập lụt	Dưới 1000 hộ	Từ > 1000 đến 2000 hộ	Từ > 2000 đến 3000 hộ	Từ > 3000 đến 4000 hộ	> 4000 hộ
Tỷ lệ nhà cao tầng có thể trú ẩn khi TT xảy ra	>80%	60-80 %	>40-60%	>20-40%	< 20%

Nguồn: UBND tỉnh TT-H, 2014; Cục thống kê TT-H, 2019; ASEC, 11/2020.

nhất là vào những năm có hiện tượng El Niho như 1993, 1997, 2002. Từ năm 1993 đến nay trung bình hàng năm có khoảng bốn cơn lốc (KRIHS and VUPDA, 2022).

3. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN TRONG DỰ ÁN

Cộng đồng không chỉ là đối tượng hưởng lợi trực tiếp kết quả của Dự án mà còn đóng vai trò chính trong quản lý rủi ro thiên tai và thích ứng với BĐKH (là người lập kế hoạch, thực hiện, quản lý, theo dõi và đánh giá các hoạt động dựa trên nhu cầu của cộng đồng). Dựa trên quyền lợi và nghĩa vụ của mình, cộng đồng có thể tham gia vào toàn bộ quy trình quản lý rủi ro thiên tai và thích ứng với biến đổi khí hậu (ASEC, 11/2021) bao gồm:

- Đánh giá các rủi ro thiên tai, BĐKH tại nơi mình sinh sống.
- Xây dựng kế hoạch phòng chống thiên tai.
- Lựa chọn và thực hiện các biện pháp giảm nhẹ rủi ro thiên tai.
- Theo dõi và đánh giá các hoạt động quản lý rủi ro thiên tai và thích ứng với BĐKH.
- Quản lý việc khai thác vận hành các công trình phòng chống rủi ro thiên tai.

Những kết quả tham gia của cộng đồng trong quá trình triển khai dự án không những cung cấp thông tin cho các chiến lược và kế hoạch phòng chống thiên tai của chính quyền TP Huế, các sáng kiến tăng cường khả năng chống chịu với BĐKH do cộng đồng khởi xướng được lồng ghép đầy đủ vào quy trình phát triển đô thị sẽ giúp cho việc giảm thiểu các rủi ro thiên tai, giảm thiểu các thiệt hại do BĐKH gây ra cho thành phố. Các bài học từ TP Huế sẽ được ghi chép lại và phương pháp tiếp cận này sẽ được nhân rộng đến các cộng đồng khác cũng như các đô thị loại II khác ở Việt Nam.

3.1. Cách tiếp cận trong Dự án

- Chuyên gia tư vấn được Dự án tuyển chọn phối hợp chặt chẽ với BQLDA, Phòng Quản lý đô thị thuộc UBND TP Huế trong quá trình lựa chọn các cộng đồng mục tiêu (các cộng đồng chịu nhiều rủi ro thiên tai) thông qua việc thu thập các tài liệu về tình hình rủi ro thiên tai, tính dễ bị tổn thương của các phường, hiện trạng hạ tầng kỹ thuật, điều kiện kinh tế - xã hội của các phường.
- Việc lựa chọn cộng đồng mục tiêu trong dự án không chỉ sử dụng một nguồn thông tin duy nhất, không tiếp cận đơn lẻ một phương pháp nào mà sẽ tiếp cận lồng ghép, sử dụng nguồn thông tin đa chiều và coi trọng sự tham gia ý kiến của cộng đồng.
- Bên cạnh sử dụng tiếp cận hệ thống, đa chiều, dự án còn chú trọng đến các vấn đề khác như cân bằng giới và các nhóm đối tượng yếu thế, người già, trẻ em, người tàn tật, người thu nhập thấp trong việc xây dựng các tiêu chí đánh giá để lựa chọn cộng đồng.
- Thông qua các đợt khảo sát, tham vấn cộng đồng, chuyên gia tư vấn cùng cộng đồng dân cư đánh giá khả năng chống chịu với BĐKH của các cộng đồng (CRA) nhằm tìm ra những vấn đề hạn chế của cộng đồng dân cư, đánh giá các cú sốc và căng thẳng mà cộng đồng đang phải đối mặt.
- Phối hợp chặt chẽ với chính quyền địa phương nhằm lựa chọn các khu vực chịu nhiều rủi ro thiên tai trong từng phường, nắm bắt nhu cầu nguyện vọng của cộng dồng dân cư trong việc hỗ trợ cho người dân giảm thiểu các rủi ro thiên tai, và xác định các bên có liên quan chính.
- Cùng cộng đồng dân cư thảo luận và lựa chọn các sáng kiến do cộng đồng khởi xướng để xây dưng các tiểu dự án: Nhà tránh bão lũ cho cộng đồng, xây mới và nâng cấp hạ tầng kỹ thuật cho khu dân cư, xây dựng các không gian xanh là nơi sinh hoạt cho cộng đồng và là nơi chứa nước để giảm thiểu ngập lụt… Các tiểu dự án được xây dựng phù hợp với nguyện vọng của người dân, đồng thời phù hợp với quy hoạch và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương. Các công trình/hạng mục đầu tư không gây ra việc thu hồi đất, tái định cư và tác động đến môi trường, chi phí đầu tư phù hợp với kinh phí và thời gian của dự án, nhiều người được hưởng lợi và ưu tiên đối tượng là nhóm dễ bị tổn thương. Ngoài ra, các hạng mục do cộng đồng đề xuất nhằm mục đích tạo ra các kết quả có tầm ảnh hưởng và nhân rộng, không những tránh tổn thất do thiên tai gây ra cho người dân mà còn giúp mở ra các tiềm năng kinh tế tạo lợi ích cho cộng đồng.
- Hỗ trợ cộng đồng dân cư xây dựng các kế hoạch hành động phòng chống rủi ro thiên tai trên địa bàn các phường phù hợp với các đặc điểm hiện trạng và điều kiện kinh tế-xã hội và dựa trên cơ sở các sáng kiến do cộng đồng khởi xướng.
- Chú trọng nâng cao nhận thức của cộng đồng trong phòng chống rủi ro thiên tai và biến đổi khí hậu cũng như thiết lập giao

Bảng 2. Đánh giá phân loại tính tổn thương của các phường TP Huế theo bộ chỉ số

Tên phường	Các tiêu chí lựa chọn (1- tổn thương thấp, 5- tổn thương cao)					Tổng điểm
	Rủi ro thiên tai (diện tích bị lụt, ngập theo mức ngập 3,5 m)	Nhóm dễ bị tổn thương (hộ nghèo)	Tổng số hộ bị ngập	Tỉ lệ nhà cao tầng có khả năng di tản đến khi lụt	Hệ thống cầu cống	
An Cựu	1	1	5	2	1	10
An Đông	5	2	4	4	1	16
An Hòa	5	3	3	4	1	16
An Tây	1	3	3	4	1	12
Hương Long	4	3	4	4	1	16
Hương Sơ	5	4	3	4	1	17
Kim Long	4	2	4	3	1	14
Phú Bình	4	2	3	3	1	13
Phú Cát	4	2	3	3	2	13
Phú Hậu	4	3	4	4	1	16
Phú Hiệp	5	2	4	4	1	16
Phú Hòa	2	1	2	2	1	8
Phú Hội	4	1	3	2	1	11
Phú Nhuận	5	1	3	2	1	12
Phú Thuận	2	3	2	2	1	10
Phước Vĩnh	1	1	5	2	1	10
Phường Đúc	1	1	3	3	1	9
Tây Lộc	5	2	5	2	1	15
Thuận Hòa	4	1	4	2	1	15
Thuận Lộc	4	3	4	2	2	15
Thuận Thành	4	2	4	2	1	13
Thủy Biều	2	3	3	2	2	12
Thủy Xuân	1	2	5	2	1	11
Trường An	1	1	4	2	1	9
Vĩnh Ninh	2	1	2	2	1	8
Vỹ Dạ	4	3	5	2	1	15
Xuân Phú	5	2	5	3	2	17

Nguồn: UBND tỉnh TT-H, 2014; Cục thống kê TT-H , 2019; ASEC, 11/2020





Hình 1: Ngập lụt ở Huế (Nguồn: ASEC, 11/2020).

tiếp cộng đồng giữa các bên liên quan thông qua tổ chức các lớp tập huấn cho cộng đồng dân cư tại các phường.

- Huy động được sự tham gia của nhiều bên liên quan và tạo ra sự cam kết về thể chế trong hệ thống chính quyền địa phương. Các sáng kiến tăng cường khả năng chống chịu với BĐKH do cộng đồng khởi xướng được lồng ghép đầy đủ vào quy trình phát triển đô thị (ASEC,11/2020).

3.2. Phương pháp thực hiện

Các phương pháp đã được áp dụng trong quá trình triển khai dự án là:

Phương pháp thu thập tài liệu: Tập hợp các tài liệu số liệu liên quan đến hiện trạng điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội, thực trạng về hạ tầng kỹ thuật, BĐKH và tình trạng dễ bị tổn thương, rủi ro thiên tai tác động đến cộng đồng dân cư, tác động đến hạ tầng kỹ thuật và khả năng chống chịu của cộng đồng…

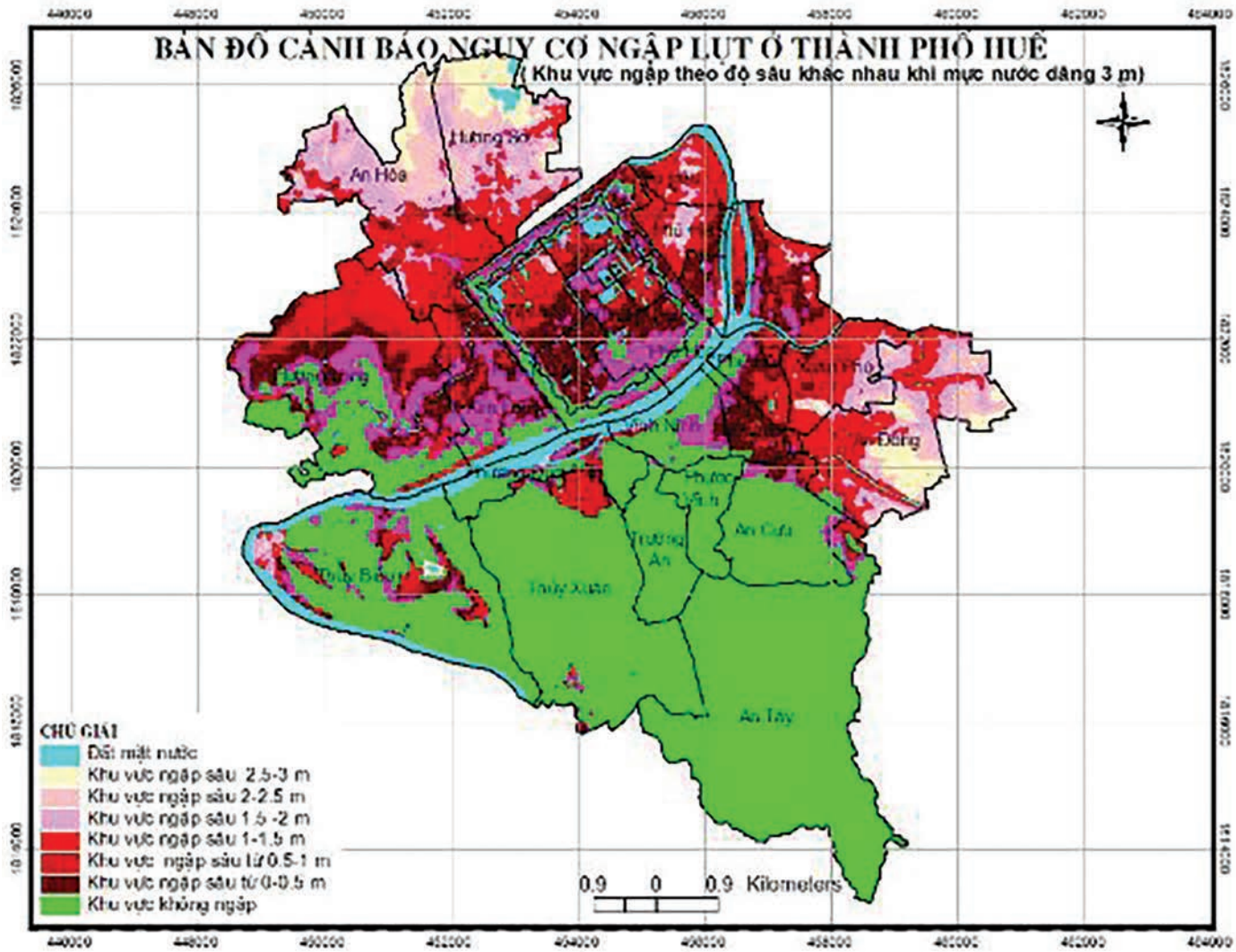
Phương pháp rà soát, phân tích đánh giá các cú sốc và mối đe dọa từ tác động của BĐKH đến cộng đồng dân cư, tác động đến hạ tầng kỹ thuật trong các khu vực dân cư sinh sống.

Tham vấn cộng đồng, thu thập các sáng kiến của cộng đồng khởi xướng phòng chống rủi ro thiên tai và BĐKH.

Tham vấn các bên liên quan thông qua tổ chức các buổi thảo luận, xin ý kiến của BQLDA, Sở KH&ĐT, UBND tỉnh Thừa Thiên - Huế…

Phương pháp lấy ý kiến chuyên gia có nhiều kinh nghiệm hiện đang công tác tại các cơ quan quản lý Nhà nước.

Phương pháp sử dụng các phần mềm chuyên dụng như thống kê, dự báo... Tính tổn thương do BĐKH có thể được đánh giá bằng bộ chỉ số xem xét ở nhiều khía cạnh về mức độ



Hình 2: Kịch bản ngập lụt ở thành phố Huế khi mực nước sông Hương dâng 3m. (Nguồn: ASEC,11/2020)

phơi nhiễm (exposure), độ nhạy cảm (Sensitivity) và khả năng thích ứng của cộng đồng (AC) mà nhiều dự án và nghiên cứu đã áp dụng.

Phương pháp GIS: Hệ thống thông tin viễn thám GIS sử dụng cơ sở dữ liệu từ Lớp dữ liệu /Bản đồ thủy văn; Mô hình DEM; Tư liệu ảnh vệ Tinh Sentinel chụp tháng 7/2020; Dữ liệu của dự án cung cấp; Dữ liệu ADB-SPADE và các mức báo động trên sông Hương (tương ứng +1, +2, +3,5 cho 2 đợt lũ từ ngày 10/10/2020 - 12/10/2020 với mức đỉnh lũ đạt +4.18m trên báo động III 0.68m để xây dựng bản đồ tổn thương do ngập lụt cho 27 phường.

4. NHỮNG KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

4.1. Xây dựng bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do BĐKH

Để đánh giá mức độ rủi ro thiên tai, tính dễ bị tổn thương của các phường thuộc địa bàn TP Huế, làm cơ sở cho việc lựa chọn cộng đồng mục tiêu (cộng đồng chịu nhiều rủi ro thiên tai được dự án ưu tiên đầu tư) nhóm chuyên gia dự án xây dựng bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương do BĐKH. (bảng 1)

4.2. Xây dựng các kịch bản ngập lụt tại 27 phường

Sử dụng kết quả nghiên cứu của công cụ GIS, dữ liệu của dự án cung cấp; dữ liệu ADB-SPADE và các mức báo động trên sông Hương (tương ứng +1, +2, +3,5 cho 2 đợt lũ từ ngày 10/10/2020 - 12/10/2020 với mức đỉnh lũ đạt +4.18m trên báo động III 0.68m để xây dựng bản đồ tổn thương do ngập lụt cho 27 phường. và để xác định các khu vực có nguy cơ rủi ro thiên tai cao theo các Kịch bản BĐKH của Thừa Thiên - Huế. Kết quả phân tích diện tích và mức độ ngập lụt cho thấy, 7 phường có diện tích và mức độ ngập lụt lớn nhất và lớn hơn nhiều so với các phường còn lại của thành phố, gồm phường An Đông, Hương Sơ, An Hoà, Xuân Phú, Hương Long, Phú Hậu và Phú Hiệp.

4.3. Đánh giá, phân loại tính dễ bị tổn thương

Nhóm chuyên gia phân tích, đánh giá, phân loại tính dễ bị tổn thương của các phường theo bộ chỉ số và kịch bản ngập lụt: (bảng 2)

4.4. Lựa chọn cộng đồng mục tiêu

Dựa trên ba cơ sở: Phân tích dữ liệu viễn thám, bản đồ thực trạng mức độ ngập lụt; Bộ chỉ số đánh giá tính tổn



Hình 3: Tham vấn cộng đồng (Ảnh tác giả chụp).



Hình 4: Tập huấn nâng cao nhận thức (Ảnh tác giả chụp).

thương gồm 4 nhóm tiêu chí; và tham vấn các bên liên quan 7 phường được chọn làm cộng đồng mục tiêu của dự án gồm các phường: An Đông, Phú Hậu, Phú Hiệp, An Hoà, Hương Sơ, Hương Long, Xuân Phú. Đây là các phường có tổng số điểm cao nhất, thể hiện tính tổn thương lớn do tác động của BĐKH hơn các phường còn lại về các khía cạnh như diện tích và độ sâu ngập lụt; số người bị ảnh hưởng; cơ sở hạ tầng ứng phó lũ lụt, thiên tai; và sự ưu tiên đầu tư của các chương trình dự án liên quan đến ứng phó BĐKH.

4.5. Xây dựng kế hoạch khả năng chống chịu của cộng đồng

Kế hoạch khả năng chống chịu của cộng đồng (CRP) được xây dựng dựa trên kết quả đánh giá khả năng chống chịu của cộng đồng, trong đó đã đánh giá các cú sốc và căng thẳng mà cộng đồng đang phải đối mặt và xác định các bên có liên quan chính.

4.6. Lựa chọn các hạng mục công trình, phi công trình đầu tư ưu tiên do cộng đồng đề xuất.

Dựa trên cơ sở cộng đồng đề xuất các hạng mục công trình và phi công trình:ưu tiên. chuyên gia tổng hợp kết quả của các phường. Căn cứ các tiêu chí cụ thể, đề xuất danh mục các hạng mục công trình đáp ứng các tiêu chí và xin ý kiến UBND thành phố và UBND tỉnh Thừa Thiên - Huế. Các hạng mục công trình đầu tư ưu tiên bao gồm: Nhà tránh bão, tránh lũ kết hợp chức năng sinh hoạt cộng đồng; Không gian xanh cho cộng đồng; Nạo vét hệ thống kênh mương; Nâng cấp đường kiệt… Các hạng mục phi công trình bao gồm: Thuyền ghe, áo phao, loa cầm tay, bộ đàm, đèn pin…

4.7. Tổ chức các lớp tập huấn cho cộng đồng

Tổ chức các lớp tập huấn cho cộng đồng dân cư bao gồm: Tập huấn phòng chống thiên tai, cứu hộ cứu nạn, tập huấn kỹ năng di dời, sơ tán; tập huấn sử dụng các phương tiện cứu hộ, cứu nạn; trang bị kiến thức phòng chống thiên tai, đề phòng dịch bệnh và vệ sinh môi trường….

5. KẾT LUẬN

Do vị trí địa lý và điều kiện địa hình nên tỉnh Thừa Thiên - Huế là địa phương rất dễ bị tổn thương vì thiên tai, nhất là bão, lũ. Những BĐKH đã và đang gây ra nhiều tác hại đối với tình hình kinh tế - xã hội của tỉnh và sẽ còn tác động xấu trong nhiều năm tới. Để hạn chế những tổn thất do thiên tai gây ra, đảm bảo sự ổn định, phát triển bền vững, việc triển khai thực hiện chiến lược quốc gia về ngăn ngừa, thích ứng và giảm thiểu thảm họa trong đó nhấn mạnh ưu tiên hàng đầu vào việc ngăn chặn và giảm thiểu rủi ro thiên tai tập trung vào các biện pháp phi công trình cũng như các biện pháp quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng (CBDRM) là vô cùng quan trọng.

Tuy nhiên, để phát huy được hiệu quả và khả năng tham gia của cộng đồng địa phương, trong quá trình phòng chống rủi ro thiên tai, BĐKH cần có cách tiếp cận tích hợp và tổng thể kết hợp với tình hình thực tiễn của địa phương trong đó cần phát huy những sáng kiến do cộng đồng khởi xướng cùng với sự tư vấn, hướng dẫn của các chuyên gia và chính quyền địa phương. Cách tiếp cận và phương pháp triển khai Dự án trên là một bài học có thể tham khảo và vận dụng trong phòng chống thiên tai và BĐKH tại các địa phương ở Việt Nam.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

• ASEC, Báo cáo khởi động gói thầu 36 "Tư vấn lập kế hoạch do cộng đồng khởi xướng", Dự án chương trình phát triển các đô thị loại II, Hợp phần "sáng kiến do cộng đồng khởi xướng", tháng 11/2020.

• Thủ tướng Chính phủ, Chiến lược quốc gia phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020 – Quyết định số 172/2007/QĐ-TTg.

• KRIHS (Viện Nghiên cứu định cư con người Hàn Quốc), Phát triển Hệ thống phòng chống rủi ro lũ lụt đô thị, KOICA funded project, 2017.

• Korea Institute for Human Settlements (KRIHS) and Vietnam Urban Planning and Development Association (VUPDA) Viet Nam, Community- based Approach for improving Vulnerable Communities in Hue and Hoi An, KOICA funded project, 12/2022.

• ASEC, Báo cáo "Lựa chọn cộng đồng mục tiêu. Dự án chương trình phát triển các đô thị loại II, Hợp phần sáng kiến do cộng đồng khởi xướng" tháng 10/2020

• ASEC, Tài liệu tập huấn: "Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng" - Dự án chương trình phát triển các đô thị loại II, Hợp phần sáng kiến do cộng đồng khởi xương, tháng 11/2021

• Cục thống kê TT-H, Tài liệu Hội nghị phòng chống thiên tai năm 2019, UBND TP Huế, 2019.

• UBND tỉnh Thừa Thiên - Huế, Kế hoạch hành động thích ứng với BĐKH 2014 - 2020, 2014.

• UBND TP Huế; Niên giám thống kê 2022.

Hình dạng kiến trúc công trình kiến trúc chống chịu gió bão



KTS NGUYỄN THÙY DUNG*



THS.KTS LÊ TIỂU THANH**

Tác động của các hiện tượng thời tiết cực đoan đối với các công trình kiến trúc ở các khu vực ven biển đã thu hút sự quan tâm của cộng đồng khoa học trong nhiều thập kỷ qua. Đến nay, sự quan tâm đã lớn hơn rất nhiều với sự gia tăng cường độ và tần suất xảy ra bão lụt gây ra thiệt hại, mà đôi khi là thảm họa, về nhà và cơ sở hạ tầng cũng như con người.

Chủ đề nóng hổi sau khi bão Yagi tràn vào các tỉnh phía Bắc đầu tháng 9/2024 là cần phải xây dựng các công trình ven biển như thế nào để chịu đựng được các trận cuồng phong của thiên nhiên.

Trước đây, thiết kế hình dáng kiến trúc, kể cả công trình ven biển, bị chi phối bởi chức năng, bối cảnh và địa điểm của công trình... mà ít cân nhắc đến yếu tố khí động học. Tuy nhiên gần đây, thiết kế kiến trúc công trình chống chịu gió bão ngày càng được chú trọng, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lốc xoáy và giông bão mạnh. Những công trình này không chỉ cần đảm bảo tính an toàn trong điều kiện gió lớn mà còn phải duy trì hiệu suất cao, giảm thiểu hư hại cũng như tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng.

Bài viết này giới thiệu một số công trình được xây dựng gần đây được áp dụng các kỹ thuật giảm thiểu khí động học khác nhau để giảm tải trọng gió lên các tòa nhà bằng cách điều chỉnh hình dạng của tòa nhà cũng như thêm các yếu tố kiến trúc đơn giản. Các công trình được giới thiệu trong bài báo này đồng thời cũng được thiết kế nhằm tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng và hiện đang là những công trình điểm nhấn tại đô thị mà chúng được xây dựng.

(*)Viện Kiến trúc Quốc gia
(**)Đại học Bách khoa Hà Nội

1. TÁC ĐỘNG CỦA GIÓ LÊN CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC

Khi một luồng gió mạnh thổi qua các công trình kiến trúc, lực gió tạo ra áp lực lên bề mặt của công trình. Các luồng gió này có thể gây ra hiện tượng "gió xoáy" khi không khí di chuyển quanh các góc và cạnh sắc nhọn của toà nhà. Khi gió tạo ra các vòng xoáy phía sau công trình, nó không chỉ gây ra áp lực biến thiên theo thời gian mà còn có thể khiến công trình bị lung lay, rung động. Những rung động này, nếu không được kiểm soát, sẽ dẫn đến sự "mỏi" của vật liệu, gây hư hại hoặc thậm chí sụp đổ.

Vì vậy, thiết kế công trình kiến trúc chống chịu gió bão không chỉ là việc tạo ra các cấu trúc vững chắc, mà còn là việc tối ưu hóa hình dạng để giảm thiểu các lực tác động từ gió, bao gồm cả áp lực trực tiếp và hiện tượng xoáy gió.

* Gió gradient là gió sinh ra từ lực gradient áp suất theo phương ngang tác động lên không khí, thường dẫn đến một dòng chảy êm dịu trong khí quyển.

Sự biến đổi của đường cong vận tốc trung bình theo chiều cao có thể khác nhau trên các điều kiện địa hình khác nhau tùy thuộc vào tác động ma sát và độ dài từ bề mặt trái đất. Hình 1 trình bày sơ đồ các đường cong gió trung bình khác nhau trên các điều kiện địa hình khác nhau của khu vực đô thị đông đúc, địa hình ngoại ô và trên mặt biển. Trong Hình 1, vận tốc gió ở khu vực rộng thoáng như mặt biển sẽ cao hơn ở trung tâm thành phố đông đúc.

2. GIẢM THIỂU KHÍ ĐỘNG HỌC Ở NHÀ THẤP TẦNG

Kiến thức dân gian của Việt Nam cũng như kinh nghiệm từ những ngôi nhà thấp tầng tồn tại sau những cơn bão khủng khiếp tháng 9 - 10/2024 như bão Yagi (Việt Nam) và Bão Helena và Milton (Mỹ) cho thấy, các ngôi nhà cần có cấu



trúc khung cứng, đồng thời kín gió tại tất cả các mặt, không có khe hở để tạo áp suất.

Đối với nhà thấp tầng, hệ thống mái phải chịu tải trọng cao hơn bất kỳ bộ phận nào khác của tòa nhà. Lực hút gió tệ nhất trên mái nhà thường xảy ra khi gió vào cua hoặc hướng gió xiên. Lực hút cực đại này là kết quả của các xoáy hình nón hình thành dọc theo các cạnh mái và là lý do chính gây ra hầu hết các thiệt hại do gió vào [7]. Khi đó, các tấm lợp, ngói hoặc gạch lát đặt trên mái nhà dễ bị bong ra và thậm chí là vỡ vụn, các bộ phận lợp mái lỏng lẻo có thể dẫn đến nước mưa xâm nhập và gây tổn thất cho các thiết bị nội thất và đồ đạc trong tòa nhà. Những thay đổi đơn giản về hình dạng của mép mái và/hoặc sử dụng các cấu trúc phụ trợ mái có thể thay đổi mô hình dòng chảy trên mái và có thể dẫn đến giảm tải trọng gió và do đó giảm hư hại cho các tòa nhà thấp tầng. Các phương pháp này được gọi một là các kỹ thuật "ức chế xoáy" vì chúng chủ yếu nhằm mục đích phá vỡ và làm chệch hướng các xoáy hình nón từ mái nhà, đây là nguyên nhân chính gây ra lực hút cực đại trên mái nhà. Các phương pháp này chủ yếu sử dụng lan can mái có nhiều hình dạng và cấu trúc khác nhau hoặc các cạnh khí động học thụ động giúp ức chế sự tạo xoáy trên mái nhà.

Hình 2 cho thấy sơ đồ một số loại kỹ thuật giảm thiểu khí động học được nhiều nghiên cứu đề xuất để giảm áp lực hút góc trên mái của các tòa nhà thấp tầng được nhiều nghiên cứu đề xuất.

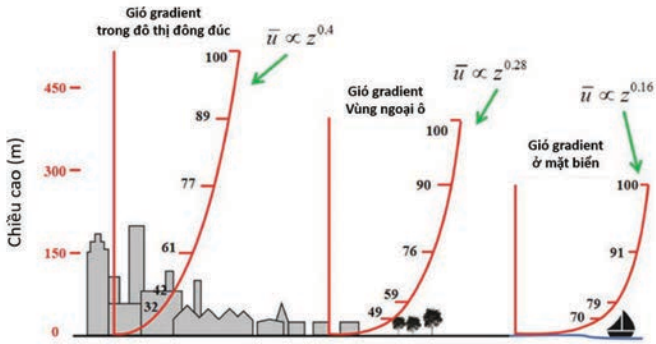
Đối với nhà mái bằng, lan can mái được sử dụng như một bộ phận không thể thiếu nhằm tăng độ cứng của công trình cũng như hoàn thiện vẻ đẹp kiến trúc. Nhiều thử nghiệm trong đường hầm gió và nghiên cứu thực địa đã được thực hiện về hiệu quả của lan can mái trong việc giảm tải trọng gió lên mái nhà. Về cơ bản, lan can mái nâng các lớp cắt tách biệt ra khỏi bề mặt mái nhà và do đó phân tán lực hút góc hoặc cạnh cục bộ cao trên một diện tích lớn hơn. Tuy nhiên, điều này có thể dẫn đến tăng tải trọng lên các vùng bên trong, do đó ảnh hưởng đến hiệu quả chung của lan can. Một số nghiên cứu cho thấy lan can cao thường làm giảm lực hút cao ở các góc mái trong khi lan can thấp có thể làm tăng lực hút của mái ở các cạnh và góc, và lan can chạy theo chu vi của công trình có tác dụng đáng kể hơn trong việc giảm hệ số áp lực góc so với lan can chỉ có ở một bên mái. Đồng thời, độ đặc rỗng của lan can mang đến hiệu quả khác nhau, lan can rỗng được chứng minh là giải pháp thay thế hiệu quả nhất trong việc giảm lực hút gần góc mái.

Bên cạnh đó, việc thay đổi các góc hoặc cạnh mái nhà và/hoặc thêm các thành phần cạnh khí động học khác nhau cũng có tác dụng giảm áp suất âm cực lớn do các xoáy hình nón gây ra. Các thành phần này có thể được sử dụng làm thành phần kiến trúc cố định hoặc có thể được gắn vào mái nhà trong quá trình chuẩn bị cho các sự kiện gió mạnh (Hình 2).

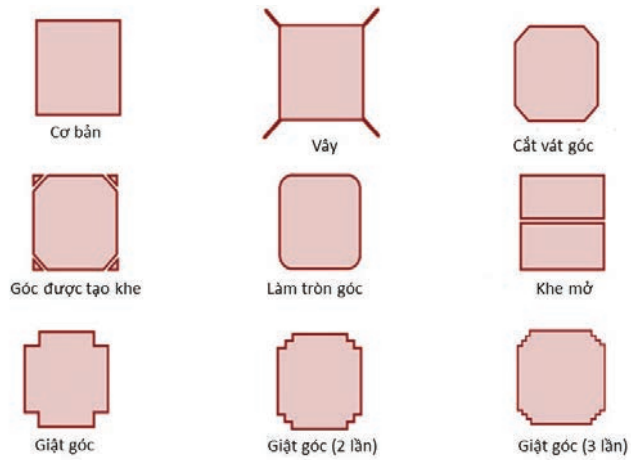
3. TỐI ƯU HÓA KHÍ ĐỘNG HỌC CỦA CÁC TÒA NHÀ CAO TẦNG

3.1. Những thay đổi nhỏ

Những thay đổi này có tác động không đáng kể đến thiết kế kiến trúc và kết cấu tổng thể của tòa nhà. Hình dạng tòa nhà phổ biến là hình vuông hoặc hình chữ nhật khiến tòa nhà chịu lực xoáy tương đối mạnh. Những lực kích thích này có thể giảm thông qua những thay đổi nhỏ đối với hình dạng khí động học của tòa tháp. Ví dụ, những thay đổi ở các góc của hình dạng mặt cắt ngang của tòa nhà như góc có rãnh, góc vát, góc thụt vào, độ tròn của các góc và thay đổi



Hình 1. Biểu đồ tốc độ gió trung bình trên các địa hình khác nhau theo hồ sơ luật lũy thừa của Davenport (*) (Nguồn [1])

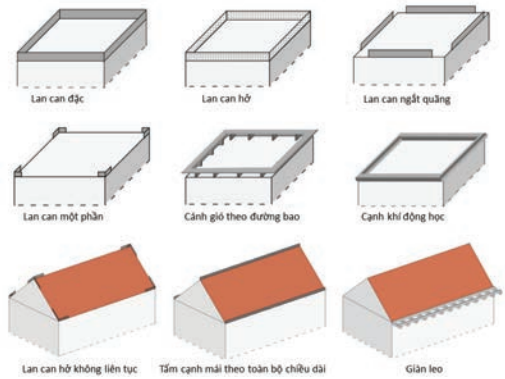


Hình 3. Điều chỉnh nhỏ khí động học với mặt bằng hình khối công trình.

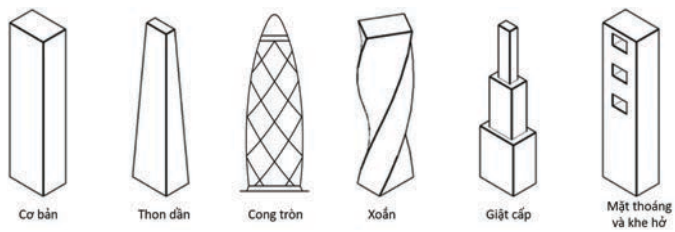
hướng của tòa nhà so với hướng gió mạnh thường gặp nhất là một trong những phương pháp thay đổi nhỏ có thể được sử dụng để cải thiện hiệu suất gió của các tòa nhà cao tầng (Hình 2). Những phương pháp này có thể dẫn đến việc giảm cả phản ứng theo chiều gió và chiều ngang so với các tòa nhà hình chữ nhật thông thường. Việc thay đổi các góc đón gió có thể thay đổi các đặc điểm của các lớp cắt tách biệt dẫn đến luồng gió ngược dòng hẹp hơn và do đó có thể rất hiệu quả trong việc giảm lực cản và lực nâng dao động.

3.2. Những điều chỉnh lớn nhằm tối ưu khí động học trong thiết kế nhà cao tầng

Một trong những yếu tố quan trọng nhất trong việc xây dựng các công trình có khả năng chống chịu tải trọng gió chính là thiết kế hình dạng kiến trúc sao cho tối ưu hóa khả năng khí động học. Thông thường, có 2 hệ thống phương pháp để giảm tải trọng gió gây ra cho các tòa nhà. Một là là sử dụng các kỹ thuật "Giảm thiểu khí động học" với việc sử dụng các đặc điểm kiến trúc đơn giản để thay đổi hình dạng khí động học của các tòa nhà nhằm giảm tải trọng gió bằng cách phá vỡ sự hình thành các xoáy góc mạnh; hoặc phá vỡ sự hình thành xoáy liên kết; hoặc chuyển hướng các luồng gió qua mép mái hoặc tránh xa các bộ phận yếu. Chiến lược



Hình 2. Các kỹ thuật giảm thiểu khí động học khác nhau để giảm tải trọng gió trên mái nhà của các tòa nhà thấp tầng (Nguồn [7]).



Hình 4. Các hình dạng nhà cao tầng tối ưu hóa khí động học.

thứ hai là là sử dụng các kỹ thuật "Tối ưu hóa hình dạng khí động học", trong đó việc tối ưu hóa hình dạng khí động học cho phép người thiết kế khám phá nhiều phương án thay thế hơn để thiết kế các hình dạng khí động học mới so với các phương pháp truyền thống bị giới hạn ở một số hình học nhất định được lựa chọn từ trước.

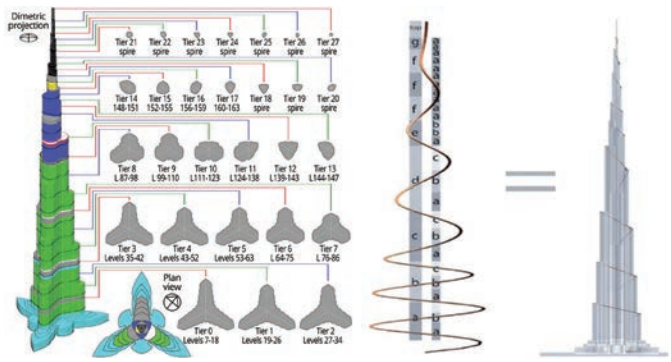
Để cải thiện tính an toàn và khả năng phục vụ của các tòa nhà cao tầng trong điều kiện gió mạnh, tối ưu hóa khí động học hình dạng tòa nhà được coi là phương pháp hiệu quả nhất. Tối ưu hóa khí động học nhằm mục đích giải quyết vấn đề từ nguồn gốc trái ngược với tối ưu hóa cấu trúc nhằm mục đích tăng sức cản của cấu trúc chống lại gió [3]. Khí động học liên quan đến việc nghiên cứu không khí chuyển động và cách nó tương tác với các vật thể rắn xung quanh.

Theo Tanaka và cộng sự [4], kiến trúc dạng tự do được thể hiện trong việc xây dựng các tòa nhà cao tầng hiện đại ngày nay không chỉ có lợi thế là phản ánh ý tưởng của kiến trúc sư mà còn có lợi thế là giảm tác động của gió lên kết cấu do tác động khí động học. Một số thay đổi khí động học trong thiết kế kiến trúc là một trong những phương pháp thiết kế hiệu quả có thể làm giảm đáng kể tác động của lực gió ngang và do đó, chuyển động của tòa nhà [5].

Bằng cách thay đổi mô hình dòng chảy xung quanh tòa nhà do những thay đổi khí động học của hình dạng tòa nhà (tức là lựa chọn hình dạng tòa nhà phù hợp), phản ứng của gió có thể được điều chỉnh khi so sánh với hình dạng tòa nhà ban đầu. Đối với tải trọng gió và chuyển động kết quả liên quan đến các tòa nhà cao và thanh mảnh, hình dạng là yếu tố quan trọng và là yếu tố chi phối trong thiết kế kiến trúc. Thử nghiệm đường hầm gió là phương pháp phổ biến nhất để



Hình 5. Tòa nhà The Gherkin – London (nguồn: https://thegherkin.com/building/).



a) Mặt bằng thu nhỏ dần giúp giảm diện tiếp xúc với luồng gió trên cao. Nguồn: http://www.som.com/projects/burj_khalifa__structural_engineering#tab_photos3

b) Công trình thon dần về mái với phần đế rộng của Burj Khalifa ngăn gió xoáy trên mặt đất. Nguồn: [2]

Hình 6. Công trình Burj Khalifa - Dubai.

đánh giá hành vi khí động học của tòa nhà cao tầng.

Trong khi các hình dạng bất thường đặt ra thách thức cho các kỹ sư kết cấu trong việc phát triển khung kết cấu, chúng có thể có lợi trong việc giảm tác động của tải trọng gió và phản ứng của tòa nhà [6]. Các ví dụ được sử dụng trong các tòa nhà cao tầng hiện đại là các góc vát hoặc bo tròn, các hình dạng hợp lý, các hình dạng thuôn nhọn, xoắn, giật cấp, các lỗ mở xuyên qua tòa nhà (Hình 4).

Khí động học là một trong những yếu tố chủ chốt trong việc thiết kế công trình kiến trúc chống chịu gió bão. Việc sử dụng các nguyên tắc khí động học không chỉ giúp giảm lực tác động của gió lên tòa nhà mà còn giúp công trình bền vững hơn, tiết kiệm năng lượng và cải thiện tính ổn định trong thời gian dài. Dưới đây là một số nguyên tắc khí động học quan trọng trong thiết kế công trình chống chịu gió:

a) Bề mặt cong hoặc bo tròn

Một trong những yếu tố chính trong thiết kế khí động học là sử dụng bề mặt cong hoặc bo tròn để giảm thiểu lực cản của gió. Khi gió thổi vào một công trình có bề mặt sắc cạnh và góc nhọn, gió sẽ bị "phá vỡ" khi va chạm vào các góc, tạo ra sự chênh lệch áp suất và gây nên các xoáy gió mạnh. Những xoáy này không chỉ làm tăng lực cản mà còn tạo ra hiện tượng rung động nguy hiểm cho công trình.

Ngược lại, khi tòa nhà có bề mặt bo tròn hoặc cong, luồng gió có thể di chuyển mượt mà hơn, làm giảm lực cản và áp lực tác động. Các công trình có bề mặt tròn hoặc bo cong như tòa nhà The Gherkin ở London là một ví dụ điển hình. Hình dáng bề mặt trơn tru của tòa nhà này giúp giảm sự hình thành các vòng xoáy khí sau khi gió đi qua, từ đó giảm thiểu áp lực gió lên công trình. (Hình 5).

Tác động của Bề mặt cong:

+ Giảm lực cản do gió.

+ Hạn chế sự xuất hiện của các vòng xoáy gió sau công trình.

+ Cải thiện tính ổn định của công trình, đặc biệt trong các môi trường đô thị nhiều luồng gió mạnh và thay đổi.

Bên cạnh hình thức khí động học, tòa nhà còn được thiết kế thông gió và chiếu sáng tự nhiên giúp cho The Gherkin tiết kiệm năng lượng. Công trình được xem là một cuộc cách mạng trong đổi mới xây dựng của thành phố London

The Gherkin hay còn gọi là 30 St Mary Axe, là tòa nhà chọc trời nổi bật tại London, cao 180 m với 41 tầng, hoàn thành năm 2003. Thiết kế của Norman Foster nhấn mạnh vào tính bền vững với hệ thống thông gió tự nhiên, giúp tiết kiệm năng lượng đến 50% so với các tòa nhà cùng kích thước. Mặt kính xoắn ốc không chỉ tối ưu hóa ánh sáng tự nhiên mà còn giúp giảm lực cản của gió, tăng khả năng chống chịu trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt. The Gherkin là biểu tượng kiến trúc xanh và hiện đại của London.

b) Hình thon dần theo chiều cao

Các công trình với hình dáng thon dần từ dưới lên trên cũng là một nguyên tắc quan trọng trong thiết kế khí động học. Điều này đặc biệt phổ biến trong các tòa nhà cao tầng và chọc trời, nơi gió ở tầng cao có xu hướng mạnh hơn nhiều so với mặt đất.

Khi công trình có hình dạng thon gọn dần theo chiều cao, diện tích bề mặt tiếp xúc với luồng gió giảm dần khi lên cao, giúp giảm tải trọng gió. Điều này không chỉ giúp công trình đối phó tốt hơn với lực tác động của gió mạnh mà còn giảm hiện tượng "xoáy gió" nguy hiểm có thể xảy ra ở phần đỉnh tòa nhà. Ví dụ như tòa nhà Burj Khalifa ở Dubai - tòa nhà cao nhất thế giới, có thiết kế với phần trên thu nhỏ hơn phần dưới để giảm thiểu ảnh hưởng của gió lớn ở độ cao.

Lợi ích của hình thon dần:

+ Giảm diện tích tiếp xúc với luồng gió, đặc biệt ở các độ cao lớn.

+ Hạn chế nguy cơ lung lay và giảm tải trọng gió lên công trình.

+ Giúp làm dịu sự chuyển động của gió xung quanh công trình, từ đó giảm thiểu hiện tượng rung động.

Burj Khalifa, cao 828 m, được thiết kế để chống chịu gió bão





Hình 7. Tòa nhà Turning Torso - Malmö, Thụy Điển
(nguồn: https://www.forbes.com/sites/davidnikel/2021/10/28/the-turning-torso-of-malm-sweden/)

hiệu quả nhờ hình dạng xoắn ốc giảm lực cản và hiện tượng cộng hưởng gió. Cấu trúc lõi bê tông cốt thép trung tâm, cùng các cánh tỏa ra, tăng cường độ ổn định. Móng sâu và nền đá chắc chắn giúp tòa nhà vững vàng trước gió bão tốc độ lên đến 240 km/h. Hệ thống kính bên ngoài cũng chịu được áp lực gió mạnh, đảm bảo an toàn cho người sử dụng, biến Burj Khalifa thành một công trình có khả năng chống gió vượt trội.

c) Thiết kế xoắn

Hình thức công trình dạng xoắn có vai trò quan trọng trong việc chống gió bão. Đầu tiên, thiết kế này giúp giảm áp lực gió bằng cách phân tán lực đều trên bề mặt, từ đó giảm nguy cơ hư hại. Thứ hai, nó tăng tính ổn định của công trình nhờ vào việc thay đổi trọng tâm và bố trí khối lượng, giúp chống lại tác động của gió mạnh. Hơn nữa, hình dạng xoắn còn cải thiện khả năng thoát nước nhờ vào các khe hở tự nhiên, giảm nguy cơ ngập lụt trong thời tiết xấu. Thiết kế này cũng tối ưu hóa lưu thông không khí, tăng cường hiệu suất năng lượng và giảm tải cho hệ thống điều hòa. Cuối cùng, ngoài lợi ích kỹ thuật, công trình dạng xoắn còn mang lại giá trị thẩm mỹ, tạo nên điểm nhấn ấn tượng cho đô thị.

Ví dụ điển hình của thiết kế này là tòa nhà Turning Torso, biểu tượng kiến trúc hiện đại ở Malmö, Thụy Điển. Công trình nổi bật không chỉ bởi hình dáng xoắn độc đáo mà còn nhờ khả năng chống gió bão xuất sắc, thiết kế hình xoắn ốc giúp giảm áp lực gió, phân tán lực một cách đồng đều trên toàn bộ bề mặt, từ đó giảm thiểu nguy cơ hư hại do gió mạnh. Ngoài ra, cấu trúc cao và mảnh mai của Turning Torso được tối ưu hóa để chịu được các tác động của gió, nhờ vào việc sử dụng các vật liệu bền vững và kỹ thuật xây dựng tiên tiến. Hệ thống khung và các điểm neo vững chắc giúp tăng cường tính ổn định, bảo vệ tòa nhà khỏi các cơn bão và hiện tượng thời tiết cực đoan. Chính nhờ những yếu tố này, Turning Torso không chỉ là một tác phẩm nghệ thuật mà còn là một công trình an toàn trong điều kiện khí hậu khắc nghiệt.

d) Thiết kế vát hoặc giật cấp

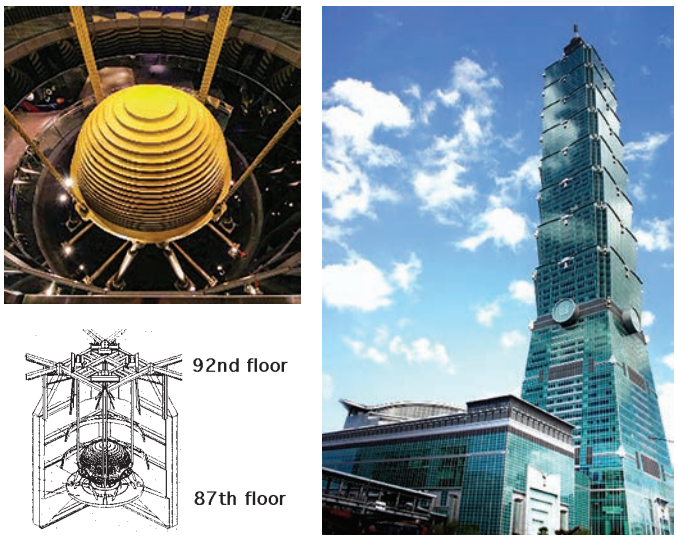
Một kỹ thuật khác thường được sử dụng trong các công trình lớn để chống chịu gió là thiết kế vát hoặc cấp. Thiết kế này giúp phá vỡ sự liên tục của luồng gió khi di chuyển quanh tòa nhà. Bằng cách tạo ra các góc vát hoặc các tầng lệch nhau, các luồng gió mạnh không thể di chuyển liên tục mà sẽ bị phân tán, làm giảm lực gió tác động lên một điểm cố định.

Ví dụ điển hình của thiết kế này là tòa nhà Taipei 101, tòa nhà chọc trời cao 509 m ở Đài Loan. Công trình không chỉ nổi tiếng với thiết kế độc đáo và chiều cao ấn tượng, mà còn với khả năng chống chịu trước các điều kiện thời tiết khắc nghiệt như gió bão và động đất. Công trình này sử dụng các tầng lệch và thiết kế vát để giúp giảm thiểu tác động của gió, đặc biệt là trong các cơn bão lớn. Nằm trong khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng bởi bão lớn, tòa nhà được trang bị một hệ thống con lắc khổng lồ, nặng 660 tấn, gọi là "damper," treo ở giữa tầng 87 và 92. Con lắc này hoạt động như một bộ giảm chấn, giúp giảm bớt dao động của tòa nhà khi có gió mạnh hoặc động đất, đảm bảo sự ổn định và an toàn cho cấu trúc. Ngoài ra, vật liệu xây dựng cao cấp, khung thép chắc chắn, cùng thiết kế khí động học thông minh giúp Taipei 101 có thể chống chịu sức gió lên tới 216 km/h. Tòa nhà là biểu tượng của sự tiến bộ trong kỹ thuật xây dựng hiện đại tại khu vực dễ bị ảnh hưởng bởi thiên tai.

Lợi ích của thiết kế vát hoặc lệch tầng:

+ Phân tán lực gió, tránh tập trung lực vào một điểm cụ thể.

+ Giảm hiện tượng xoáy gió phía sau tòa nhà.



Hình 8: Tòa nhà Taipei 101 (Nguồn. https://www.usgbc.org/projects/taipei-101-tower-0)



Hình 9. Marina Bay Sands (nguồn: mgsarchitecture)

+ Cải thiện sự ổn định của công trình trong điều kiện gió mạnh.

e) Sử dụng các mặt thoáng hoặc khe hở

Sử dụng các mặt thoáng hoặc khe hở trên bề mặt công trình là một trong những phương pháp giúp giảm tải trọng gió một cách hiệu quả. Thay vì tạo ra các bức tường kín hoàn toàn, việc chừa các khoảng hở có kiểm soát cho phép gió có thể lưu thông qua công trình mà không tạo ra áp lực lớn lên bề mặt của tòa nhà. Phương pháp này thường được sử dụng ở những công trình xây dựng tại các khu vực có gió mạnh hoặc có nguy cơ xảy ra bão thường xuyên.

Ví dụ, công trình Marina Bay Sands ở Singapore, với các phần hở giữa các tòa tháp giúp gió có thể đi qua thay vì bị cản lại. Điều này không chỉ giảm tải trọng gió lên công trình mà còn tạo ra không gian thoáng đãng cho kiến trúc tổng thể.

Lợi ích của các khe hở:

+ Giảm áp lực gió bằng cách cho phép gió lưu thông qua công trình.

+ Hạn chế hiện tượng tụ áp lực gió ở một khu vực cụ thể.

+ Tăng tính thẩm mỹ và tạo không gian mở cho công trình.

4. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết cực đoan, thiết kế kiến trúc chống bão trở thành một yêu cầu cấp bách. Những cơn bão mạnh, đi kèm với gió lớn và mưa xối xả, có thể gây thiệt hại nghiêm trọng cho các công trình xây dựng, làm gián đoạn đời sống của con người và gây tổn thất kinh tế.

Một trong những yếu tố quan trọng trong thiết kế kiến trúc chống bão là việc tận dụng các hình dạng khí động học để giảm thiểu tác động của gió. Những hình dạng này giúp giảm sức cản của gió, phân tán lực tác động lên công trình và giảm thiểu nguy cơ hư hỏng do gió mạnh. Các nghiên cứu cho thấy rằng những công trình có hình dạng tròn, mái dốc hoặc cong thường có khả năng chống chịu bão tốt hơn so với những công trình có hình dạng góc cạnh, do các hình dạng này giúp dòng chảy của gió được lưu thông mượt mà hơn, giảm áp lực và lực nâng lên các bề mặt của công trình.

Vai trò của các hình dạng khí động học trong khả năng chống bão không thể bị xem nhẹ. Hình dạng khí động học của công trình ảnh hưởng trực tiếp đến cách mà lực gió tác động lên nó. Các thiết kế có hình dạng trơn tru, không có góc cạnh sắc nhọn, giúp giảm thiểu sự hình thành của các vùng áp suất thấp và lực gió tập trung. Các công trình cao tầng có hình dạng thuôn dần lên cao, vặn xoắn, hay tạo các khoảng hở giúp phân tán lực gió, giảm gió xoáy xung quanh và chân công trình, giảm nguy cơ hư hại. Các công trình được thiết kế với các yếu tố khí động học hiệu quả có khả năng đối phó tốt hơn với sức ép của gió và giảm thiểu thiệt hại do bão.

Thiết kế kiến trúc chống chịu gió bão là một yếu tố quan trọng, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết cực đoan. Việc áp dụng các nguyên tắc khí động học vào thiết kế hình dạng công trình không chỉ giúp giảm thiểu tác động của gió mạnh mà còn nâng cao tính thẩm mỹ và hiệu suất năng lượng của công trình. Các công trình cao tầng tiêu biểu như Burj Khalifa, Taipei 101 hay The Gherkin đều cho thấy tầm quan trọng của việc tối ưu hóa hình dạng kiến trúc để đảm bảo an toàn và bền vững trong môi trường có gió lớn.❖

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1] Aly Mousaad Aly, Faiaz Khaled and Hamzeh Gol-Zaroudi, Aerodynamics of Low-Rise Buildings: Challenges and Recent Advances in Experimental and Computational Methods, DOI: 10.5772/intechopen.92794

[2] Ar. Vikas Kumar Nirmal, Wind and Architecture: Design to the flow, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 04 Issue: 11 | Nov -2017

[3] Xie J. (2014): Aerodynamic Optimization of Supertall buildings and its effectiveness assessment. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics (130):88-98

[4] Tanaka H., Tamuro Y., Ohtake K., Nakai M., Kim Y.C., and Bandi E.K. (2013): Aerodynamic and flow characteristics of tall buildings with various unconventional configurations. International Journal of High-Rise Buildings 2(3):213-228

[5] Ilgin E.H. and Gunel M.H. (2007): The role of aerodynamic modifications in the form of tall buildings against wind excitation. METU JFA 24(2):17-25

[6] Ali M.M., and Moon K.S. (2007): Structural developments in tall buildings: Current trends and future prospects. Architectural Science Review 50(3):205-223

[7] Maryam Asghari Mooneghi, Ramtin Kargarmoakhar: Aerodynamic Mitigation and Shape Optimization of Buildings: Review. Journal of Building Engineering 6 (2016) 225–235

Đổi mới để ứng phó với biến đổi khí hậu - bài học từ sau bão Yagi



KTS PHẠM THANH TÙNG*

ĐẶT VẤN ĐỀ

Miền Bắc nước ta vừa trải qua siêu bão số 3 (còn được gọi là bão Yagi), một trong những cơn bão mạnh nhất trong 30 năm qua từng được ghi nhận trên biển Đông với sức gió cực đại lên đến cấp 16 (184 - 201 km/h), giật trên cấp 17. Đây là mức cường độ rất cao, chỉ đứng sau cấp độ thảm họa trong thang đo rủi ro thiên tai. Và khi tiến vào Vịnh Bắc Bộ và đổ bộ vào đất liền, bão Yagi vẫn duy trì cường độ mạnh, với sức gió cấp 13 - 14, giật cấp 17, phạm vi ảnh hưởng rất lớn, trải dài khắp 26 tỉnh, thành phố ở miền Bắc và Thanh Hóa, gây hậu quả rất nặng nề cho một vùng rộng lớn chiếm tới 40% dân số và 41% GDP của cả nước; làm 329 người chết, mất tích; khoảng 1929 người bị thương.

Theo báo cáo của Bộ KH&ĐT, ước tính sơ bộ chưa đầy đủ, thiệt hại về tài sản do bão số 3 gây ra khoảng 50.000 tỷ đồng. Trong đó, khoảng 257.000 căn nhà, 1.300 trường học và nhiều công trình hạ tầng bị sập đổ, hư hại; 305 sự cố đê điều, chủ yếu là các tuyến đê lớn từ cấp 3 trở lên; trên 262.000 ha lúa, hoa màu, cây ăn quả bị ngập úng, thiệt hại, gãy đổ; 2.250 lồng bè nuôi trồng thủy sản bị hư hỏng, cuốn trôi; gần 2,3 triệu gia súc, gia cầm bị chết và gần 310.000 cây xanh đô thị bị gãy, đổ. Hệ thống kết cấu hạ tầng của các địa phương do ảnh hưởng của bão bị hư hại nghiêm trọng. Nhiều công trình hạ tầng thiết yếu như đường sá, cầu, cống, điện, cấp nước, thoát nước, viễn thông bị sập đổ, hư hại. Các công trình thủy lợi, đê kè, đập chứa nước của nhà máy thủy điện… bị thiệt hại, tiềm ẩn nhiều rủi ro khi tình hình bão lũ thời gian tới sẽ còn rất phức tạp. Môi trường sống bị tác động tiêu cực bởi bùn, rác, ô nhiễm nguồn nước, nguy cơ phát sinh dịch bệnh ảnh hưởng đến đời sống của người dân và xã hội.

NHIỀU BẤT CẬP TRONG QUY HOẠCH XÂY DỰNG VÀ THIẾT KẾ KIẾN TRÚC

Bão số 3 và hoàn lưu sau bão đã cho thấy sự phức tạp, khó lường và tác hại của biến đổi khí hậu (BĐKH) gây ra. Tại các thành phố như Hà Nội, Hạ Long, Hải Phòng hay các đô thị Yên Bái, Lào Cai, Lạng Sơn, Cao Bằng… gió bão không chỉ quật đổ hàng chục ngàn cây xanh đô thị; làm sập đổ, bay mái hàng vạn nhà dân, làm vỡ, nứt kính bên ngoài nhiều tòa nhà chung cư cao tầng; gây hư hỏng nhiều công trình công cộng có kiến trúc hiện đại và không gian lớn… mà còn làm ngập lụt nhiều đường phố, khu phố trong thời gian dài sau khi bão đi qua. Hậu quả mà bão số 3 gây ra đã làm bộc lộ một số vấn đề cần nghiên cứu trong quản lý phát triển đô thị - kiến trúc; trong việc lập quy hoạch điểm dân cư vùng đồi núi, nơi ven suối, ven đồi… nơi tiềm ẩn sạt lở, trượt đất.

Về công tác dự báo: Những năm qua, với sự phát triển của khoa học và công nghệ số, sử dụng vệ tinh viễn thám… công tác dự báo thiên tai, bão lũ, lở đất trên cả nước khá chính xác, kịp thời. Chúng ta đã lập được các bản đồ đánh giá nguy cơ thiên tai ở tỷ lệ 1:1.000.000 hay 1:500.000, 1:250.000. Trên các bản đồ này chỉ ra các khu vực có khả năng xảy ra thiên tai ở các mức độ khác nhau của từng địa phương.

(*) *Chánh Văn phòng Trung ương Hội KTS Việt Nam*



Nước sông Hồng lên cao, nhấn chìm các khu vực nằm ven sông ở thành phố Yên Bái.

Tuy nhiên, những bản đồ này không thể hiện được cụ thể những mái dốc, con suối có nguy cơ xảy ra sạt lở và lũ quét khi mưa lớn kéo dài cũng như chưa có thống kê và đánh giá cụ thể để địa phương biết, đề phòng. Các địa phương thiếu kịch bản ứng phó rủi ro thiên tai khi xảy ra, nên dễ bị động, lúng túng. Vì thế, cần xây dựng bản đồ đánh giá nguy cơ xảy ra sạt lở và lũ quét ở địa phương có tỷ lệ 1:5000 hay 1:10.000. Trên bản đồ này sẽ chỉ rõ được từng mái dốc; từng con suối có nguy cơ gây ra sạt lở, lũ quét cho từng ngôi nhà, cụm nhà hay một làng, một bản. Đây là công cụ rất quan trọng trong công tác quản lý và lập quy hoạch các điểm dân cư miền núi.

Bên cạnh đó có thể tùy điều kiện từng địa phương mà lắp thiết bị quan trắc tự động ghi đo sự chuyển dịch của các khối trượt, khi vượt quá giới hạn, các khối trượt này có khả năng gây thảm họa, thì hệ thống sẽ thông báo cho chính quyền và người dân để kịp thời ứng phó hoặc di dời. Tuy nhiên phương pháp này sẽ bị hạn chế ở nước ta bởi khu vực miền núi rất phức tạp với vô vàn mái dốc, sườn núi có nguy cơ sạt lở, nên không thể có nguồn lực và nhân lực thực hiện công việc này cho cả hệ thống. Vụ lũ quét, sạt lở vùi lấp cả một làng như Làng Nủ, đêm 10/9 đã gây hậu quả kinh hoàng, san phẳng 33 nóc nhà, 52 người chết, 14 người mất tích là một bài học đau xót của việc xây dựng nhà ở nơi có nền đất yếu, triền đồi dễ xảy ra lũ quét.

Về quy hoạch xây dựng phát triển đô thị - nông thôn: Hầu hết các đô thị ở miền Bắc đều được hình thành bên những dòng sông với lợi thế giao thương, buôn bán bằng đường thủy (nhất cận thị/nhì cận giang). Với cấu trúc đô thị như thế, cốt nền đô thị thường thấp, dễ xảy ra ngập lụt khi có mưa lớn kéo dài, nhất là gặp những trận bão lớn như bão số 3 vừa qua.

Hiện nay, tại các đô thị, kể cả thành phố lớn như Hà Nội hệ thống tiêu thoát nước hầu như chưa đảm bảo, chưa thích ứng được với những trận mưa có cường độ lớn. Các hồ đầm, sông, mương, không gian xanh trong đô thị, nơi có khả năng tiêu thoát nước tự nhiên bị thu hẹp để lấy đất phát triển các dự án bất động sản và đô thị hóa. Sự phát triển nhanh thiếu kiểm soát dân số đô thị cùng với sự bùng nổ số lượng ôtô, xe máy ngày càng cao… dẫn đến ách tắc giao thông, ô nhiễm môi trường. Hàng vạn cây xanh đô thị trong đó có hàng trăm cổ thụ bị bão làm gẫy cành, bật gốc cho thấy công tác trồng và chăm sóc cây xanh đô thị có nhiều bất cập. Lâu nay, trước mùa mưa bão, người ta thường huy động công nhân và phương tiện đi cắt cành, cắt tán. Việc trồng cây cũng chưa phù hợp với cảnh quan đô thị. Cây trồng trên vỉa hè phải là cây có tán rộng nhưng không cao, có hoa, không có mùi độc hại, như muồng vàng, cây sở, trà đỏ, trà bạch… Cần quản lý chặt chẽ việc lựa chọn trồng cây xanh đô thị. Vỉa hè có trồng cây xanh phải lớn hơn 3 m để đảm bảo cho bộ rễ cây phát triển. Cây xanh như con người, rất cần chăm sóc thường xuyên theo đúng kỹ thuật chuyên ngành. Cây già cỗi, cổ thụ bị sâu bệnh… nếu không có khả năng phục hồi thì cương quyết phải chặt bỏ để trồng cây mới cùng chủng loại phù hợp với đô thị. Cây xanh mới trồng cần được bảo vệ, chống đỡ phòng mưa bão, giông lốc.

Cần có giải pháp quy hoạch thích ứng với Luật Đê điều



Vụ lở núi xảy ra lúc rạng sáng 10/9 gây sạt lở, vùi lấp thôn Làng Nủ (Lào Cai).

trong phát triển đô thị hai bên sông như ở Hà Nội để không cản trở dòng chảy khi có lũ và khả năng lưu giữ nước sạch. Với các điểm dân cư nông thôn miền núi, cần có quy hoạch cụ thể lựa chọn địa điểm xây dựng nhà ở, công trình công cộng an toàn. Tuyệt đối không làm nhà ở nơi có khả năng sạt lở, lũ quét.

Về kiến trúc: Bão số 3 và hoàn lưu của bão đã tàn phá, gây hư hại cho hàng vạn công trình kiến trúc từ nhà ở của dân đến các chung cư cao tầng, các công trình công cộng có khối tích lớn, hiện đại mới được xây dựng trong khoảng hơn một thập niên trở lại. Rất nhiều nhà dân bị tốc mái, đổ sập, thậm chí bị chôn vùi bị lũ quét hay lở đất đều xây cất ở những vị trí không an toàn khi thiên tai xảy ra như Làng Nủ ở Lào Cai và nhiều nơi khác ở Cao Bằng, Yên Bái. Hầu hết các khu dân cư ngoài bãi sông Hồng bị ngập lụt, phải sơ tán, như Tứ Liên, Phúc Tân, Phúc Xá, An Dương… ở Hà Nội. Một số chung cư cao cấp ở Hà Nội, Hải Phòng bị gió giật làm vỡ kính, nước mưa tràn vào căn hộ. Tại Quảng Ninh, nơi có nhiều công trình văn hóa bị bão số 3 tàn phá, đặc biệt trong đó có Bảo tàng - Thư viện Quảng Ninh (đưa vào sử dụng năm 2013), Cung Quy hoạch - Hội chợ và Triển lãm Quảng Ninh (đưa vào sử dụng năm 2017), tác phẩm của một KTS nổi tiếng thế giới người Tây Ban Nha, đây là những điểm đến hấp dẫn thu hút đông đảo du khách trong và ngoài nước, là "biểu tượng" của tỉnh, bị tàn phá nặng nề. Ở Bảo tàng -Thư viện Quảng Ninh, hơn 1.100 m^2/14.000m^2 kính cường lực mặt đứng kiến trúc, trên mái, và kính lan can bị phá hủy; 714 m^2 vách, trần thạch cao bị vỡ hỏng; hơn 1.000 m^2 mái tôn chống nóng bị gió lốc thổi bay, bóc dỡ… Ngoài ra nhiều vật dụng phù trợ khác như loa, ghế, bậc đá, thang máy... cũng bị bão phá hủy. Cung Quy hoạch - Hội chợ và Triển lãm Quảng Ninh nằm gần Bảo tàng - Thư viện tỉnh thì toàn bộ phần mái phía trước của Cung bị phá hủy, những tấm lợp bằng kim loại và lớp cách nhiệt bị lột ra từng mảng lớn rơi khắp nơi. Hệ thống kính cường lực bao quanh Cung cũng bị vỡ hỏng hoàn toàn. Ngoài ra cây xanh, thang máy, máy chiếu, màn hình led phía ngoài, trần thạch cao, ghế phòng họp, sa bàn quy hoạch địa phương... cũng bị hỏng và ảnh hưởng. Thiệt hại ước tính ban đầu của 2 công trình là trên 70 tỷ đồng.

Qua những điều nêu trên cho thấy, việc quản lý chất lượng công trình còn yếu kém. Tuy công trình có kết cấu tòa nhà vững chắc, nhưng cấu tạo kiến trúc không an toàn, lắp đặt không đồng bộ bởi trình độ thi công lắp



Cầu Long Biên nhìn từ trên cao khi nước sông Hồng vượt báo động 1.



Ngập úng phường Phúc Xá, Ba Đình, Hà Nội.



Cung Quy hoạch - Hội chợ và Triển lãm Quảng Ninh.



Bảo tàng - Thư viện Quảng Ninh.

dựng kém và cả sự tiết kiệm kinh phí của chủ đầu tư… là nguyên nhân công trình dễ bị hư hỏng, phá vỡ khi có thiên tai, hiểm họa. Theo quy định của nhà nước, kết cấu mặt dựng kiến trúc bằng kính cường lực trước khi thi công thực tế phải được thử trong phòng thí nghiệm với tỷ lệ 1:1 để đánh giá khả năng chịu lực gió, bão ở cấp cao nhất có thể xảy ra. Nếu bỏ qua các quy định, tiêu chuẩn xây dựng, dù là một khung cửa kính khung nhôm, cũng sẽ gây ra thảm họa trước thiên tai, bão giật cường độ lớn như bão số 3. Các KTS khi thiết kế nhà ở, công trình công cộng sử dụng mái tôn cần lưu ý cấu tạo liên kết giữa các tấm mái với kết cấu đỡ mái để đảm bảo chịu được sức giật, xoáy của bão, gió. Thiết kế khoảng vươn của mái tôn ra ngoài tường hay hệ khung cột phải hợp lý, đảm bảo mỹ quan và an toàn trước mưa bão. Nhà ở của dân vùng đồi núi phải có kiến trúc bền vững (nền vững, tường vững, mái vững) nhưng vẫn giữ được bản sắc vùng miền.

KẾT LUẬN

Câu chuyện về thảm họa do bão số 3 và hoàn lưu bão của nó gây ra vừa qua là câu chuyện đầy đau xót và nước mắt trước những thiệt hại vô cùng lớn về người và của ở miền Bắc nước ta. Bão số 3 cũng đã thêm một hồi chuông cảnh báo về hiểm họa của biến đổi khí hậu đối với con người. Bão đã đi qua, cả nước đã và đang chung tay, góp sức với nghĩa đồng bào cao cả để giúp đỡ các địa phương bị thiên tai tàn phá khắc phục hậu quả. Bão số 3 cũng cho chúng ta thấy những điều còn bất cập trong công tác quản lý, quy hoạch xây dựng, kiến trúc phát triển đô thị và nông thôn.

Ngày hôm nay, ngành Xây dựng đang đứng trước nhiều thách thức của biến đổi khí hậu, của hiệu ứng nhà kính. Vì thế, để phát triển xây dựng xanh, kiến trúc xanh, đô thị xanh, đô thị thông minh tiến tới Net Zero vào năm 2050, thì rất cần những giải pháp ứng phó và thích ứng với biến đổi khí hậu kịp thời, hiệu quả, vì môi trường sống an toàn, bền vững cho nhân dân. Nhiệm vụ này phải được bắt đầu từ công tác quản lý nhà nước từ trung ương đến các địa phương; các nhà khoa học trong lĩnh vực xây dựng, vật liệu xây dựng, các KTS và các nhà đầu tư, doanh nghiệp.

Và phải chăng đó cũng là mục tiêu của ngành xây dựng và kiến trúc trong kỷ nguyên phát triển mới của đất nước dưới sự lãnh đạo của Đảng.❖

Cây xanh và hè đường Hà Nội còn đó nhiều nỗi lo sau siêu bão Yagi



TS.KTS NGUYỄN TẤT THẮNG*

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng phức tạp, các thành phố lớn như Hà Nội đang phải đối mặt với nhiều thách thức về môi trường đô thị, trong đó có hiện tượng đổ cây, lụt lội và đảo nhiệt đô thị. Gần đây, cơn siêu bão số 3 Yagi đã đổ bộ vào miền Bắc Việt Nam, trong đó có thủ đô Hà Nội, gây thiệt hại lớn cho nhiều khu vực trong thành phố. Sự kiện này làm nổi bật vai trò của cây xanh và vỉa hè, trong việc quản lý và ứng phó với thiên tai, cũng như những điểm cần cải thiện trong quy hoạch, thiết kế, xây dựng và quản lý các tiện ích thuộc về hạ tầng kỹ thuật đô thị.

Bài viết này sẽ phân tích ưu và nhược điểm của việc trồng cây xanh và lát vỉa hè tại Hà Nội, từ đó rút ra bài học kinh nghiệm và đề xuất một số giải pháp trong việc phát triển cơ sở hạ tầng gắn với các tiện ích đô thị, giúp giảm thiểu tác động của các hiện tượng khí hậu cực đoan.

Trước hết, chúng ta cần hiểu rõ, trong một đô thị bền vững, tỷ lệ diện tích đất thấm nước (hay còn gọi là diện tích đất tự nhiên có khả năng thấm nước như các khu vực cây xanh, công viên, hồ nước, mặt đất…) nên chiếm khoảng từ 20 - 40% tổng diện tích đất tự nhiên. Tỷ lệ cụ thể có thể thay đổi tùy vào đặc điểm địa lý, khí hậu và kế hoạch phát triển đô thị ở từng khu vực. Mục tiêu của việc duy trì một tỷ lệ cao diện tích đất thấm nước là để tăng cường khả năng hấp thụ nước mưa, giảm nguy cơ ngập lụt, bổ sung nguồn nước ngầm, và tạo ra môi trường sống tốt hơn cho cộng đồng, đặc biệt liên quan đến đảo nhiệt đô thị. Các giải pháp như trồng cây xanh, tạo hồ chứa nước và các chủng loại vật liệu xây dựng thấm nước thường được sử dụng trong hạ tầng đô thị để đạt được mục tiêu này. Tuy nhiên, với Hà Nội, các lý thuyết và mục tiêu trên còn trở nên xa vời, khi các vấn đề thiết kế, xây dựng và quản lý sử dụng vỉa hè, cây xanh đường phố hết sức phản khoa học, sẽ được phân tích cụ thể ở các nội dung sau đây.

(*) Nghiên cứu viên Cao cấp - Viện Kiến trúc Quốc gia. Bộ Xây dựng

1. THỰC TRẠNG THIẾT KẾ, XÂY DỰNG VÀ QUẢN LÝ CÂY XANH ĐƯỜNG PHỐ, VỈA HÈ TẠI HÀ NỘI

1.1. Đối với vỉa hè

Không biết từ bao giờ, việc thiết kế và xây dựng lát vỉa hè với lớp lót bằng bê tông lại có ở Hà Nội và rất nhiều đô thị khác trên cả nước, đang gây ra nhiều tác động tiêu cực đến việc tự thấm nước mặt đất và ảnh hưởng đến tình trạng lụt lội cũng như khả năng phát triển của cây xanh đường phố và gây nên hiệu ứng đảo nhiệt đô thị. Dưới đây là một số thực trạng và nhược điểm cụ thể: (Hình 1).

Hạn chế khả năng thấm nước tự nhiên: Vỉa hè được lát bằng các vật liệu như đá xẻ tự nhiên, gạch granit, gạch nung… với lớp lót bằng bê tông, tạo ra một bề mặt không thấm nước, cản trở quá trình nước mưa thấm vào lòng đất. Điều này làm giảm khả năng bổ sung nguồn nước ngầm và dễ gây ra tình trạng ngập lụt, đặc biệt là trong những trận mưa lớn. Ở Hà Nội, việc này đã trở thành một trong những nguyên nhân chính khiến nước không kịp thoát, gây ngập úng cục bộ ở nhiều tuyến phố. Điều này còn có thể khiến cây trồng trên đường phố thiếu nước, ảnh hưởng đến sự phát triển và sức khỏe của cây.

Gia tăng lụt lội đô thị: Lát vỉa hè bằng lớp lót bê tông sẽ thay đổi dòng chảy tự nhiên của nước mưa, làm tăng dòng chảy bề mặt (surface runoff). Khi nước mưa không thể thấm qua lớp bê tông, lượng nước dư thừa nhanh chóng dồn về các hệ thống thoát nước. Tuy nhiên, các hệ thống thoát nước hiện tại có thể không đủ khả năng đáp ứng kịp với lượng nước mưa đổ về, từ đó dẫn đến lụt lội. Những trận mưa lớn hay mưa kéo dài thường khiến tình trạng ngập lụt ở Hà Nội trở nên nghiêm trọng hơn do vỉa hè bị lót kín bằng vật liệu không thấm nước.

Ảnh hưởng đến việc trồng cây xanh: Cây xanh phát triển cần một lượng nước nhất định để hấp thụ từ đất. Tuy nhiên,



với việc lát vỉa hè bằng lót bê tông, lớp đất dưới gốc cây không được cung cấp đủ nước do nước không thể thấm qua lớp bê tông. Điều này làm ảnh hưởng đến sự phát triển của hệ thống rễ cây và có thể dẫn đến việc cây chết khô hoặc phát triển yếu ớt. Bên cạnh đó, bê tông cũng ngăn cản sự lưu thông của không khí trong lòng đất, làm cho đất trở nên cứng và khô cằn, gây bất lợi cho cây trồng.

Tăng nhiệt độ và gây nên hiệu ứng đảo nhiệt đô thị: Bê tông có khả năng hấp thụ và giữ nhiệt nhiều hơn so với đất hoặc các vật liệu thấm nước tự nhiên, làm tăng nhiệt độ môi trường xung quanh. Điều này ảnh hưởng đến cây xanh, vì nhiệt độ tăng cao có thể gây mất nước và làm cây suy yếu. Nhiệt độ cao hơn ở các khu vực được lát bê tông sẽ làm tăng nhu cầu sử dụng điều hòa không khí, dẫn đến tiêu thụ năng lượng lớn hơn, và từ đó thải ra nhiều khí nhà kính hơn, góp phần vào sự nóng lên của thành phố và làm trầm trọng thêm đảo nhiệt đô thị.

1.2. Đối với cây xanh đường phố

Hiện nay, việc trồng, chăm sóc và quản lý cây xanh ở Hà Nội đang gặp phải nhiều vấn đề hạn chế như:

Thiếu không gian và quy hoạch cây xanh: Mật độ cây xanh thấp, mặc dù Hà Nội là thủ đô có quy mô lớn, nhưng tỷ lệ diện tích cây xanh trên đầu người lại khá thấp so với tiêu chuẩn quốc tế. Theo tiêu chuẩn của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), mỗi người dân cần ít nhất 9 m^2 cây xanh, nhưng ở Hà Nội, con số này thường chỉ đạt khoảng 2 - 3 m^2; Thiếu quy hoạch đồng bộ bởi một số khu vực nội đô có mật độ dân cư cao, nhưng diện tích đất dành cho cây xanh lại rất hạn chế. Đặc biệt, sự phát triển đô thị không đồng bộ với việc mở rộng diện tích cây xanh, dẫn đến các khu vực mới phát triển thiếu không gian xanh.

Chất lượng cây xanh trồng mới chưa đảm bảo: Việc lựa chọn loại cây để trồng chưa thực sự phù hợp với điều kiện thổ nhưỡng và khí hậu của Hà Nội. Nhiều loại cây dễ gãy đổ khi gặp mưa bão, gây nguy hiểm cho người dân; Cây trồng theo phong trào, có những thời điểm Hà Nội thực hiện trồng cây xanh theo phong trào, nhưng do thiếu sự nghiên cứu và kế hoạch dài hạn, nhiều cây không sinh trưởng tốt, bị khô héo, chết sớm.

Công tác chăm sóc và quản lý còn nhiều bất cập: Thiếu sự quan tâm đúng mức trong công tác chăm sóc, cắt tỉa cây xanh, chưa được thực hiện thường xuyên và đúng kỹ thuật, dẫn đến tình trạng cây bị khô héo, sâu bệnh; Quản lý cây xanh chưa chuyên nghiệp, với việc quản lý và bảo dưỡng cây xanh chủ yếu do các đơn vị hành chính địa phương phụ trách, thiếu sự hợp tác với các chuyên gia và tổ chức chuyên nghiệp trong lĩnh vực cây xanh, môi trường; Hệ thống cây xanh thiếu an toàn, một số cây lớn có tuổi thọ cao nhưng không được kiểm tra định kỳ, dẫn đến nguy cơ gãy đổ cao trong mùa mưa bão. Đã có nhiều trường hợp cây đổ gây tai nạn cho người dân. Rễ cây phát triển yếu, một số cây trồng mới có hệ thống rễ phát triển kém do điều kiện đất, hoặc bị ảnh hưởng bởi hạ tầng ngầm như hệ thống cáp, đường ống điện nước và tuy nen kỹ thuật dưới lòng đất, làm giảm độ bám vững chắc của cây…

Áp lực từ sự phát triển của đô thị: Hà Nội đang phát triển nhanh về cơ sở hạ tầng và các công trình xây dựng, dẫn đến việc phải chặt hạ hoặc di dời cây xanh để mở rộng đường, xây dựng nhà cửa…Dẫn đến thiếu không gian dành cho cây xanh mới, với mật độ dân số cao và nhu cầu xây dựng tăng, việc dành đất cho trồng cây xanh mới ngày càng khó khăn.

2. NHỮNG NGUYÊN NHÂN CHÍNH ĐÃ LÀM CHO LỤT LỘI, CÂY XANH ĐỔ NHIỀU TẠI HÀ NỘI TỪ ẢNH HƯỞNG CỦA SIÊU BÃO SỐ 3 YAGI

Siêu bão Yagi (cơn bão số 3 năm 2024) đã gây ra thiệt hại

nặng nề tại nhiều tỉnh miền Bắc Việt Nam, bao gồm cả thủ đô Hà Nội. Đây là một trong những cơn bão mạnh nhất từng ảnh hưởng đến khu vực này, với sức gió mạnh cấp 14 (45 m/s), giật trên cấp 17 (62 m/s). Các khu vực như Quảng Ninh, Hải Phòng và nhiều tỉnh miền Bắc đã trải qua những đợt gió lớn và mưa lũ nghiêm trọng. Hà Nội, mặc dù không phải là khu vực ven biển, vẫn chịu ảnh hưởng lớn từ siêu bão. Cơn bão đã gây ra thiệt hại trên diện rộng, làm gãy đổ hàng loạt cây xanh lâu năm, nhất là ở các khu vực như Hồ Tây và Giảng Võ. Các tuyến đường chính của thành phố như Hoàng Hoa Thám, khu vực Nhà Thờ Lớn và công viên Lê Nin cũng chứng kiến nhiều cây bị bật gốc, đổ vào nhà cửa và vỉa hè, gây nguy hiểm cho người dân.

Bão Yagi còn mang theo mưa lớn kéo dài, gây lụt úng ở nhiều khu vực tại Hà Nội, làm ảnh hưởng đến giao thông và sinh hoạt hàng ngày. Ngoài ra, thiệt hại về người và tài sản từ cơn bão này là rất đáng kể, khiến chính quyền và người dân phải dành nhiều thời gian và nguồn lực để khắc phục hậu quả. Sức tàn phá của Yagi không chỉ nằm ở tốc độ gió mạnh mà còn ở mưa lớn kéo dài sau bão, gây lũ quét và sạt lở đất ở nhiều nơi, ảnh hưởng đến hàng triệu người dân miền Bắc, trong đó có Hà Nội. Nguyên nhân chính gây ra tình trạng lụt lội, cây xanh đổ nhiều và tốc mái ở Hà Nội do siêu bão số 3 Yagi gây ra, có thể được giải thích qua một số lý do sau:

Mưa lớn kéo dài: Siêu bão Yagi mang theo lượng mưa lớn, gây ra ngập úng ở nhiều khu vực. Hệ thống thoát nước của Hà Nội có giới hạn, và khi lượng mưa vượt quá khả năng thoát, nước sẽ tích tụ gây lụt. Những con đường, khu dân cư và các hạ tầng chưa được cải thiện hoặc không có hệ thống thoát nước hiệu quả sẽ chịu ảnh hưởng nặng nề hơn.

Sức gió mạnh: Gió mạnh từ bão Yagi có khả năng làm đổ cây xanh, gây tốc mái nhà. Nhiều cây xanh trong thành phố không được chăm sóc đúng cách, rễ cây yếu hoặc cây quá cao sẽ dễ bị ngã đổ khi gặp gió lớn. Các công trình xây dựng, nhà ở nếu không đảm bảo tiêu chuẩn xây dựng chống bão cũng dễ bị hư hại.

Hệ thống cơ sở hạ tầng yếu kém: Một số khu vực tại Hà Nội vẫn còn sử dụng cơ sở hạ tầng cũ, chưa được nâng cấp để chịu được tác động từ các hiện tượng thời tiết cực đoan. Điều này làm tăng nguy cơ hư hại khi bão đổ bộ.

Thay đổi khí hậu: Tần suất và cường độ của các cơn bão như Yagi gia tăng do biến đổi khí hậu, khiến tình trạng thiên tai trở nên nghiêm trọng hơn.

Tình trạng đô thị hóa nhanh chóng: Quá trình đô thị hóa không quy hoạch hợp lý đã làm giảm diện tích thấm nước tự nhiên như hồ, sông và cây xanh, gây ra tình trạng ngập úng trầm trọng hơn khi có bão. Tập hợp tất cả những yếu tố này, đã dẫn đến hậu quả nặng nề cho Hà Nội khi chịu ảnh hưởng của siêu bão số 3 Yagi.

Ngoài những nguyên nhân có tính khách quan chung về hạ tầng kỹ thuật đô thị nêu trên, còn có nguyên nhân chính và chủ yếu với những hạn chế và yếu kém trong công tác thiết kế, xây dựng và quản lý sử dụng vỉa hè, cây xanh, bao gồm:

Cơn siêu bão Yagi đã gây ra hiện tượng đổ gãy nhiều cây



Hình 1: Lớp lót lát gạch vỉa hè bằng bê tông tại Hà Nội
a: Vỉa hè phố Láng Hạ; b: Vỉa hè phố Hoàng Cầu

xanh trong thành phố. Tình trạng đổ cây do cây không có hệ rễ bám sâu, nhiều cây xanh được trồng trên vỉa hè có hệ rễ nông, không đủ độ bám để chống chọi với gió lớn. Chọn loại cây không phù hợp, một số loài cây không thích hợp với điều kiện thời tiết bão gió của Hà Nội nhưng vẫn được trồng rộng rãi. Công tác bảo trì kém, việc chăm sóc, cắt tỉa cây không đúng kỹ thuật hoặc thiếu sót trong quá trình theo dõi sức khỏe cây cũng làm tăng nguy cơ đổ gãy.

Tình trạng lũ lụt đô thị với nhiều khu vực ở Hà Nội rơi vào tình trạng ngập lụt nặng nề. Điều này xuất phát từ hệ thống thoát nước quá tải, lượng mưa lớn trong thời gian ngắn khiến hệ thống cống thoát nước không kịp xử lý, gây ra tình trạng ngập úng. Đặc biệt, vỉa hè không thoát nước hiệu quả, nhiều khu vực vỉa hè được lát gạch kín, không có khả năng thấm nước, làm tăng lượng nước mưa tràn vào đường phố…

3. BÀI HỌC KINH NGHIỆM VÀ ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP VỀ THIẾT KẾ, XÂY DỰNG VÀ QUẢN LÝ SỬ DỤNG VỈA HÈ, CÂY XANH CHO HÀ NỘI

3.1. Bài học kinh nghiệm

Sau siêu bão Yagi tấn công thủ đô Hà Nội, ngành xây dựng và chính quyền đô thị cần rút ra nhiều bài học quan trọng nhằm tăng cường khả năng chống chịu của thành phố trước các hiện tượng thời tiết cực đoan trong tương lai. Một số bài học cần thiết bao gồm:

Cải thiện hệ thống thoát nước và chống ngập: Cần tăng cường hệ thống thoát nước: Siêu bão Yagi đã gây ra ngập lụt ở nhiều khu vực của Hà Nội. Điều này cho thấy sự thiếu hiệu quả của hệ thống thoát nước hiện tại. Các cơ quan quản lý cần nâng cấp hệ thống thoát nước, sử dụng công nghệ hiện đại như cảm biến thông minh để phát hiện và quản lý lượng nước mưa; Bảo vệ vùng thấp: Những khu vực dễ bị ngập lụt cần được đánh giá lại và áp dụng các giải pháp bảo vệ tốt hơn, chẳng hạn như xây dựng các hồ điều tiết và vùng trữ nước tạm thời.

Xây dựng hạ tầng bền vững và chống bão: Tăng cường





Hình 2: Năng lực khắc phục tổn thất trồng lại cây xanh sau bão
a: Cây xanh đổ nhưng vẫn sống, chưa được trồng lại sau gần một tháng sau bão Yagi tại công viên hồ Thành Công.
b: Cây xanh khu đô thị Ecopark được trồng lại sau 5 ngày bão Yagi kết thúc.

tiêu chuẩn xây dựng: Các tòa nhà cần tuân thủ những quy chuẩn chống bão nghiêm ngặt hơn. Vật liệu xây dựng phải được lựa chọn sao cho có khả năng chống chịu với gió mạnh và ngập lụt, đặc biệt là kết cấu các mặt dựng và vỏ bao che bằng kính…

Phát triển không gian xanh và cơ sở hạ tầng thiên nhiên: Cây xanh và thảm thực vật: các không gian xanh giúp giảm lượng nước mưa tràn xuống hệ thống thoát nước và bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, cần chọn lựa các loại cây có khả năng chống chịu gió mạnh để tránh cây bị đổ ngã trong bão; Nâng cao năng lực cảnh báo và ứng phó khẩn cấp với hệ thống cảnh báo sớm: Tăng cường các hệ thống cảnh báo thời tiết và thiên tai sớm để đảm bảo người dân có đủ thời gian chuẩn bị và di tản nếu cần. Đặc biệt là năng lực sử lý khắc phục các tổn thất sau bão. (Hình 2)

Đào tạo nhân lực ứng phó khẩn cấp đi đôi với tăng cường giáo dục và nâng cao nhận thức cộng đồng: Lực lượng cứu hộ và các đơn vị ứng phó khẩn cấp cần được đào tạo tốt hơn, trang bị đầy đủ để phản ứng kịp thời và hiệu quả trước tình huống thiên tai; Người dân cần được hướng dẫn về cách bảo vệ bản thân và tài sản khi bão đến, bao gồm các biện pháp gia cố nhà cửa và chuẩn bị vật dụng thiết yếu; Nâng cao ý thức cộng đồng về bảo vệ môi trường và hợp tác trong quá trình phòng chống thiên tai.

Việc rút ra những bài học này sẽ giúp Hà Nội và các thành phố khác ở Việt Nam tăng cường khả năng ứng phó với các hiện tượng thời tiết cực đoan trong tương lai, đồng thời bảo vệ môi trường sống và sự an toàn của người dân.

3.2. Đề xuất một số giải pháp về thiết kế, xây dựng và quản lý sử dụng vỉa hè, cây xanh cho Hà Nội

Cải thiện quy hoạch và quản lý cây xanh: Để giảm thiểu nguy cơ đổ cây và tăng khả năng chống chịu của cây xanh trước các cơn bão, cần chọn loài cây phù hợp, ưu tiên trồng các loài cây có khả năng bám rễ sâu, chống chịu gió bão tốt hơn. Chăm sóc và bảo trì định kỳ, cắt tỉa cây đúng thời điểm, đảm bảo cây khỏe mạnh trước mùa mưa bão. Đảm bảo không gian phát triển cho rễ cây, khi thiết kế vỉa hè, cần tạo khoảng trống đủ lớn cho hệ rễ cây phát triển.

Phát triển không gian cây xanh hợp lý: Tăng cường mật độ cây xanh ở các khu vực trung tâm, cần có kế hoạch tăng cường mật độ cây xanh ở những khu vực đông dân cư, khu vực đô thị có tính chất nén, giúp làm giảm hiện tượng đảo nhiệt đô thị. Phân bố đều không gian cây xanh, quy hoạch cây xanh cần được thực hiện một cách đồng đều trên toàn thành phố, thay vì tập trung vào một số khu vực nhất định.

Cải thiện hệ thống vỉa hè và thoát nước: Thay đổi hẳn giải pháp thiết kế lớp lót lát gạch vỉa hè bằng sử dụng các loại và hình thức vật liệu thấm nước. Lát vỉa hè bằng các vật liệu có khả năng thấm nước để giảm tải cho hệ thống thoát nước trong mùa mưa. Nâng cấp hệ thống thoát nước đô thị để đáp ứng yêu cầu thoát nước nhanh chóng trong trường hợp lượng mưa lớn. Tiến tới có thiết kế mẫu điển hình cho từng loại vỉa hè có kích thước chiều rộng khác nhau, đi đôi với thiết kế đồng bộ tuy nen kỹ thuật và cây xanh đường phố…

THAY LỜI KẾT

Cơn siêu bão Yagi đã cho chúng ta thấy những bài học quan trọng trong việc phát triển cây xanh và hạ tầng vỉa hè tại Hà Nội. Để giảm thiểu tác động của các hiện tượng khí hậu cực đoan trong tương lai, việc cải thiện quy hoạch, chọn lựa loài cây phù hợp và thay đổi, nâng cấp hệ thống hạ tầng là cần thiết. Các chính sách phát triển và quản lý đô thị cần được điều chỉnh nhằm tăng cường khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu và đảm bảo môi trường sống bền vững cho người dân.

Chính quyền đô thị và các chủ thể có liên quan cùng mọi người dân cần xác định rõ trách nhiệm của mình trong việc cùng chung tay tạo dựng môi trường sống lẫn các tiện ích thuộc hạ tầng kỹ thuật của đô thị. Hy vọng, tất cả người dân Thủ đô không phải hứng chịu những thảm họa từ thiên tai, nhân tai…do sự thiếu trách nhiệm và thiếu hiểu biết của chính chúng ta trong ứng xử với thiên nhiên gây nên.❖



TS.KTS PHẠM THỊ NHÂM:

"Nâng cao khả năng thích ứng của đô thị Việt Nam trước thiên tai và biến đổi khí hậu"



THU THỦY (thực hiện)

Biến đổi khí hậu toàn cầu và thiên tai đang đặt ra các thách thức rất lớn đối với quá trình phát triển đô thị của Việt Nam. Chúng ta ứng phó ra sao? Làm gì để tăng khả năng chống chịu của đô thị Việt Nam trước thiên tai?... Cuộc trò chuyện của BTV Tạp chí Xây dựng với TS.KTS Phạm Thị Nhâm - Phó viện trưởng Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn Quốc (Bộ Xây dựng) gia phần nào giải đáp vấn đề nóng bỏng này.

TẠO LẬP HỆ THỐNG ĐÔ THỊ - NÔNG THÔN BỀN VỮNG

Trước hết, xin gửi lời chúc đến bà nhân ngày Phụ nữ Việt Nam 20/10. Thưa bà, Quy hoạch hệ thống đô thị - nông thôn mới được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Là người trực tiếp trình bày tại Hội nghị công bố quy hoạch do Bộ Xây dựng tổ chức, xin bà cho biết những điểm nổi bật đáp ứng thực tiễn trong Quy hoạch lần này?

- Cảm ơn Tạp chí Xây dựng đã đề cập đến một công trình nghiên cứu lớn được thực hiện bởi tập thể cán bộ Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn Quốc gia chúng tôi. Đây là lần đầu tiên một bản đồ án quy hoạch ngành quốc gia được thực hiện theo Luật Quy hoạch có yếu tố tích hợp liên ngành. Tổ chức hệ thống đô thị - nông thôn đặt trong Khung không gian lãnh thổ quốc gia được định hình bởi các không gian động lực, gồm vùng động lực, hành lang động lực, cực tăng trưởng, không gian tích hợp liên ngành và lĩnh vực.

Quy hoạch này không chỉ định hướng hệ thống đô thị, mà cả khu vực dân cư nông thôn. Khẳng định đô thị trở thành động lực giữ vai trò nòng cốt trong phát triển kinh tế Việt Nam. Nông thôn là nền tảng để phát triển bền vững đô thị trong tương lai.

Quả là ấn tượng khi "yếu tố tích hợp liên ngành" ở nước ta lần đầu tiên được thực hiện trong một quy hoạch đô thị và nông thôn cấp quốc gia. Vậy đâu là những điểm đột phá trong bản quy hoạch này, thưa bà?

- Chúng ta hiểu Quy hoạch này là một trong những chính sách đô thị hoá quan trọng cấp độ quốc gia, định hình Khung phát triển hệ thống đô thị - nông thôn.

Điểm đột phá thứ nhất là quyết định hình thành 4 vùng đô thị, trong đó có 2 vùng đô thị lớn là vùng Hà Nội và vùng TP.HCM cùng với 2 vùng đô thị Đà Nẵng và Cần Thơ. Chúng tạo nên đòn bẩy để phát huy hơn nữa vai trò đầu tàu của 5 thành phố trực thuộc Trung ương. Những thành phố này tiếp tục hội tụ các nguồn lực đầu tư nước ngoài, các thành tựu khoa học - công nghệ mới, nhân lực chất lượng cao, đồng thời lan tỏa ảnh hưởng đến các đô thị khác. Từ đó, giúp cả mạng lưới đô thị và nông thôn trong vùng đô thị bứt phá phát triển, cạnh tranh với các đô thị lớn, cực lớn khu vực ASEAN hay châu Á - Thái Bình Dương.

Điểm đột phá thứ hai là định hướng đô thị hoá nông thôn. Đô thị hoá nông thôn không có nghĩa là bê tông hóa nông thôn, mà tạo cơ hội để nông thôn tiếp cận với cơ hội phát



Khi chứng kiến những gì đã diễn ra bởi bão số 3 và các diễn biến sau bão, mới thấy chúng ta còn quá nhiều việc phải làm. Thật tiếc là, những diễn tiến của tình hình khí hậu toàn cầu vẫn chưa có nhiều chỉ số lạc quan. Đối mặt với thiên nhiên, con người thật nhỏ bé.
"Phát triển đô thị bền vững theo nguyên tắc "lấy con người làm trung tâm" nhằm thúc đẩy các sáng kiến đô thị thông minh hơn, xanh hơn, kết nối kinh tế vùng, hoà nhập xã hội, tối ưu hoá tiềm năng lãnh thổ giúp nâng cao khả năng thích ứng của đô thị Việt Nam trước thiên tai và BĐKH".

triển mới hội nhập quốc tế, đồng hành với kỷ nguyên công nghệ số. Quá trình đô thị hóa nông thôn là cộng sinh với đô thị. Chất lượng môi trường sống của khu dân cư nông thôn được tiệm cận với mức sống của đô thị. Chú trọng phát triển nông thôn để cân bằng sự phát triển toàn không gian lãnh thổ; giảm thiểu các "căn bệnh đô thị" ở đô thị lớn. Tiếp tục hành trình xây dựng nông thôn mới, chú trọng đến các vùng nông thôn yếu thế là nơi cư trú của đồng bào dân tộc thiểu số hoặc những khu dân cư đang chịu tác động của thiên tai, biến đổi khí hậu (BĐKH).

Gần đây, những cơn bão chưa từng có trong lịch sử đã xuất hiện ngày càng nhiều trên trái đất. Rồi động đất, nước biển dâng, khí hậu nóng lạnh cực đoan… luôn luôn là nỗi ám ảnh trong cuộc sống văn minh của loài người. Vậy những tác động ấy sẽ chi phối như thế nào đến công tác quy hoạch của Việt Nam hiện nay?

- Đúng là hiện nay, chúng ta đang chịu các tác động mang tính toàn cầu của thiên tai và BĐKH. Đây là điều không chỉ là của các nhà quản lý, nhà khoa học và cả cộng đồng phải hiểu rõ được vấn đề toàn cầu này. Nó bao trùm lên cả chính sách của mỗi quốc gia, tác động đến hành động của địa phương, trong đó có công tác quy hoạch.

Yêu cầu cao nhất của quy hoạch hệ thống đô thị - nông thôn này là ta tổ chức sắp xếp hệ thống đô thị để làm sao chúng ta đạt cả 3 mục tiêu: Kinh tế, xã hội và môi trường. Đô thị, nông thôn của chúng ta đang gặp những nguy cơ về an ninh nguồn nước và chịu tác động lớn của nhiều loại hình thiên tai và BĐKH. Xét ở góc độ vùng, nhiều đô thị và khu dân cư nông thôn đang nằm ở trong khu vực không thuận lợi và an toàn, như xây dựng trên địa hình dốc có các nguy cơ sạt lở; hoặc nơi tiếp giáp sông hồ, có nước vừa có thể mang lại lợi ích, vừa có thể mang lại hiểm họa như ngập úng, lũ quét, sạt lở; khu vực ven biển cũng tiềm tàng những nguy cơ như nước biển dâng, triều cường, xâm nhập mặn, bão dông…

Với những đô thị miền núi, mật độ dân số thấp, chủ yếu là các điểm dân cư nông thôn, bố trí phân tán tại các khu vực đồi núi cao, theo tập tục truyền thống của đồng bào dân tộc, tạo ra nhiều khó khăn đối với cơ quan quản lý Nhà nước để hỗ trợ cho họ về kết nối hạ tầng và phòng chống thiên tai.

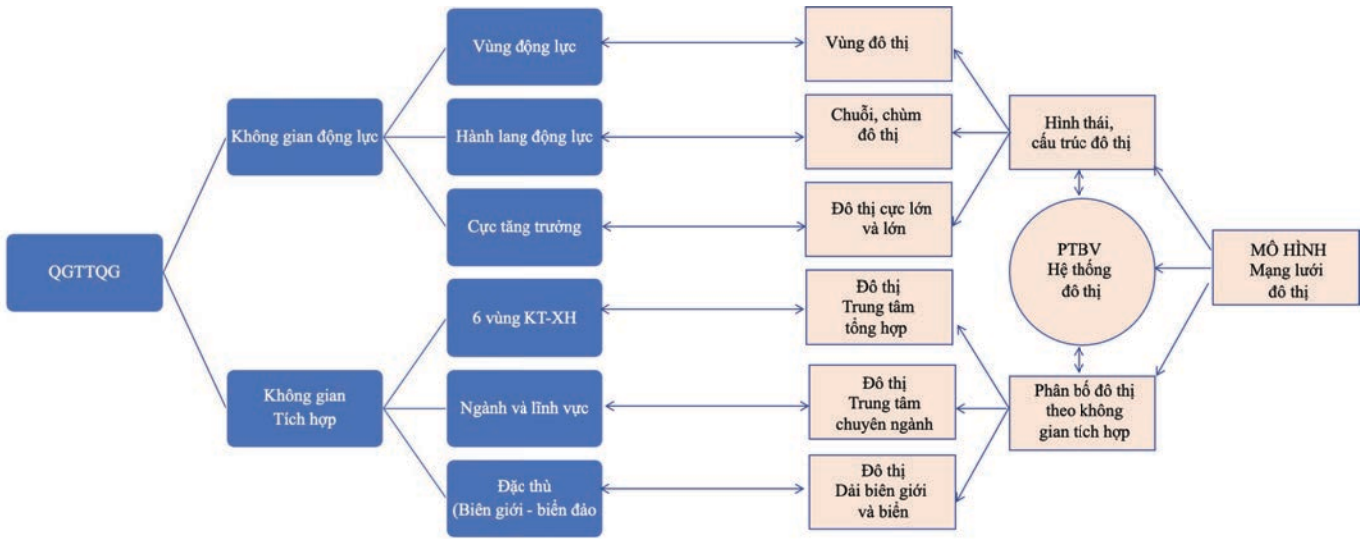
Tại các khu vực ven biển, mực nước biển dâng và sự không ổn định của địa mạo ở vùng ven biển miền Trung, Đồng bằng sông Cửu Long ngày càng diễn biến phức tạp. Mực nước biển dâng bao gồm dâng do thủy triều, dâng do bão, lũ, dâng do BĐKH. Vì vậy, những năm gần đây, sự đe dọa của mực nước biển dâng lên các khu dân cư và cơ sở hạ tầng dọc bờ biển là thường xuyên hơn. Cứ mỗi mùa mưa bão, nhà cửa, đất đai, và nhiều tài sản khác đã bị sóng cuốn ra biển.

Hệ thống đô thị nước ta hiện nay đang có xu thế phát triển hướng ra biển, xây dựng những khu nghỉ dưỡng, resort sẽ phải chịu ảnh hưởng lớn của nước biển dâng và bão lũ. Những đô thị như thành phố Phan Thiết, Đà Nẵng, Hội An, Nha Trang, Vũng Tàu đang có những hiện tượng xói lở bờ biển làm ảnh hưởng lớn đến cảnh quan cũng như các công trình trên biển.

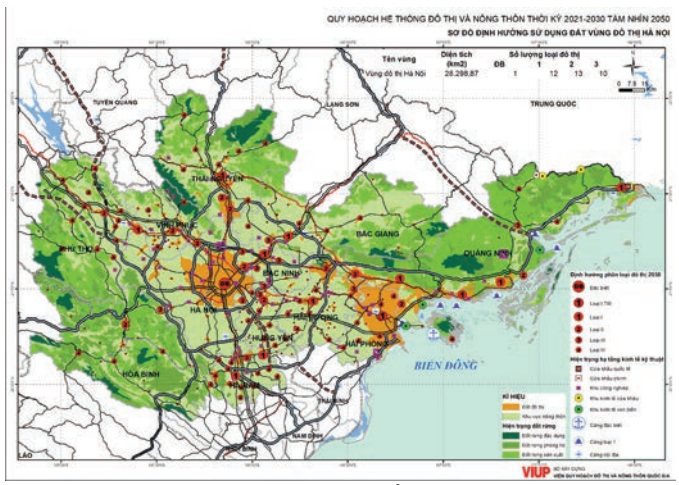
Cơ sở hạ tầng và các cơ sở công cộng cũng đứng trước các nguy cơ này, có nghĩa là, việc cung cấp dịch vụ có thể bị gián đoạn trong những thời điểm cần thiết nhất.

Qua cơn bão số 3 Yagi vừa xảy ra, bà đánh giá thế nào về khả năng thích ứng của các vùng đô thị - nông thôn Việt Nam?

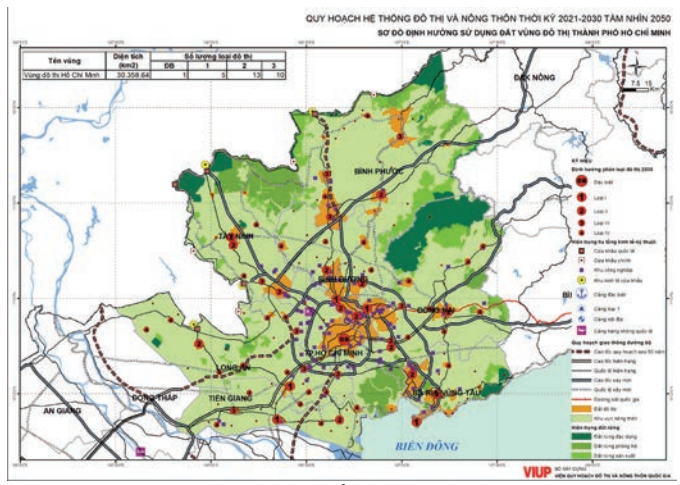
- Đô thị của ta phần lớn được thành lập từ những khu dân cư đã có từ lâu đời. Thiên tai bão lũ không phải đến giờ mới xuất hiện. Ở khu vực đồng bằng ven biển nơi có nhiều thiên tai, các khu định cư trong quá trình hình thành bản thân nó



Mối quan hệ Quy hoạch tổng thể quốc gia và Quy hoạch đô thị, nông thôn về Mô hình "mạng lưới" đô thị (Nguồn VIUP)



Vùng đô thị lớn thủ đô Hà Nội (nguồn VIUP)



Vùng đô thị lớn TP.HCM (nguồn VIUP).

đã tự thích ứng rồi, người dân có kỹ năng tự thích ứng với đặc điểm thiên tai đó.

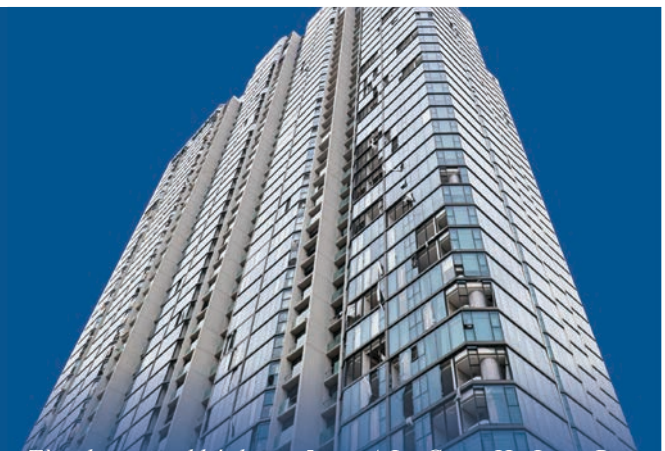
Tuy nhiên, khi chứng kiến những gì đã diễn ra bởi bão số 3 và các diễn biến sau bão, mới thấy chúng ta còn quá nhiều việc phải làm. Thật tiếc là, những diễn tiến của tình hình khí hậu toàn cầu vẫn chưa có nhiều chỉ số lạc quan. Đối mặt với thiên nhiên, con người thật nhỏ bé. Bạn thấy không, ngay với nước Mỹ, siêu bão đầu tháng 10 này đã khiến cả thế giới bàng hoàng.

Chỉ cần nhìn khoảng thời gian 20 năm qua, có quá nhiều biến đổi. Đó là vấn đề mà những người làm công tác quy hoạch chúng tôi luôn trăn trở. Câu chuyện thích ứng với BĐKH, thiên tai sẽ thật dài nếu chúng ta chỉ hô hào. Ở góc độ chuyên môn của mình, chúng tôi xác định rõ các nội dung ứng phó với thiên tai và BĐKH trong quá trình lựa chọn địa điểm quy hoạch, đầu tư, thiết kế xây dựng công trình, để làm thế nào các khu định cư đô thị - nông thôn, có khả năng thích ứng nhất với BĐKH, thiên tai ngay từ khâu lựa chọn địa điểm. Như việc lựa chọn địa điểm phải thể hiện được trong khu vực đó đủ điều kiện tiêu chuẩn, quy chuẩn đảm bảo an toàn cho người dân và không ảnh hưởng bởi ngập lụt, thiên tai, sụt lở. Xây dựng nông thôn mới, trong số 19 tiêu chí có 01 tiêu chí về phòng chống thiên tai. Ví dụ như nhà ở nằm trong vùng ngập lũ phải di dời, phải tính đến hồ chứa, đập tràn để đảm bảo cho người dân ít bị thiệt hại nhất khi tình huống xấu xảy ra.

Bà có thấy rằng nhiều khi, trong công cuộc vận hành sự thích ứng này, nhận thức là một chuyện, còn khi hành động lại là một chuyện khác?

- Cũng không hẳn như vậy. Việt Nam của chúng ta không chỉ có những nhận thức tiến bộ mà còn kịp thời hành động bằng các chủ trương chính sách của Đảng và Chính phủ, hành động của các bộ ngành, địa phương. Ví dụ các thành phố cũng đã hướng tới xây dựng các đô thị sinh thái, đô thị xanh ứng phó với BĐKH, đô thị thông minh, tìm ra được các giải pháp về công nghệ để có thể hỗ trợ cho giảm thiểu thiên tai. Nông thôn có nông thôn xanh, nông thôn thông minh.

Những năm vừa qua, tốc độ đô thị hóa tăng cao nên xuất hiện các tòa nhà cao tầng quy mô lớn, xây dựng ở các vùng ven biển, nhưng thực sự là chúng ta chưa tính đến việc thích ứng của nhà ở cao tầng các khu vực này với gió bão ở cấp độ cao như cơn bão số 3 Yagi vừa qua, cho nên đã xảy ra hiện tượng các nhà cao tầng khu vực ven biển như Quảng Ninh, Hải Phòng, bị bung cửa kính, bật kính tường.



Tòa chung cư, khách sạn 5 sao A La Carte Hạ Long Bay bị bão quật vỡ 4 bốn mặt kính, thiệt hại nặng nề.





Bão Milton ở bang Florida (Mỹ).

Đó là những mô hình thích ứng với biến đổi khí hậu.

Dải đô thị ven biển từ Móng Cái, Cẩm Phả, Hạ Long, Đông Triều, Quảng Yên… hay vùng Bắc miền Trung như Vinh, Đồng Hới, Đông Hà, Thừa Thiên - Huế, Lăng Cô, Đà Nẵng… Tất cả các đô thị đó đều chịu ảnh hưởng trực tiếp của BĐKH và nước biển dâng, bản thân người dân sống ở nơi đây cũng đã nhận thức được vấn đề này và cũng đã có nhiều hành động thích ứng, ứng phó linh hoạt với thiên tai, bão lũ và nước biển dâng.

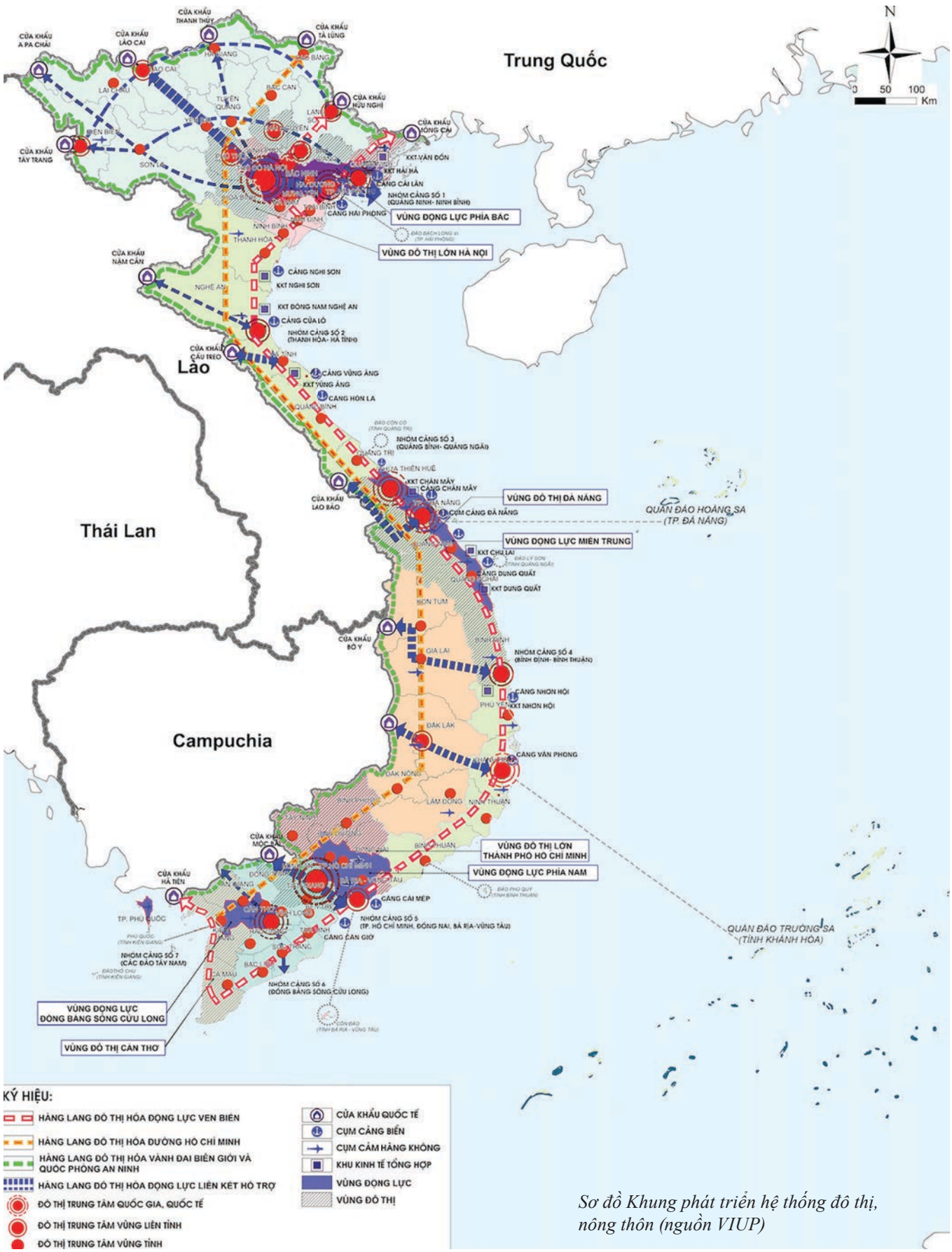
Quy hoạch hệ thống đô thị - nông thôn lần này, chúng tôi có nghiên cứu đề xuất chiến lược đô thị hóa gắn với bảo tồn tài nguyên thiên nhiên và BĐKH, sẽ là cơ sở tốt thực hiện bước tiếp theo.

Trong đồ án quy hoạch lần này có đề cập đến khả năng phục hồi, quản lý rủi ro khi thiên tai xảy ra, thưa bà?

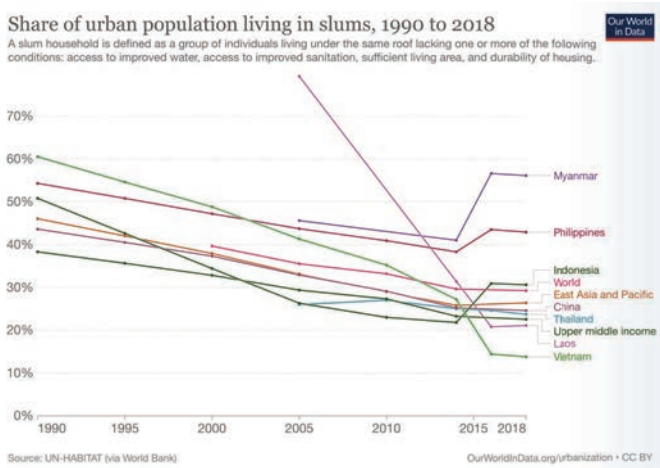
Nước ta có khoảng 12 loại hình thiên tai và Bộ TN&MT đã có phân vùng về thiên tai. Mỗi phân vùng thiên tai sẽ tác động đến đô thị, nông thôn khác nhau. Khả năng phục hồi của đô thị, nông thôn phụ thuộc vào thời điểm, mức độ thiên tai. Trường hợp thảm họa làng Nủ (Lào Cai), là khu vực chịu tác động của thiên tai lớn gần như không có khả năng phục hồi. Hay trước đây khu vực Thuận An (Thừa Thiên Huế), bão lụt đẩy cả thị trấn ra ngoài biển, như vậy nơi đây cũng không còn khả năng phục hồi nữa.

Báo cáo mới đây của Ngân hàng Thế giới chỉ ra rằng, mặc dù chương trình quản lý rủi ro của Việt Nam đạt được nhiều tiến bộ trong thập kỷ qua nhưng vẫn phải đối mặt với những thách thức đáng kể. Những tồn tại chính được chỉ ra gồm có các thông tin về rủi ro rời rạc và thiếu, các quy định liên quan như quy hoạch không gian, quy chuẩn xây dựng, tiêu chuẩn an toàn và bảo trì hệ thống cơ sở hạ tầng được thực thi kém hiệu quả. Ví dụ, có nhiều hệ thống đê biển của Việt Nam hiện không đáp ứng đủ các yêu cầu an toàn theo quy định.

Thực tế cũng cho thấy, khu vực ven biển Việt Nam ngày càng phải hứng chịu nhiều thiên tai, gây ra những thiệt hại đáng kể về người và kinh tế, tuy nhiên các biện pháp quản lý rủi ro hiện nay là chưa đủ. Cần khẩn trương xây dựng chiến



Sơ đồ Khung phát triển hệ thống đô thị, nông thôn (nguồn VIUP)



Sơ đồ: Tỷ lệ dân số đô thị sống trong các khu ổ chuột, 1990 đến 2018 (WB)

> ***Theo thống kê của Ngân hàng Thế giới, với Việt Nam, thiên tai ngập lụt nghiêm trọng ảnh hưởng trực tiếp tới 26% số bệnh viện công và trạm xá cùng 11% các trường học trong khu vực. Hơn 1/3 lưới điện của chúng ta được đặt tại các khu vực trong rừng, do đó đứng trước nguy cơ bị hư hỏng khi cây đổ do bão".***

lược tăng cường khả năng chống chịu mới, nếu không, hàng tỷ đô-la tăng trưởng kinh tế trong thập kỷ tới sẽ bị cuốn sạch bởi các thảm họa thiên nhiên.

KHU VỰC VEN BIỂN VIỆT NAM DỄ BỊ TỔN THƯƠNG

Vâng, câu chuyện về thiên tai quả là khốc liệt. Dù chưa có những thống kê đầy đủ, nhưng các bằng chứng mới nhất cho thấy một xu hướng đáng lo ngại là, rủi ro thiên nhiên vốn đã rất nguy hiểm, lại đang trở nên ngày càng nặng nề bởi tốc độ đô thị hóa nhanh, phát triển kinh tế và BĐKH. Ý kiến của bà về vấn đề này như thế nào khi mà quá trình phát triển đô thị ở Việt Nam sẽ phải chịu nhiều đe dọa từ các loại hình thiên tai?

- Đúng vậy, những nguy cơ từ tác động của BĐKH toàn cầu đang là thách thức rất lớn đối với quá trình phát triển đô thị của Việt Nam, đặc biệt là các đô thị lớn và đô thị ven biển.

Tôi lấy ví dụ, như khu vực miền Trung (Việt Nam) là nơi phải chịu nhiều đe dọa từ các loại hình thiên tai. Đây là nơi thiên nhiên trù phú hiện đang mang lại sinh kế cho khoảng nhiều triệu người dân, tương đương với một nửa dân số trên cả nước. Nhưng đây cũng là khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề của các thảm họa thiên nhiên thường xuyên xảy ra tại Việt Nam.

Ngân hàng Thế giới cũng đã đưa ra các số liệu thống kê đáng báo động về mức độ dễ bị tổn thương của khu vực ven biển cùng các chủ thể và đối tượng chịu ảnh hưởng nặng nề nhất. Ước tính, hàng triệu người ở các tỉnh ven biển đang phải chịu ảnh hưởng từ nguy cơ của các trận bão lũ nặng nề và hơn 35% nhà ở hiện đang nằm ở các khu vực ven biển bị xói mòn.

Hiện tượng xâm thực bờ biển và mặn hóa đất liền kéo theo mối lo lớn đối với chất lượng nước ngầm. Đặc biệt vùng duyên hải Bắc Bộ, khả năng nước ngầm nhiễm mặn rất có thể diễn ra. Các công trình đầu mối như cấp nước thoát nước, cấp điện, xử lý nước thải, chất thải rắn tại các hệ thống đô thị ven biển cũng có nguy cơ ảnh hưởng.

Vừa qua, Bộ KH&ĐT đã triển khai quy hoạch biển và ven biển, đó là quy hoạch có ý nghĩa để thiết lập lại câu chuyện lấn biển. Vậy chúng ta đã có những giải pháp nào để đô thị ven biển phát triển bền vững?

Theo xu thế chung, khu vực ven biển sẽ là tâm điểm cho sự phát triển trong tương lai với sự gia tăng dân số, mở rộng các ngành công nghiệp, dịch vụ, du lịch và đô thị hóa. Hiện nay, Việt Nam có nhiều khu lấn biển tại các tỉnh, thành phố ven biển. Nhiều dự án lấn biển quy mô lớn đã và đang được thực hiện tại Hải Phòng, Quảng Ninh, TP.HCM, Kiên Giang... Giải pháp này nếu được kiểm soát và định hướng tốt sẽ tạo ra nhiều đột phá trong phát triển không gian các đô thị ven biển.

Tuy nhiên, một số đô thị có tốc độ đô thị hóa nhanh mất kiểm soát, dẫn đến sự xuất hiện dày đặc các dự án khách sạn cao tầng sang trọng, khu du lịch nghỉ dưỡng resort, sân golf… hạn chế tầm nhìn hướng biển, chiếm lĩnh thô bạo không gian và cảnh quan thiên nhiên và ảnh hưởng nghiêm trọng đến cảnh quan môi trường sinh thái ven biển, làm giảm diện tích cây xanh và mặt nước, gây ra úng ngập; suy thoái nguồn tài nguyên nước...

Điều này trùng với đánh giá của Ngân hàng Thế giới tại Việt Nam, "đô thị hóa nhanh chóng, tăng trưởng kinh tế và biến đổi khí hậu cũng đồng nghĩa với việc gia tăng rủi ro thiên tai trong tương lai".

Tuy nhiên, bất chấp các rủi ro về thiên tai, khu vực ven biển của Việt Nam đang phát triển nhanh chóng, tạo ra nhiều cơ hội việc làm về du lịch, nông nghiệp, công nghiệp và nhiều ngành khác, giúp duy trì sinh kế thịnh vượng, giảm tỷ lệ nghèo và tiếp tục thu hút nhiều người đến các khu vực này. Nếu có thể quản lý được rủi ro tự nhiên ngày càng tăng, vùng này có thể tiếp tục đóng vai trò là động lực mạnh mẽ thúc đẩy quá trình phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam.

Cho nên câu chuyện lấn biển như bạn vừa đề cập cần phải bàn rất nhiều trong thời gian tới, cần có sự chung tay



của các bộ, các ngành và sự chỉ đạo chặt chẽ từ Chính phủ. Không vì phát triển bằng mọi giá mà hy sinh các giá trị bản sắc sinh thái, môi trường của đô thị ven biển.

Từ những phân tích nêu trên, để thực hiện mục tiêu nâng cao chất lượng đô thị hoá, có khả năng chống chịu, thích ứng nước biển dâng, BĐKH, thân thiện môi trường và giảm phát thải, Quy hoạch lần này có định hướng như thế nào, thưa bà?

Quy hoạch đô thị, nông thôn lần này, chúng tôi đề xuất một số nhóm giải pháp mang tính định hướng vĩ mô, có thể tổng kết như sau:

Thứ nhất, ban hành chính sách quản lý tích hợp liên ngành phát triển đô thị, nông thôn với bảo vệ môi trường sinh thái, thích ứng BĐKH. Kiểm soát không gian xây dựng trên nguyên tắc đô thị hoá đất đai tương xứng với đô thị hoá dân số và đảm bảo "ngưỡng chịu tải sinh thái", hướng đến "văn minh sinh thái".

Thứ hai, phát triển hệ thống đô thị - nông thôn tuân thủ yêu cầu bảo tồn tài nguyên sinh thái. Khoanh vùng khu vực tài nguyên sinh thái cần bảo tồn và phục hồi cấp quốc gia và cấp địa phương. Xác định ranh giới tăng trưởng đô thị để quản lý nguồn tài nguyên này bằng công cụ pháp luật liên ngành.

Thứ ba, đô thị hoá gắn với quản lý tổng hợp tài nguyên nước. Tích hợp khai thác nguồn nước, bảo vệ tài nguyên nước, duy trì dòng chảy tối thiểu trên sông với phân chia lợi ích, trách nhiệm đối với các đô thị trên lưu vực sông.

Thứ tư, tối ưu hoá sử dụng năng lượng, thúc đẩy đô thị, nông thôn tăng trưởng xanh.

Thứ năm, đô thị hoá thích ứng với BĐKH. Coi BĐKH không phải thảm hoạ mà là sự thay đổi điều kiện tự nhiên tạo nên những tiềm năng mới để phát triển đô thị, nông thôn.

Thứ sáu, quản lý phát triển đô thị. Cấp độ quốc gia: Hạn chế phát triển đô thị quy mô lớn ở tất cả những khu vực có nguy cơ tổn thương cao; trường hợp phải phát triển đô thị ở những khu vực có nguy tổn thương cao thì phát triển công nghệ cao để thích ứng. Cấp độ đô thị: Hướng tới giảm thiểu phát thải CO_2 trong khu vực đô thị - nông thôn bằng những chỉ tiêu phát thải cụ thể; hỗ trợ những nhóm xã hội có nguy cơ tổn thương cao để tăng sức chống chịu; hoàn thiện hệ thống các chỉ tiêu an toàn và thích ứng đối với từng loại công năng.

Thứ bảy, phát triển cấp phép phát thải gây ô nhiễm môi trường đô thị - nông thôn: Ngăn chặn phát thải gây ô nhiễm môi trường đô thị - nông thôn, rà soát và giám sát các cơ sở sản xuất kinh doanh có nguy cơ gây ô nhiễm. Ban hành cấp phép phát thải ô nhiễm môi trường đô thị - nông thôn theo quy định Luật Môi trường.

Liên quan đến chức năng nhiệm vụ của Viện Quy hoạch Đô thị và Nông thôn Quốc gia, chúng tôi đã có một số nghiên cứu về vấn đề này, như Tiêu chí đô thị xanh; Mô hình đô thị sinh thái; Hướng dẫn quy hoạch khu dân cư nông thôn phòng chống thiên tai; Nghiên cứu về cao độ nền trong quy hoạch; Dự thảo quy chuẩn hướng dẫn thiết kế không gian xanh đô thị… Chúng tôi mong muốn sẽ có nhiều cơ hội hơn nữa để nghiên cứu sâu hơn về những vấn đề này.

HẠN CHẾ PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ TRÀN LAN

Theo bà, để phát huy vị thế đô thị là động lực phát triển kinh tế Việt Nam, các vấn đề cần giải quyết trong quy hoạch hiện nay là gì?

Đô thị là động lực phát triển kinh tế đất nước, đó là vấn đề lớn. Trên thế giới, đường lối đô thị hoá luôn được các quốc gia quan tâm. Để đạt được mục tiêu phát triển kinh tế thì đô thị phải có khả năng thích ứng, vượt qua những cú sốc từ thiên tai và BĐKH. Chúng ta phải đầu tư để nâng cao khả năng thích ứng nếu muốn đạt được mục tiêu thịnh vượng kinh tế. Các vấn đề cần giải quyết trong quy hoạch đô thị - nông thôn giai đoạn 2030, tầm nhìn 2050 là:

TS.KTS Phạm Thị Nhâm hiện là Phó viện trưởng Viện Quy hoạch đô thị và nông thôn Quốc gia (Bộ Xây dựng). Bà tốt nghiệp Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội năm 1990, Kiến trúc sư chuyên ngành quy hoạch; Bảo vệ luận án Tiến sĩ ngành quy hoạch vùng và đô thị năm 2014 tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Bà có kinh nghiệm hơn 30 năm tham gia nhiều quy hoạch trong nước và tham gia công tác chủ nhiệm Quy hoạch hệ thống đô thị - nông thôn quốc gia. Ngoài ra, bà có đóng góp NCKH về Đô thị ven biển có khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu; Ảnh hưởng đô thị hoá đến vùng nông thôn ven đô thành phố lớn, Đổi mới phương pháp luận lập quy hoạch và quản lý đô thị ở Việt Nam; Xây dựng tiêu chuẩn quy hoạch không gian xanh đô thị nhằm cải thiện chất lượng môi trường đô thị và thích ứng BĐKH...

Tham gia tổ chức nghề nghiệp: Hội KTS Việt Nam; Hội Quy hoạch phát triển đô thị Việt Nam; Hội Cây xanh đô thị.



(1) Cấu trúc sắp xếp hệ thống đô thị, nông thôn.

(2) Kinh tế đô thị: Thúc đẩy các đô thị đầu tầu (Hà Nội, TP.HCM), các ngành kinh tế mũi nhọn dịch vụ, công nghiệp. Nguồn lực đầu tư cơ sở hạ tầng để phát huy mạng lưới logistic và tăng khả năng liên kết kinh tế vùng. Tạo động lực mới hệ thống đô thị vừa và nhỏ hỗ trợ nông thôn phát triển.

(3) Môi trường và sử dụng tài nguyên: Đô thị hoá gia tăng, kiểm soát đô thị lan toả và sử dụng đất hiệu quả. Quản lý tổng hợp tài nguyên nước, an ninh nguồn nước. Sử dụng năng lượng tái tạo tại đô thị, nông thôn. An toàn khu vực đô thị, nông thôn chống chịu thiên tai và thích ứng BĐKH.

(4) Xã hội - Văn hoá: Tạo cơ hội phát triển vùng đô thị, nông thôn gặp khó khăn, sinh kế cư dân nông thôn. Bản sắc văn hoá khu vực đô thị, nông thôn.

(5) Quản trị hệ thống đô thị, nông thôn: Hoàn thiện, cải cách thể chế quản lý hệ thống đô thị, nông thôn; Đồng bộ hoá pháp luật liên quan đến đô thị, nông thôn; Tổ chức thực hiện và giám sát quy hoạch dựa trên công nghệ thông minh.

Cả nước có gần 900 đô thị. Các đô thị nhỏ (loại V) chiếm đa số. Vậy cơ hội của các đô thị này trước những thách thức đặt ra trong quá trình phát triển như thế nào, thưa bà?

- Những tác động tiêu cực của BĐKH đến phát triển đô thị ở Việt Nam là tiềm tàng. Bởi thế, ngay từ bây giờ, các cấp chính quyền cần phải hành động ngay; các cơ quan nghiên cứu cần đưa ra những giải pháp, tư vấn khoa học để xây dựng các đô thị theo hướng thích ứng với sự biến đổi của khí hậu ngay trong tương lai gần.

Các đô thị loại V mặc dù quy mô nhỏ, dân số thấp, như số lượng lớn vào phân bố trên diện tích lãnh thổ lớn khắp cả nước. Đô thị nhỏ là trung gian giữa đô thị và nông thôn, là trung tâm cung cấp dịch vụ, an sinh xã hội cho các vùng dân cư nông thôn từ miền núi, đến hải đảo. Các đô thị nhỏ phần lớn được hình thành từ các điểm dân cư nông thôn có giá trị lịch sử văn hoá riêng. Phân cấp quản lý ở quy hoạch tỉnh và địa phương sẽ đề cập sâu hơn đến định hướng các đô thị nhỏ. Quá trình đô thị hoá và mở rộng đơn vị hành chính đô thị, nhiều xã nông thôn lên đô thị loại V. Vai trò của các đô thị nhỏ còn gánh vác các chức năng hậu cần của đô thị lớn, đô thị huyện lỵ; hình thành các trung tâm dịch vụ hỗ trợ phát triển kinh tế nông thôn.

Tôi cho rằng, các đô thị nhỏ trong thời kỳ công nghệ số và hậu Covid có nhiều cơ hội phát triển. Nhất là những đô thị nằm trong những vùng di sản, vùng có thắng cảnh đẹp, vùng liền kề với thành phố lớn. Chuyển đổi từ mô hình đô thị chú trọng chức năng hành chính sang mô hình đô thị mới hội nhập quốc tế, như đô thị sáng tạo, đô thị du lịch, đô thị di sản… Tuy nhiên, các đô thị này cần có định hướng phát triển và kế hoạch thực hiện theo đuổi mục tiêu phát triển bền vững để tránh tác động xấu bẫy đô thị hoá.

Thưa bà, Quy hoạch này có quy mô lớn, mang tính vĩ mô. Làm thế nào để quản lý thực hiện tốt quy hoạch này?

- Luật Quản lý phát triển đô thị đang được Bộ Xây dựng nghiên cứu, trong đó dành một mục riêng về Phát triển hệ thống đô thị. và yêu cầu phải xây dựng Kế hoạch ưu tiên đầu tư, giải pháp tổ chức thực hiện quy hoạch trong nội dung của đồ án Quy hoạch chung trong dự thảo Luật Quy hoạch đô thị và nông thôn và Tôi cho rằng các nội dung đó rất cần được quan tâm, cần có những nguyên tắc và yêu cầu quản lý hệ thống đô thị. Phát triển đô thị bền vững theo nguyên tắc "lấy con người làm trung tâm" nhằm thúc đẩy các sáng kiến đô thị thông minh hơn, xanh hơn, kết nối kinh tế vùng, hoà nhập xã hội, tối ưu hoá tiềm năng lãnh thổ giúp nâng cao khả năng thích ứng của đô thị Việt Nam trước thiên tai, BĐKH.

Trân trọng cảm ơn bà!

Kinh nghiệm xác định rủi ro trong quản lý hợp đồng thi công xây dựng tại Việt Nam



TS PHẠM VĂN KHÁNH*

Theo pháp luật về xây dựng, trách nhiệm quản lý, xử lý rủi ro và khắc phục hậu quả rủi ro của mỗi bên, phải được quy định rõ trong hợp đồng xây dựng.

QUẢN LÝ RỦI RO LÀ TRÁCH NHIỆM CỦA MỖI BÊN

Theo Khoản 1 Điều 51 Nghị định số 37/2015/NĐ-CP, ngày 22/4/2015 quy định chi tiết về hợp đồng xây dựng, thì rủi ro là nguy cơ ảnh hưởng tiêu cực đến việc thực hiện hợp đồng xây dựng trong tương lai. Trong hợp đồng xây dựng các bên phải quy định trách nhiệm của mỗi bên về quản lý và xử lý rủi ro của mình; trách nhiệm khắc phục hậu quả của mỗi bên trong trường hợp gặp rủi ro.

Vì vậy, muốn quản lý hợp đồng xây dựng tốt, phải nghiên cứu kỹ và làm tốt công tác quản lý rủi ro. Quản lý rủi ro chỉ là một nội dung của quản lý hợp đồng xây dựng, nhưng đối với các dự án lớn thì rất quan trọng. Vì vậy, nghiên cứu và thực hiện tốt quản lý rủi ro trong hợp đồng xây dựng sẽ góp phần rất tốt cho việc thực hiện mục tiêu trong hợp đồng xây dựng.

06 LOẠI RỦI RO CHÍNH TRONG QUẢN LÝ HỢP ĐỒNG XÂY DỰNG

Để xác định rủi ro trong quản lý hợp đồng thi công xây dựng, cần xác định 06 loại rủi ro chủ yếu như: rủi ro trước đấu thầu, rủi ro thiết kế, rủi ro thi công, rủi ro chính trị pháp luật, rủi ro tài chính, rủi ro môi trường.

(1) Rủi ro trước đấu thầu

Đối với rủi ro trước đấu thầu, chúng ta phải quan tâm đến rủi ro của chủ đầu tư, một số yêu cầu của hợp đồng, điều kiện của hợp đồng (bao gồm điều kiện chung, điều kiện cụ thể), rủi ro giá, rủi ro thời gian, rủi ro lao động, rủi ro địa điểm xây dựng công trình, rủi ro chuẩn bị dự toán.

Đối với rủi ro của chủ đầu tư, cần quan tâm uy tín của chủ đầu tư, khả năng tiếp cận vốn dự án, lịch sử thanh toán cho nhà thầu, văn hoá đơn vị.

Về khả năng tiếp cận vốn, là điểm mấu chốt của dự án, đối với Việt Nam khâu này rất quan trọng, trong những năm gần đây đã có tiến bộ rất nhiều, trước đây chúng ta có những rủi ro rất lớn do khả năng cấp vốn cho dự án, kế hoạch vốn không chuẩn.

Về lịch sử thanh toán cho nhà thầu của chủ đầu tư, phải lưu ý xem chủ đầu tư có thiện chí không, chủ đầu tư có nắm bắt pháp luật tốt không, bộ máy của chủ đầu tư hoạt động có hiệu quả không.

Về một số yêu cầu của hợp đồng, phải nghiên cứu các điều kiện của hợp đồng: Xem phạm vi công việc trong hợp đồng đã rõ chưa, khả năng thay đổi có nhiều không, tình huống bất khả kháng trong hợp đồng chấp nhận thế nào, quy trình thanh toán có rõ ràng không, yêu cầu giữ lại tiền có nhiều không, việc giữ lại như thế nào, việc bảo lãnh ra sao, yêu cầu bảo hành có quá khắt khe không, có kéo dài không…

Về rủi ro về giá, phải quan tâm đến chi phí công việc thực hiện có nhiều không, có rõ không; nhân công thầu phụ có tin cậy không, trên thị trường có sẵn không, mức độ tin cậy của thầu phụ thế nào; các chi phí khác có rõ không, đủ không; chi phí thiết bị có rõ không, khả năng triển khai thực hiện sau này, những yếu tố ảnh hưởng sau này. Lúc này mới là chuẩn bị, sau này 2 - 3 năm mới triển khai, có những dự án 4 - 5 năm triển khai, thậm chí có những dự án lúc đưa vào sử dụng công nghệ đã thay đổi… tất cả những vấn đề này nếu được nhìn thấy trước sẽ xử lý rủi ro tốt hơn; chi phí vật liệu có rõ ràng không, trên thị trường sắp tới có ổn định hay biến động không. Những bài học từ các dự án giao thông lớn, lúc lập dự án giá cát 70 - 80 nghìn đồng, hợp đồng đi vào triển khai sau 3 - 4 tháng, giá cát tăng lên gấp 2… các nội dung này phải được lường trước để có phương án xử lý rủi ro; tổng chi phí gói thầu như thế nào, nếu giá trị lớn cần xem xét kỹ càng.

Về rủi ro về thời gian xây dựng, cần quan tâm đến tổng thời

(*) *Trưởng Ban Kinh tế, Tổng hội Xây dựng Việt Nam, Viện trưởng Viện Kinh tế và hợp đồng xây dựng*

HỘI PHÁP LUẬT XÂY DỰNG VIỆT NAM

Chuyên mục do Tạp chí Xây dựng phối hợp cùng Hội Pháp luật Xây dựng Việt Nam thực hiện.

HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC

gian thực hiện hợp đồng vì mọi thứ sẽ biến động, đặc biệt là sự thay đổi về công nghệ; Độ tin cậy của thầu phụ, thầu phụ được đưa vào tham gia có quen không, có tin cậy không, thầu phụ có ảnh hưởng rất lớn đến việc rủi ro sau này; Thời giant hi công trong năm, công tác ngoài trời khi thi công vào đúng thời gian, thời tiết bị bất lợi thì phải có sự chuẩn bị trước để đối phó; Tính quan liêu của quy định, trong hợp đồng cũng như trong pháp luật nhiều khi có nội dung quy định không rõ ràng, dễ dẫn đến tranh chấp, cần phải được quan tâm.

Về rủi ro về lao động, phải quan tâm đến mức độ thành thạo công việc của công nhân; Các phần công việc phức tạp, ảnh hưởng nhiều đến kết quả thực hiện công việc; Ý thức kỷ luật của công nhân; Tìm hiểu công trường, sự mô tả trong hồ sơ với thực tế thường khác xa nhau, đặc biệt là ở những dự án lớn, có những dự án từ lúc còn là dự án đến lúc thực hiện hợp đồng không thể thực hiện được vì thực tế đã có công việc vướng một quả núi, mà thời gian đào, thông qua quả núi đó để làm hệ thống thoát nước đã gần bằng thời gian thực hiện cả dự án, do đó cần quan tâm đến công trường và rất nhiều thứ khác; Tỷ lệ thực hiện của nhà thầu chính, thầu phụ như thế nào, nếu chủ động được thì rủi ro ít hơn, thầu phụ thực hiện nhiều thì rủi ro nhiều hơn, mối quan hệ với thầu phụ có tốt không, uy tín của thầu phụ như thế nào; Biến động của thị trường lao động, ví dụ công việc hoàn thiện rơi vào thời điểm cận Tết thì chắc chắn thị trường lao động sẽ khó khăn, phải lường trước để chuẩn bị, nếu không trong dự toán giá hợp đồng hoàn thiện chỉ có 1, nhưng lúc thực tế tăng đến hai, ba, sẽ tác động xấu đến kết quả thực hiện hợp đồng.

Về rủi ro về địa điểm, khoảng cách tới văn phòng, mức độ quen thuộc địa điểm, lối vào khó khăn/vắng vẻ, công trường đông, công trường lớn có hàng chục nhà thầu thi công một lúc khác với công trường chỉ có một vài nhà thầu.

Rủi ro chuẩn bị dự toán, mọi thứ đều liên quan đến tiền, mà tiền là nguồn lực quan trọng nhất, do đó phải nghiên cứu rất kỹ các nội dung về độ tin cậy của thông tin giá, độ quan hệ với các thầu phụ, việc không tham quan công trường sẽ ảnh hưởng đến chi phí rất nhiều vì trong thực tế có những dự án điều kiện công tác cấp điện, cấp nước do chủ đầu tư cấp, nhưng trong thực tế nguồn điện, nguồn nước ở rất xa, nếu không chủ động được thì dễ bị chậm trễ; Các dữ liệu dễ gây hiểu lầm, mọi thứ thông tin trong giá cả có rõ không, giá có phù hợp với yêu cầu kỹ thuật, chất lượng, thị trường khi biến đổi không; thời gian, nhân lực liên quan…

(2) Rủi ro thiết kế

Cần quan tâm đến bản vẽ thiết kế, chỉ dẫn kỹ thuật chất lượng thấp/không đầy đủ (thông tin và chi tiết cần để thi công một hạng mục thiếu, không chính xác, mất,…); Thiết kế không phù hợp với các tiêu chuẩn (thiết kế không đáp ứng quy chuẩn xây dựng và các quy chuẩn, quy định khác…);

Các tài liệu hỗ trợ thiết kế có rõ ràng không, bao gồm các kết quả báo cáo khảo sát, báo cáo môi trường; Các lỗi thiết kế tiềm tàng ảnh hưởng đến bảo hành công trình (các lỗi thiết kế chi tiết gây ra lỗi thi công sau khi công trình đưa vào sử dụng);

Xem xét việc chấp thuận của chủ đầu tư, tư vấn, cơ quan chức năng đối với thay đổi của thiết kế; Các yêu cầu thay đổi về tiêu chuẩn thiết kế hoặc quy định về thiết kế có dễ xảy ra không...

(3) Rủi ro thi công

Phải lường trước được tính sẵn có của nhân lực và chất lượng nhân lực trên thị trường (không tìm được/nghiên cứu không phù hợp/nghiên cứu chất lượng thấp); Điều kiện của công trường so với bản vẽ hoặc chỉ dẫn kỹ thuật, phải đối chiếu kỹ;

Vấn đề an ninh, lối vào công trường, vấn đề giao thông, chỗ đỗ xe, những yếu tố này ảnh hưởng rất lớn đối với việc thi công những dự án lớn, dự án nằm trong khu an ninh phức tạp, nơi dân cư tập trung đông; Điện, nước thi công và dân cư xung quanh; Thời tiết thay đổi (đổ bê tông vào mùa mưa bão…);

Tính có sẵn của vật liệu, bao gồm cả khối lượng, chất lượng, đặc biệt là đối với dự án lớn có khối lượng vật liệu lớn phải hết sức lưu ý, vì nếu không chuẩn bị trước lúc vào thi công sẽ bị động, dễ xảy ra tranh chấp…);

Các vấn đề về an toàn (bị kiểm tra, thanh tra…) và tiến độ GPMB và công trình hạ tầng, đặc biệt là đối với dự án công là những nội dung sẽ rất phức tạp, vì liên quan đến nhiều luật pháp, mặt bằng, các chủ thể khác nhau, thậm chí nếu liên quan đến an ninh quốc phòng sẽ rất phức tạp và khó khăn di chuyển, dễ gây chậm tiến độ thi công,…

(4) Rủi ro chính trị/pháp lý

Rủi ro liên quan đến chính trị, pháp lý, sự thay đổi của pháp luật, rất quan trọng, thường khó kiểm soát, nhất là dự án công, vì Việt Nam đang trong giai đoạn hoàn thiện thể chế kinh tế thị trường phù hợp với Việt nam và hội nhập quốc tế, đo đó pháp luật thay đổi nhiều;

Các ảnh hưởng đến cộng đồng/các nhà kinh doanh khác (bụi, ồn, giờ làm việc, lối vào…); Các quyết định đột xuất của chính quyền phải được lường trước; Việc chống đối dự án của dân cư đối với loại dự án; Các vi phạm của nhân viên, nhà thầu phụ.

(5) Rủi ro về tài chính

Quan tâm đến tình hình thị trường tiền tệ, xem thị trường tài chính có ổn định không vì nó ảnh hưởng đến việc cấp vốn cho cả bên A và bên B; Dòng tiền/khả năng cấp vốn của chủ đầu tư, bản thân để thanh toán cho thầu phụ khi đến hạn; Tăng lãi suất khi dự án sử dụng nhiều vốn tín dụng; Tình hình tài chính/phá sản của nhà cung cấp/nhà thầu phụ.

(6) Rủi ro môi trường

Quan tâm đến các giấy phép và phê duyệt về môi trường, chính sách về môi trường (thải nước, cấp nước, rửa xe, bãi thải…); Các vấn đề về hiện trường như vật liệu độc hại hoặc công trường nhiễm độc; Vấn đề khảo cổ/mộ; Các vấn đề về thiên tai (xói lở…).

KẾT LUẬN

Để quản lý rủi ro hiệu quả, tất cả các nội dung trên cần được quy về các thang điểm để nhận diện, đánh giá, xác định hậu quả, từ đó sẽ có các giải pháp giảm thiểu để ngăn chặn, tránh, giảm bớt, chuyển, phân phối,… bằng việc lựa chọn nhiều giải pháp như: đầu tư thiết bị, mời nhà thầu phụ tham gia, liên danh hoặc kiến nghị chủ đầu tư phải thay đổi các biện pháp khác.

Sau đó, phải có kế hoạch cụ thể, bao gồm các nội dung đánh giá liên quan đến giảm thiểu rủi ro thiết kế, giảm thiểu rủi ro thi công, giảm thiểu rủi ro tài chính, giảm thiểu rủi ro pháp luật, giảm thiểu rủi ro môi trường…❖

Một số rủi ro phát sinh từ khác biệt giữa quy định pháp luật và điều kiện mẫu hợp đồng



NGUYỄN BẮC THUỶ*

Sự khác biệt giữa các quy định pháp luật về xây dựng và điều kiện mẫu hợp đồng áp dụng có ảnh hưởng rất lớn và tiềm ẩn nhiều rủi ro trong tất cả các khâu soạn thảo, xác lập và quản trị hợp đồng…

KHUNG PHÁP LÝ VỀ HỢP ĐỒNG

Cùng với sự phát triển của kinh tế - xã hội, những nỗ lực của Chính phủ trong công cuộc xây dựng cơ sở hạ tầng, hệ thống pháp luật của Việt Nam đã được quan tâm ở mức độ thích đáng, luôn được Chính phủ, Quốc hội quan tâm hoàn thiện.

Hiện nay, hệ thống pháp luật về quản lý hợp đồng xây dựng được chi phối bởi một số Bộ luật, Luật như: Bộ luật Dân sự, Luật Xây dựng, Luật Đấu thầu, Luật Thương mại; và các Nghị định, Thông tư hướng dẫn các Bộ luật, Luật này của Chính phủ, Bộ Xây dựng, Bộ KH&ĐT…

Sự chi phối này tiềm ẩn rủi ro cho các bên tham gia hợp đồng ngay từ khâu xác lập, quản trị hợp đồng; đồng thời cũng dẫn đến sự chi phối quá nhiều đối với hoạt động thoả thuận hợp đồng của các chủ thể tham gia hợp đồng.

MỘT SỐ KHÁC BIỆT GIỮA PHÁP LUẬT VÀ ĐIỀU KIỆN HỢP ĐỒNG

Thứ nhất, khác biệt về thẩm quyền quyết định các vấn đề trong quá trình thực hiện hợp đồng. Trong quan hệ hợp đồng, dù là mô hình quản trị hợp đồng 2 bên hay mô hình quản trị hợp đồng 3 bên, thường chỉ nhìn thấy thẩm quyền quyết định của chủ đầu tư là bên giao thầu, và nếu sử dụng mô hình hợp đồng 3 bên thì có thêm vai trò của kỹ sư.

Tuy nhiên, pháp luật xây dựng Việt Nam quy định, người có thẩm quyền trong giải quyết vấn đề này chỉ có chủ đầu tư và người quyết định đầu tư.

Vậy trường hợp, hợp đồng thoả thuận nằm ngoài giới hạn của 3 chủ thể trong quan hệ hợp đồng với mô hình 3 bên, chuyện gì sẽ xảy ra nếu một vấn đề phải đệ trình lên người quyết định đầu tư, giải pháp là gì?

Thứ hai, sự khác biệt về mô hình quản lý hợp đồng và quản lý dự án. Hiện nay, quản lý hợp đồng có 2 mô hình chính là mô hình 2 bên trong hợp đồng chỉ có chủ đầu tư và nhà thầu, không xuất hiện bên thứ 3; và mô hình được áp dụng khá phổ biến trong các mẫu hợp đồng, đặc biệt là mẫu hợp đồng Fidic do do Hiệp hội Các kỹ sư tư vấn quốc tế soạn thảo, là mô hình 3 bên, trong đó xuất hiện bên thứ 3 là kỹ sư với vai trò giống tư vấn quản lý dự án theo pháp luật Việt Nam nhưng phạm vi hoạt động chỉ trong gói thầu, hợp đồng cụ thể.

Trong khi đó, pháp luật của Việt Nam xây dựng trên nền tảng mô hình 2 bên, điều tiết chủ đầu tư và nhà thầu. Trách nhiệm, thẩm quyền do chủ đầu tư hoặc người được uỷ quyền của chủ đầu tư quyết định, không có vai trò của kỹ sư.

Do đó, khi áp dụng vào mẫu hợp đồng theo mô hình 3 bên, thường kỹ sư không có thẩm quyền, làm cho méo mó mô hình quản lý hợp đồng, có thể làm chậm tiến trình giải quyết vấn đề trong quá trình thực hiện dự án.

Thứ ba, sự khác biệt về giải pháp xử lý tranh chấp hợp đồng. Trong rất nhiều hợp đồng, các bên tham gia hợp đồng thống nhất xử lý tranh chấp thông qua Ban xử lý tranh chấp. Vì vậy, khi có tranh chấp, Ban này sẽ ban hành Quyết định xử lý tranh chấp, và nếu các bên không phản đối Quyết định này, phải có nghĩa vụ thực hiện theo.

Tuy nhiên, tại Việt Nam, đối với các dự án sử dụng vốn đầu tư công, do Quyết định xử lý tranh chấp không phải là quyết định được ban hành bởi cơ quan tài phán, nên không được thừa nhận bởi các cơ quan hậu kiểm như thanh tra, kiểm toán hay các cơ quan khác.

Thứ tư, sự khác biệt về trình tự, thủ tục liên quan đến thẩm định, phê duyệt, điều chỉnh trong quá trình thực hiện hợp đồng. Quá trình thực hiện hợp đồng luôn nảy sinh những thay đổi, phát sinh những điều chỉnh, đặc biệt là hợp đồng xây dựng.

Trong quan hệ hợp đồng, thường có 3 bên gồm: chủ đầu tư, kỹ sư và nhà thầu, để giải quyết những thay đổi trong quá trình thực hiện, phê duyệt, hay bất kỳ quyết định nào. Tuy nhiên, theo trình tự thủ tục của pháp luật Việt Nam áp dụng cho hợp đồng đó, chỉ cho thấy vai trò của cơ quan chuyên môn về xây dựng hay cơ quan nhà nước có thẩm quyền.

Thí dụ khi thực hiện công tác nghiệm thu, trong hợp đồng có nghiệm thu giữa chủ đầu tư, nhà thầu và kỹ sư; nhưng trong quy định của pháp luật, chỉ có nghiệm thu của cơ quan nhà nước có thẩm quyền. Điều này không chỉ nảy sinh tồn tại câu chuyện về nghiệm thu, mà còn cả trong thanh toán.

Thứ năm, sự khác biệt trong quá trình nghiệm thu, thanh toán và bàn giao. Có rất nhiều dự án của Việt Nam, trong quan hệ hợp đồng, sau khi nhà thầu kết thúc xong công việc, bàn giao cho chủ đầu tư, chủ đầu tư có trách nhiệm bàn giao tiếp cho đơn vị vận

(*) *Trưởng phòng Kinh tế đầu tư và hợp đồng xây dựng, Cục Kinh tế xây dựng (Bộ Xây dựng)*

hành công trình; nhưng theo quy định pháp luật, chủ đầu tư có thể giao công việc này cho nhà thầu, dẫn đến tiềm ẩn rủi ro khi thời gian bàn giao rất dài. Ví dụ, công trình đang trong quá trình chưa bàn giao cho cơ quan vận hành, nhà thầu phải gánh chịu rủi ro như công trình xuống cấp, chi phí trông coi công trình…

Thứ sáu, điều chỉnh trường hợp bất khả kháng và thực hiện hợp đồng khi hoàn cảnh thay đổi cơ bản. Đây là vấn đề rất bất cập trong thời gian vừa qua, không chỉ ở Việt Nam, mà trên cả thế giới, trong các bối cảnh, hoàn cảnh như: dịch bệnh Covid-19 hay chiến tranh giữa các các nước.

Pháp luật Việt Nam quy định trường hợp bất khả kháng có 3 điều kiện: xảy ra một cách khách quan; không lường trước được; không thể khắc phục được mặc dù đã áp dụng mọi biện pháp.

Trường hợp hoàn cảnh thay đổi cơ bản có 5 điều kiện: do nguyên nhân khách quan xảy ra sau khi giao kết hợp đồng; tại thời điểm giao kết hợp đồng, các bên không thể lường trước được về sự thay đổi của hoàn cảnh; hoàn cảnh thay đổi lớn đến mức, nếu như các bên biết trước thì hợp đồng sẽ không được giao kết hoặc được giao kết nhưng với nội dung hoàn toàn khác; việc tiếp tục thực hiện hợp đồng mà không có sự thay đổi nội dung hợp đồng sẽ gây thiệt hại nghiêm trọng cho một bên; bên có lợi ích bị ảnh hưởng đã áp dụng mọi biện pháp cần thiết trong khả năng cho phép, phù hợp với tính chất của hợp đồng mà không thể ngăn chặn, giảm thiểu mức độ ảnh hưởng đến lợi ích.

Về cơ bản, hai tình huống này là giống nhau, nhưng cũng tiềm ẩn rủi ro khi các điều kiện mẫu hợp đồng, ngoài việc đặt ra tiêu chí, còn yêu cầu chỉ ra các sự kiện cụ thể. Và, đôi khi các sự kiện được chỉ ra trong mẫu hợp đồng khi áp dụng vào quy định của pháp luật lại không được thừa nhận là trường hợp bất khả kháng.

Ví dụ, trường hợp Covid-19 có phải là trường hợp bất khả kháng? Chiến tranh giữa Nga - Ucraina có phải là bất khả kháng? Thậm chí, những vụ việc xảy ra rất lớn như cấm vận có phải là bất khả kháng? Điều gì xảy ra trong câu chuyện pháp luật này? Phải chăng, cần lượng hoá những quy định này để có thể đàm phán, thương thảo, ký kết và quản trị hợp đồng tốt hơn, minh bạch hơn giữa các chủ thể, từ đó hạn chế được các rủi ro hơn.

MÔ HÌNH QUẢN LÝ HỢP ĐỒNG

Hiện đang tồn tại chủ yếu 2 mô hình quản lý dự án cũng như quản lý hợp đồng: Mô hình 2 bên và mô hình 3 bên. Trong quản lý dự án được xây dựng trên cơ sở mô hình 2 bên, quy trình thủ tục luôn tồn tại theo một trình tự thiếu vắng thẩm quyền quyết định của kỹ sư.

Còn trong quan hệ hợp đồng 3 bên, chủ đầu tư thuê tư vấn hoặc phân quyền cho kỹ sư rất nhiều thẩm quyền. Nhưng, do pháp luật không quy định nên khi kỹ sư phê duyệt vào hồ sơ thì các cơ quan bảo vệ pháp luật hay cơ quan thanh toán không thừa nhận, dẫn đến những khó khăn, xung đột, tranh chấp trong quá trình thực hiện hợp đồng 3 bên.

Hay như các phương thức thực hiện dự án, hiện nay có 3 phương thức chủ yếu, trong đó đối với phương thức truyền thống, lần lượt triển khai các bước một cách tuần tự như: sau khi có thiết kế thì tổ chức đấu thầu, đấu thầu xong thì thi công, thi công xong thì bàn giao. Theo đó, pháp luật định ra các bước và định ra các thẩm quyền quyết định các vấn đề trong các bước đó.

Tuy nhiên, hiện nay nhiều nước trên thế giới đã chuyển đổi cách làm, không làm theo cách tuần tự truyền thống; mà làm so le, gối đầu nhau. Quy định của pháp luật cũng phải thay đổi theo hướng này.

Tại Việt Nam cũng đang từng bước chuyển đổi theo hướng này, đặc biệt là đối với các dự án lớn, đặc thù như dự án đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam sắp triển khai tới đây, cũng phải đặt ra yêu cầu chuyển đổi phương thức thực hiện dự án, thực hiện theo cách phi truyền thống, từ đó đặt ra vấn đề pháp luật của Việt Nam cũng phải thay đổi.

Ví dụ, thiết kế được một phần dự án, như phần móng, đã phải được thẩm định và phê duyệt và pháp luật cũng phải thay đổi theo hướng xử lý công việc dạng này; mà không thực hiện tuần tự như pháp luật hiện hành là phải có thẩm định, phê duyệt xong mới có thể thực hiện được công tác thi công. Việc thực hiện theo cách truyền thống có thể gây trở ngại, khó khăn cho các chủ thể tham gia quan hệ hợp đồng, nhất là đối với các dự án có tính chất đặc thù.

XỬ LÝ TRANH CHẤP

Hiện nay ở Việt Nam, pháp luật hiện hành quy định việc xử lý tranh chấp được thực hiện bởi 2 cơ quan tài phán: Toà án và Trọng tài.

Tuy nhiên, trong nhiều mô hình, nhiều điều kiện mẫu hợp đồng, trước khi tiến hành đến cơ quan tài phán, có thể lựa chọn mô hình xử lý tranh chấp khác, ví dụ như thông qua DAB.

Thời gian qua, việc xử lý tranh chấp ở một số dự án vay ODA được thực hiện thông qua mô hình DAB, nhưng cuối cùng quyết định của DAB không đạt được tính khả thi, dẫn đến đòi hỏi phải nhìn nhận vấn đề theo hướng thương thảo, đảm phán, quản trị hợp đồng; vấn đề về áp dụng mô hình xử lý tranh chấp nào để những quyết định, những mô hình xử lý không gây trở ngại cho quá trình thực hiện hợp đồng.

HỆ LỤY

Những khác biệt dẫn đến nhiều hệ luỵ: Làm tăng các tranh chấp, giữa một bên nhìn nhận pháp luật là A và một bên đọc hợp đồng là B thì đương nhiên hai bên A và B không bao giờ gặp được nhau và tranh chấp sẽ gia tăng; Thời hạn hoàn thành bị kéo dài, mà thời gian là tiền; Tăng chi phí đầu tư, tăng giá thành hợp đồng;

Làm giảm hiệu quả đầu tư, tăng chi phí đương nhiên là giảm hiệu quả đầu tư, kéo dài thời gian thì cũng dẫn đến tăng chi phí và từ đó dẫn đến giảm hiệu quả đầu tư, chưa kể hiệu quả lớn hơn đối với những dự án có ý nghĩa lớn đối với xã hội;

Mất hoà khí, niềm tin giữa các bên, là vấn đề rất đáng quan ngại đối với các chủ thể trực tiếp tham gia hợp đồng, đặt ra yêu cầu phải xem xét yếu tố niềm tin trong quan hệ và quản trị rủi ro.

Ảnh hưởng đến môi trường đầu tư, cái đáng quan ngại ở cấp vĩ mô, cấp quốc gia; Ảnh hưởng đến quan hệ giữa các quốc gia.

KẾT LUẬN

Trong soạn thảo hợp đồng cần quan tâm lựa chọn mẫu hợp đồng phù hợp với điều kiện đặc thù của gói thầu, tương ứng với các mẫu hợp đồng dành cho: Gói thầu quy mô nhỏ, gói thầu EPC mô hình 3 bên, EPC mô hình 2 bên, điều chỉnh các điều kiện của mẫu hợp đồng cho phù hợp với gói thầu…

Đồng thời, phải quan tâm thích đáng tới quản trị hợp đồng. Nếu xác lập hợp đồng không tốt thì quản trị hợp đồng phải tốt hơn để khắc phục, hạn chế những khiếm khuyết trong khâu xác lập hợp đồng.❖



Hiểu và giải thích luật không dễ!

NGUYỄN HOÀNG LINH

Trong hệ thống văn bản quy phạm pháp luật có 15 thứ bậc thì Quyết định của Thủ tướng Chính phủ đứng thứ 6, tức là bậc khá cao.

Thông thường, với các văn bản pháp quy ở bậc càng cao thì sự đọc, hiểu, giải thích và áp dụng vào thực tiễn lại càng phải rất cẩn trọng. Chính vì thế cho đến nay, ở nước ta vẫn còn duy trì hiện trạng có Luật rồi nhưng chưa áp dụng được vì thiếu Nghị định; có Nghị định rồi vẫn phải chờ đợi Thông tư hướng dẫn…

Câu chuyện dưới đây thêm một phần chứng minh rằng, việc đọc, hiểu, giải thích và áp dụng một Quyết định của Thủ tướng Chính phủ vào thực tiễn không hề dễ dàng, thậm chí chúng còn được hiểu ngược hẳn 180 độ!

Cuối tháng 9/2024, một Việt kiều từ California (Mỹ) về Việt Nam đã gửi Đơn khẩn cầu hỗ trợ tư pháp lên Ủy ban Nhà nước về người Việt Nam ở nước ngoài nhờ giúp đỡ khi những quyền lợi hợp pháp của gia đình bà tại Việt Nam bị xâm phạm.

Theo đơn trình bày, có thể tóm tắt câu chuyện như sau: Bà tên là Lê Thị Xuyến, sinh năm 1933 tại huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long. Khi bố mẹ mất đã để lại 3 mảnh đất vườn có diện tích khác nhau với tổng cộng khoảng 34.000 m^2, trên đó có xây một căn nhà cấp 4 khoảng 150 m^2. Bà là người con duy nhất được ghi vào danh sách thừa kế trong gia phả họ Lê trên mảnh đất này.

Năm 1993, khi đã 60 tuổi và có nhu cầu sang ở với con gái tại California, bà đã viết Giấy ủy quyền quản lý và sử dụng đất đai, nhà cửa cho người cháu họ, đồng thời là con nuôi, có tên là Huỳnh Văn Thảo, sau đổi tên là Lê Thanh Phong. Đến năm 2013, khi bà có nhu cầu trở về lại Việt Nam sinh sống thì tất cả đất đai, nhà cửa của dòng họ Lê đã được chuyển sang chủ sở hữu mới là Huỳnh Văn Thảo. Những người họ Huỳnh đã xua đuổi bà, không cho vào ngôi nhà của chính bà. Bà cũng không được quyền vào thắp hương cho những ngôi mộ của cha, mẹ và những người thân trong dòng tộc. Đến nay đã 11 năm, bà Xuyến đều phải đi ở nhờ…

Suốt thời gian ấy, bà đã gửi đơn kêu cứu nhiều nơi, nhiều cấp nhưng đều không được giải quyết thấu đáo. Cho đến ngày 21/3/2023, tại phiên Tòa sơ thẩm tỉnh Vĩnh Long, quyền lợi hợp pháp của dòng họ Lê gia đình bà đã được công nhận và bảo hộ với lập luận rất cơ bản, đó là với một tấm Giấy ủy quyền quản lý và sử dụng tài sản thì không thể sang tên đổi chủ được.

Nhưng sang đến phiên Tòa phúc thẩm thì kết quả hoàn toàn ngược lại. Xin trích nguyên văn phân tích của Tòa phúc thẩm trong bản án: *"Năm 1993, bà Xuyến được Nhà nước cho phép xuất cảnh và định cư tại Hoa Kỳ theo diện đoàn tụ gia đình (ODP). Theo Quyết định số 121-CP ngày 19/3/1979 của Hội đồng Chính phủ thời điểm này cho phép những người có nguyện vọng ra nước ngoài để sum họp gia đình được xuất cảnh sau khi làm đầy đủ các thủ tục cần thiết như: Chuyển giao tài sản thuộc quyền sở hữu hợp pháp của mình cho cha mẹ, vợ hoặc chồng, con ở lại trong nước. Vì vậy, bà Xuyến đã chuyển giao toàn bộ nhà đất thuộc thửa đất 148 cho người con nuôi của mình là ông Lê Thanh Phong tiếp tục quản lý, sử dụng; đây là thủ tục pháp lý quan trọng để bà Xuyến được phép xuất cảnh và định cư tại Hoa Kỳ. Theo quy định pháp luật trên, kể từ thời điểm này, bà Lê Thị Xuyến không còn quyền sử dụng đất, quyền sở hữu đối với tài sản tại Việt Nam. Do đó, bà Lê Thị Xuyến cho rằng chỉ ủy quyền cho ông Phong là không phù hợp với thực tế, mà cần xác định thực chất của việc ủy quyền là tặng cho mới đúng ý chí của bà Xuyến".*

Cuối cùng, Tòa phúc thẩm phán quyết toàn bộ tài sản nhà đất của dòng họ Lê để lại tại huyện Trà Ôn, tỉnh Vĩnh Long đã

XI MĂNG CẨM PHẢ
CÔNG NGHỆ NHẬT BẢN
HÂN HẠNH TÀI TRỢ CHUYÊN MỤC

không thuộc về bà Xuyến nữa.

Trong bài viết này không định đi sâu vào phân tích việc đúng sai của hai phiên tòa sơ và phúc thẩm. Vấn đề được đặt ra: Câu chuyện xuất phát từ thực tiễn này liệu sẽ đem lại bài học gì để khi đọc, hiểu, giải thích và áp dụng những văn bản pháp quy vào cuộc sống cho chuẩn chỉ, đúng pháp luật?

Điểm tựa pháp lý của vụ việc chính là Quyết định số 121-CP ngày 19/3/1979 của Hội đồng Chính phủ. Xin trích nguyên văn:

Điều 4. Những người được phép ra nước ngoài theo quyết định này được:

- Đem theo vật dùng cần thiết cho sinh hoạt hàng ngày.

- Đem theo tư trang, kim loại quý và đá quý theo qui định của Chính phủ Việt Nam.

- Chuyển giao tài sản thuộc quyền sở hữu hợp pháp của mình cho cha, mẹ, vợ, hoặc chồng, con ở lại trong nước. Nếu không có người thân kể trên ở trong nước thì giao tài sản đó cho chính quyền địa phương tạm thời quản lý theo thể lệ hiện hành.

- Hưởng quyền thừa kế tài sản theo pháp luật Việt Nam.

Bài học thứ nhất có thể rút ra trong vụ việc này, đó là cần phải hiểu chuẩn chỉ từng chữ và nghĩa trong văn bản luật. *"Chuyển giao tài sản thuộc quyền sở hữu hợp pháp của mình"* khác hoàn toàn với việc "*Chuyển giao quyền sở hữu tài sản hợp pháp của mình"*. Trong trường hợp này, Tòa phúc thẩm đã có sự nhầm lẫn giữa "chuyển giao tài sản" và "chuyển giao quyền sở hữu tài sản". Bởi bên cạnh tài sản có rất nhiều quyền, như quyền định đoạt, quyền quản lý, quyền sử dụng, quyền thừa kế, quyền ủy quyền… Khi giao tài sản kèm theo quyền nào thì người được ủy quyền chỉ được sử dụng quyền đó. Trong vụ việc này, chủ sở hữu chỉ ủy quyền quản lý và sử dụng thì không thể hiểu việc chuyển giao tài sản cùng đồng nghĩa với việc chuyển giao quyền sở hữu tài sản, tựa như một quyết định tước đoạt tài sản.

Bài học thứ hai, cần có thông tin đầy đủ về bối cảnh ra đời của văn bản luật để có sự hiểu biết sâu sắc hơn, tránh những suy luận sai lầm khi áp dụng.

Hoàn cảnh ra đời của Quyết định số 121-CP ngày 19/3/1979 là vào những năm 1977 - 1978, làn sóng người dân vượt biên trái phép đã khiến tình hình chính trị và xã hội Việt Nam mất ổn định. Nhiều thảm kịch đầy nước mắt đã diễn ra trên biển đối với những người vượt biên trái phép khiến dư luận thế giới có những cách nhìn thiếu thiện chí đối với đất nước và chính quyền Việt Nam lúc bấy giờ.

Nhằm ngăn chặn những thảm kịch này, đáp ứng nguyện vọng của nhiều người dân và theo đề xuất của Bộ Nội vụ (nay là Bộ Công an), Hội đồng Chính phủ đã ký Quyết định số 121-CP ngày 19/3/1979. Đây là một quyết định có ý nghĩa nhân đạo cao, tôn trọng quyền tự do cư trú của công dân, đồng thời tạo một hành lang pháp lý nhằm khuyến khích công dân Việt Nam ra nước ngoài bằng con đường hợp pháp. Quyết định cũng cam kết rằng, mọi quyền công dân vẫn được pháp luật bảo đảm, trong đó có quyền sở hữu, quyền thừa kế tài sản.

Vì vậy, không thể hiểu Quyết định này là một đặc ân, bắt buộc mọi công dân được Nhà nước cho phép ra nước ngoài "phải" hoàn thành những quy định về chuyển giao sở hữu tài sản. Tòa phúc thẩm đã hiểu đúng khi phán quyết: *"Vì vậy, bà Xuyến đã chuyển giao toàn bộ nhà đất thuộc thửa đất 148 cho người con nuôi của mình là ông Lê Thanh Phong tiếp tục quản lý, sử dụng; đây là thủ tục pháp lý quan trọng để bà Xuyến được phép xuất cảnh và định cư tại Hoa Kỳ"*, nhưng lại hiểu không đúng khi suy luận: *"Theo quy định pháp luật trên, kể từ thời điểm này, bà Lê Thị Xuyến không còn quyền sử dụng đất, quyền sở hữu đối với tài sản tại Việt Nam. Do đó, bà Lê Thị Xuyến cho rằng chỉ ủy quyền cho ông Phong là không phù hợp với thực tế, mà cần xác định thực chất của việc ủy quyền là tặng cho mới đúng ý chí của bà Xuyến"*.



Ngôi nhà thờ tổ của họ Lê tại Trà Ôn (Vĩnh Long).

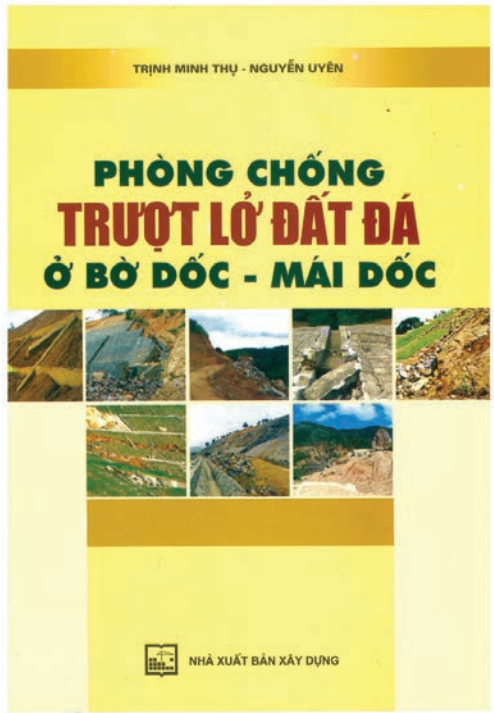
Chính vì thiếu hiểu biết hoàn cảnh ra đời của văn bản pháp luật, lại không thấu đáo từ ngữ trong văn bản nên cách hiểu, giải thích và vận dụng của phiên Tòa phúc thẩm đã bỏ đi từ "được" cực kỳ quý giá trong văn bản pháp luật để biến chúng thành từ "phải" đầy tính áp đặt.

Bài học thứ ba, cần hiểu tính đạo lý của văn bản pháp luật. Kể cả trong Hiến pháp cũng như hệ thống pháp luật liên quan đến tài sản công dân, tất cả đều thống nhất một đạo lý rằng, mọi công dân Việt Nam đều có quyền sở hữu tài sản và được pháp luật Việt Nam bảo hộ. Vậy khi một người dân xuất cảnh ra nước ngoài định cư hay vì một lý do nào đó, nếu họ vẫn đang là công dân Việt Nam thì tài sản của họ vẫn luôn được Nhà nước Việt Nam bảo hộ.

Có thể nhận xét, Quyết định số 121-CP ngày 19/3/1979 là một trong những chính sách ưu việt của Chính phủ Việt Nam đối với bà con khi có nhu cầu xuất cảnh theo diện đoàn tụ gia đình. Tính ưu việt này đều nằm ở từ "được" tại dòng đầu tiên của Điều 4. Từ "được" có ý nghĩa đây là quyền lợi mà người xuất cảnh đoàn tụ được hưởng. Đồng thời cũng có nghĩa là Tổ quốc Việt Nam luôn luôn để lại cánh cửa mong đón mọi người trở về chứ không thể hiểu theo cách ngược lại. Thậm chí, pháp luật còn quy định nếu không có người thân để chuyển giao thì tài sản đó giao cho chính quyền địa phương "tạm thời quản lý". Từ "tạm thời" đã thể hiện rõ tinh thần đó.

Đến đây thì mọi sự đã rõ, việc đọc, hiểu, giải thích và áp dụng một văn bản pháp luật không hề dễ dàng mà câu chuyện của cụ bà Việt kiều nêu trên chỉ là một trong những ví dụ.❖

Phòng chống trượt lở đất đá ở bờ dốc - mái dốc



> AN NHIÊN

Toàn bộ hoạt động xây dựng và phát triển kinh tế của con người đều phải dựa trên sự hiểu biết về các định luật và quy luật phát triển của các tai biến…

Cuốn sách "Phòng chống trượt lở đất đá ở bờ dốc - mái dốc" của nhóm tác giả Trịnh Minh Thụ, Nguyễn Uyên, mặc dù được phát hành từ năm 2009 nhưng còn nguyên giá trị thời sự, nhằm cung cấp cho người đọc những kiến thức cơ bản, kể cả kiến thức mới về phân tích ổn định mái dốc và các giải pháp phòng chống nhằm làm cho công trình an toàn, bảo đảm sự ổn định lâu dài của các công trình lân cận.

Sách gồm 5 Chương: Khái niệm chung; Trượt lở bờ dốc chủ yếu do tác động của nước mặt; Trượt lở mái dốc chủ yếu do tác động của trọng lực; Phân tích ổn định mái dốc; Ổn định của mái dốc nhân tạo.

Theo nhóm tác giả, tai biến xói lở, trượt lở bờ sông, bờ biển, sườn đồi núi ở Việt Nam xảy ra từ các vùng đồng bằng cho đến các vùng núi; phụ thuộc vào các yếu tố về điều kiện khí hậu, địa lý tự nhiên, đặc điểm địa hình, phức hệ đất đá.

Con người khi xây dựng công trình, điều chỉnh dòng chảy, khai thác các mỏ khoáng sản đã phá hoại đáng kể sự cân bằng tự nhiên nên có thể gây ra trượt lở, sụt bờ mỏ, bờ kênh, mái đường…

Vì thế, toàn bộ hoạt động xây dựng và phát triển kinh tế cũng như bảo vệ tính mạng, tài sản của con người, đều phải dựa trên sự hiểu biết về các định luật và quy luật phát triển của các tai biến.

Việc nghiên cứu các đánh giá mức độ đe doạ, đề xuất các phương pháp dự báo và điều khiển chúng là nhiệm vụ cụ thể, thiết thực của các cán bộ kỹ thuật, kỹ sư địa kỹ thuật, xây dựng, môi trường…

Theo nhóm tác giả, trong công tác phòng, chống trượt lở, để giảm đến mức thấp nhất các hao tổn về sinh mạng, tài nguyên và của cải, cần tiến hành các công tác như:

(1) Khảo sát, nghiên cứu, tổng hợp để lập được bản đồ trượt lở quốc gia gồm các điểm trượt lở diễn ra nhanh (đá lở, lũ bùn đá…), cũng như chậm (xói mòn…), trượt lở ở các công trình. Từ đó, bố trí các khu dân cư, đường giao thông tại các khu vực an toàn, phân vùng sử dụng đất.

(2) Nâng cao hiểu biết của cộng đồng về các tai biến: hiện tượng, nguyên nhân xảy ra, cách phòng chống… Từ đó, người dân có sự hiểu biết nhất định về các hiện tượng, nguyên nhân xảy ra, các biện pháp công trình và phi công trình để xử lý hiện tượng đó, các hiện tượng cảnh báo, đường và nơi di tản khi tai biến xảy ra, các thông báo cảnh giới được nhận như thế nào… Trong một số trường hợp cần tiến hành thực tập di tản.

(3) Dự báo, giám sát và cảnh báo sớm, thực hiện tốt công tác di tản dân ra khỏi vùng nguy hiểm. hiện đã sử dụng thông tin viễn thám và công nghệ GIS để theo dõi, cảnh báo sự cố trượt lở.

(4) Đánh giá mức độ nguy hại, tiến hành ngay sau khi xảy ra tai biến nhằm thu thập số liệu về tổn thất con người và tài sản, tìm ra các nguyên nhân và diễn biến để quyết định các biện pháp khôi phục và xây dựng lại, các biện pháp công trình và phi công trình để phòng ngừa, giảm nhẹ các tai biến trong tương lai. Khi đánh giá mức độ nguy hại của tai biến, cần thu thập các thông tin tổn thất con người, tổn thất nhà ở, của cải cá nhân, tổn thất nông nghiệp, vật nuôi, các công trình công cộng, các dịch vụ chính, sự phân bố và bề dày lớp đất, đá, gỗ, mảnh vụn pha tạp trôi dạt…

(5) Đưa ra các biện pháp công trình và phi công trình để phòng chống trượt lở ở những nơi có khả năng xảy ra tai biến. Quy hoạch lại khu dân cư, các phương tiện dịch vụ để công trình được an toàn.

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

BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP
DEPARTMENT OF CONCRETE STRUCTURES
P.311-A1 - Số 55 Giải Phóng, Hà Nội - https://btct.huce.edu.vn

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING



KỶ NIỆM 65 NĂM NGÀY THÀNH LẬP
BỘ MÔN CÔNG TRÌNH BÊ TÔNG CỐT THÉP
10/1959 – 10/2024



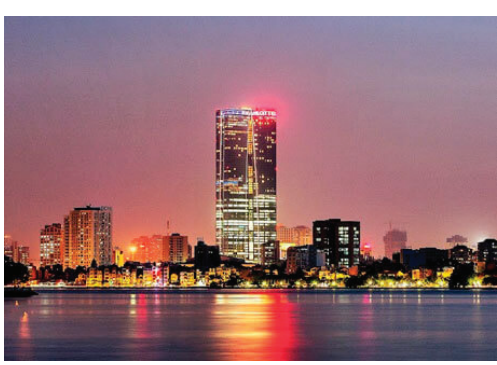


LĨNH VỰC HOẠT ĐỘNG

- Giảng dạy lý thuyết, hướng dẫn đồ án về kết cấu BTCT cho các chương trình đào tạo Đại học và Sau đại học chuyên ngành Xây dựng DD&CN, Kỹ thuật Xây dựng và các ngành đào tạo khác của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội;
- Viết giáo trình, sách chuyên khảo, sách tham khảo về kết cấu BTCT;
- Nghiên cứu khoa học, thực hiện đề tài cấp Nghị định thư, cấp Bộ, cấp Cơ sở;
- Hướng dẫn luận án tiến sĩ, luận văn thạc sĩ với các đề tài chuyên sâu về kết cấu BTCT;
- Soạn thảo dự thảo TCVN về thiết kế kết cấu BTCT ở nhiệt độ thường và nhiệt độ cao;
- Góp ý, phản biện, tham gia hội đồng nghiệm thu đề tài KHCN các cấp, các công trình trọng điểm quốc gia;
- Thực hành chuyên môn vào thực tiễn thông qua các dự án xây dựng trong và ngoài nước v.v...

CHỦ ĐỀ NGHIÊN CỨU

- Ảnh hưởng từ biến và co ngót của bê tông tới sự làm việc của kết cấu BTCT;
- Ứng dụng vật liệu mới theo xu hướng xây dựng bền vững cho Kết cấu BTCT;
- Kết cấu bê tông ứng lực trước;
- Kết cấu công trình đặc biệt, nhà cao tầng và siêu cao tầng bằng BTCT;
- Sự làm việc liên hợp và liên kết giữa kết cấu BTCT và các loại kết cấu khác;
- Kết cấu BTCT chịu tải trọng đặc biệt;
- Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong nghiên cứu dữ liệu về vật liệu bê tông và kết cấu BTCT;
- Áp dụng các tiêu chuẩn thiết kế tiên tiến của nước ngoài vào điều kiện Việt Nam v.v...







■Ngày nhận bài: 12/7/2024 ■Ngày sửa bài: 13/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/9/2024

Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của sợi thép trong gia cường kháng uốn dầm bê tông cốt thép bằng bê tông chất lượng siêu cao

Experimental study on the effect of steel fiber in reinforced concrete beams strengthened by ultra-high-performance concrete

> PGS.TS PHẠM THANH TÙNG, PGS.TS NGUYỄN TRUNG HIẾU, THS NGUYỄN VĂN QUANG*
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; *Email: quangnv@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả trình bày nghiên cứu thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của sợi thép tới hiệu quả gia cường kháng uốn dầm bê tông cốt thép (BTCT) bằng lớp bê tông chất lượng siêu cao (UHPC). Tiến hành chế tạo 04 dầm BTCT kích thước 150x200x2200 mm, trong đó 01 dầm là dầm đối chứng và 03 dầm được gia cường vùng kéo bằng lớp UHPC có chiều dày 50 mm, hàm lượng sợi trong lớp UHPC là 0% và 1%. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy việc sử dụng UHPC có cốt sợi trong gia cường kháng uốn cho kết quả rõ rệt trong việc cải thiện tải trọng hình thành vết nứt và tải trọng phá hoại của dầm BTCT. Đồng thời sợi thép đóng vai trò quan trọng trong việc hạn chế việc nứt tách và trượt giữa hai lớp bê tông nền và lớp UHPC.

Từ khóa: Dầm BTCT; gia cường kết cấu; bê tông chất lượng siêu cao; UHPC; dầm bê tông hai lớp.

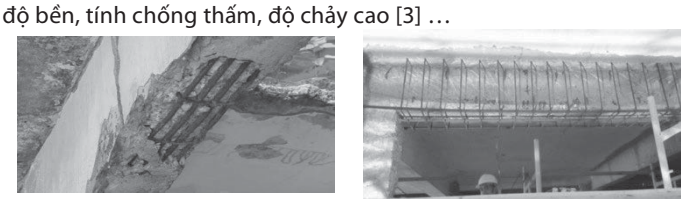
ABSTRACT

In this study, the authors present an experimental study to evaluate the effect of using steel fibers in ultra-high performance concrete (UHPC) layers on the flexural strength of reinforced concrete (RC) beams. Four RC beams with cross-sections of 150x200x2200 mm were fabricated, of which one beam was a control beam and three RC beams were reinforced in the tensile zone with a 50 mm thick UHPC layer, with fiber content of 0% and 1%. The research results show that using a fiber-reinforced UHPC layer significantly improves the crack formation load and the failure load of RC beams. At the same time, steel fibers play an important role in limiting cracking and spliting between the two layers of base concrete and the UHPC layer.

Keywords: RC Beams; UHPC; strengthening; two layer concrete beam.

1. ĐẶT VẤN DỀ

Hư hỏng trong kết cấu BTCT đã và đang là vấn đề nhận được nhiều sự quan tâm trong ngành xây dựng. Một số nguyên nhân dẫn đến hư hỏng kết cấu BTCT được kể đến như chất lượng thi công không đảm bảo, thay đổi mục đích công năng sử dụng dẫn tới tăng tải trọng, kết cấu chịu các tác động của môi trường (tác động nhiệt, tác động của các yếu tố xâm thực, độ ẩm...)[1][2]. Từ đó dẫn đến cần có những biện pháp gia cường sửa chữa nhằm đảm bảo khả năng chịu lực của kết cấu, đảm bảo tuổi thọ của kết cấu công trình. Hiện nay có nhiều giải pháp gia cường kết cấu BTCT khác nhau, như giải pháp gia cường bằng cách mở rộng tiết diện của kết cấu, phương pháp dán bản thép, phương pháp sử dụng ứng lực trước căng ngoài, phương pháp sử dụng tấm sợi composite (FRP)[1]… Trong đó phương pháp gia cường bằng cách mở rộng tiết diện được sử dụng khá phổ biến do những ưu điểm như dễ dàng thi công, đảm bảo độ bền lâu của công trình. Thông thường phần bê tông mới sử dụng để mở rộng tiết diện có cấp độ bền tương đương hoặc lớn hơn không nhiều so với bê tông của cấu kiện cũ, đồng thời chất lượng bê tông đổ bù không cải thiện được những nhược điểm của bê tông cũ về các chỉ tiêu như cường độ chịu kéo, độ bền xâm thực, độ bền chịu lửa. Do đó, gần đây hướng nghiên cứu sử dụng bê tông gốc xi măng như bê tông chất lượng siêu cao (UHPC), bê tông siêu dẻo (ECC, SHCC..), để ứng dụng trong công tác gia cường sửa chữa đang được các nhà nghiên cứu trên thế giới quan tâm và đã dần đưa vào ứng dụng. Những loại bê tông này khắc phục được những nhược điểm của bê tông thông thường và có những tính năng ưu việt về cường độ, độ bền, tính chống thấm, độ chảy cao [3] …

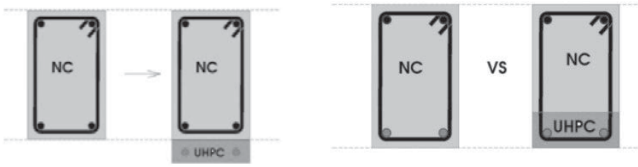


a) Dầm BTCT bị hư hỏng phần cốt thép và bê tông vùng kéo

b) Dầm BTCT cần tăng cường khả năng kháng uốn

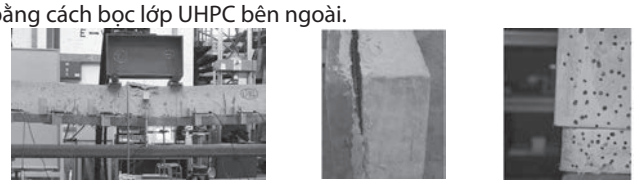
Hình 1. Gia cường trên kết cấu dầm BTCT

Bê tông thông thường có cường độ chịu kéo thấp [2], do đó hư hỏng của kết cấu nói chung và kết cấu dầm BTCT nói riêng thường xuất hiện từ vùng bê tông chịu kéo, đặc biệt trong môi trường xâm thực cao thường dẫn tới ăn mòn cốt thép, phá hủy lớp bê tông vùng kéo. Trong những trường hợp hư hỏng này, công tác gia cường thường phải đục bỏ hoàn toàn phần bê tông chịu kéo, sau đó vệ sinh cốt thép bằng hóa chất chống gỉ và sau đó đổ bù lớp bê tông mới trong dầm BTCT (Hình 1a). Một số trường hợp khác như dầm BTCT phần bê tông vùng kéo vẫn nằm trong trạng thái sử dụng, cốt thép vùng kéo chưa bị hư hỏng, không gian kiến trúc cho phép tăng tiết diện dầm và có những yêu cầu về tăng cường khả năng chịu lực. Một trong những phương án gia cường được sử dụng là đổ bù một lớp bê tông bọc bên ngoài dầm BTCT cũ để tăng khả năng chịu lực cũng như mục đích bảo vệ hệ kết cấu hiện trạng, chủ động tránh những tác động xâm thực, mài mòn (Hình 1b). Từ đó, các nghiên cứu gia cường kết cấu bằng vật liệu gốc xi măng nói chung và bằng UHPC nói riêng cũng được chia làm hai hướng chính là: bọc lớp bọc bên ngoài (jacket) dầm BTCT cũ và thay thế một phần lớp bê tông cũ đã hư hỏng bằng vật liệu UHPC (Hình 2)



Hình 2. Hướng nghiên cứu gia cường dầm bằng UHPC

Đối với cả 2 dạng gia cường trên, dạng phá hoại khi sử dụng UHPC trong việc gia cường kháng uốn đã được các nghiên cứu của Zhu Y [4] Huang Y [5] tổng hợp năm 2022. Qua đó thường có 05 dạng chính đối với dầm gia cường kháng uốn là: (i) Bê tông thường vùng nén bị phá hoại - CC, (ii) Bê tông UHPC bị phá hoại - UC, Phá hoại cốt thép trong bê tông nền hoặc lớp gia cường - R, Tách lớp giữa 2 lớp bê tông - DB, Phá hoại uốn (F). Các nghiên cứu đều hướng tới việc dầm gia cường bị phá hoại uốn (Bê tông vùng nén bị ép vỡ và cốt thép đạt tới giới hạn chảy). Trong phá hoại dạng R, ngoài việc phá hoại do đứt cốt thép có tính cả dạng phá hoại do hư hỏng vùng kéo UHPC. Phá hoại dạng UC là dạng phá hoại trong trường hợp gia cường bê tông vùng nén bằng UHPC như trong các nghiên cứu [6] [7] [4] [8]. Phá hoại DB là phá hoại không mong muốn do tách lớp giữa các lớp bê tông, các phá hoại này được chỉ ra trong các nghiên cứu của Paschalis S [9] Yin H [10], Prem P [5] dạng phá hoại này thường xảy ra do không có biện pháp xử lý bề mặt gì đặc biệt giữa hai lớp bê tông mà chỉ đổ trực tiếp lên bề mặt bê tông thường dạng bọc bên ngoài đồng thời không bổ sung cốt thép thanh trong lớp gia cường. Do đó hướng nghiên cứu về lực dính giữa hai bề mặt bê tông được các nhà nghiên cứu tập trung quan tâm trong thời gian gần đây, đặc biệt trong tường hợp áp dụng phương án gia cường bằng cách bọc lớp UHPC bên ngoài.



a) Dạng phá hoại uốn trong nghiên cứu của Paschalis S [9]

b) Phá hoại tách lớp - DB theo các nghiên cứu của Qasim, Yin H, [6] [4]

Hình 3. Dạng phá hoại trên kết cấu dầm BTCT gia cường vùng kéo bằng UHPC

Trong phương pháp gia cường bằng cách bọc lớp UHPC bên ngoài, các nghiên cứu đều chỉ ra cấu hình gia cường và việc có sử dụng cốt thép thanh trong lớp UHPC hay không ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả gia cường và dạng phá hoại của dầm BTCT. Các nghiên cứu của Qasim [6] cho thấy khi bổ sung thêm 2f16 vào vùng chịu kéo, hiệu quả gia cường có thể lên tới 96%, tuy nhiên hàm lượng cốt thép bổ sung cần phải được đánh giá để tránh phá hoại tách lớp giữa các lớp bê tông. Ngoài ra các nghiên cứu của Alireza Valikhani [11] Mahsa Farzad [12] P. Ganesh 2021 [13] đánh giá ảnh hưởng của biện pháp xử lý bề mặt đến hiệu quả gia cường. Các nghiên cứu chỉ ra phương pháp tạo nhám, keo epoxy, chốt đều cho hiệu quả gia cường với chiều cao gia cường, hàm lượng cốt thép bổ sung hợp lý.

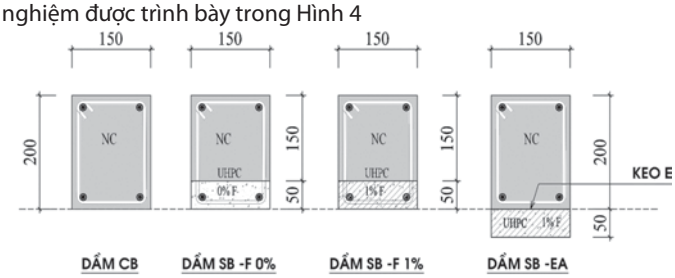
Tại Việt Nam, các nghiên cứu về UHPC được thực hiện trong khoảng 10 năm gần đây, các nghiên cứu tập trung vào thành phần cốt liệu, chỉ tiêu cơ lý và cấp phối chế tạo UHPC. Các ứng dụng loại bê tông này tập trung trong các cấu kiện đúc sẵn, tuy nhiên chưa có nhiều các nghiên cứu sử dụng UHPC trong các vấn đề gia cường kết cấu.

Nội dung bài báo trình bày nghiên cứu thực nghiệm đánh giá ứng xử uốn của dầm BTCT được gia cường kháng uốn bằng UHPC với các trường hợp có cốt sợi thép và không có cốt sợi thép trong lớp UHPC, đồng thời đánh giá hiệu quả gia cường bằng phương pháp bọc lớp UHPC ngoài vùng kéo của dầm BTCT. Thí nghiệm được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm và Kiểm định công trình, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

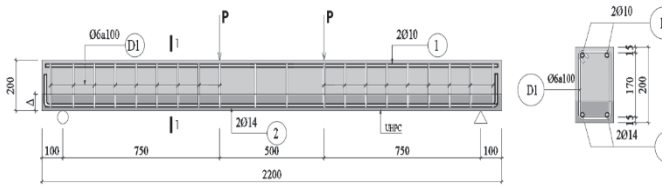
2.1. Mẫu thí nghiệm và vật liệu chế tạo

Trong nghiên cứu này, chế tạo 04 mẫu dầm BTCT kích thước b x h x L=150 x 200 x 2200 mm trong đó có 01 dầm đối chứng và 03 mẫu dầm BTCT được gia cường vùng kéo bằng lớp UHPC; lần lượt ký hiệu là CB, SB - F 1%, SB-F 0% , SB-EA. Trong đó dầm SB F 0% và dầm SB -F 1% là dầm gia cường giữ nguyên tiết diện (bằng với tiết diện dầm đối chứng), lần lượt sử dụng hàm lượng sợi thép là 0% và 1%; dầm SB -EA là dầm gia cường lớp UHPC bên ngoài vùng kéo của dầm BTCT có hàm lượng sợi thép là 1%, liên kết giữa bê tông nền và bê tông UHPC bằng keo epoxy chuyên dụng. Chi tiết các mẫu thí nghiệm được trình bày trong Hình 4



Hình 4. Các nhóm dầm trong nghiên cứu thực nghiệm

Qua tính toán để tránh cho các mẫu dầm BTCT thí nghiệm không bị phá hoại do lực cắt, lựa chọn cốt thép dọc chịu lực vùng kéo (phía dưới dầm) là 2∅14, cốt thép dọc vùng nén (phía trên dầm) bố trí 2∅10, cốt thép đai ∅6 khoảng cách 150 mm ở vùng giữa gối tựa dầm và vị trí tác dụng tải trọng. Chi tiết cấu tạo được trình bày trên Hình 6.



Hình 5. Chi tiết cấu tạo cốt thép các mẫu dầm thí nghiệm

2.2. Vật liệu chế tạo dầm

❖ *Bê tông UHPC*

Bê tông UHPC sử dụng để gia cường vùng chịu kéo được lựa chọn có cấp độ bền B120, cốt liệu là cát quắc có đường kính cỡ hạt

trung bình khoảng 300 m, siicafum (SF),tro bay (FA), xi măng Pooc lăng PC 40, và phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate (PGSD). Sợi thép được sử dụng có chiều dài 13mm, đường kính 0.2mm. Chi tiết cấp phối chế tạo được trình bày trong Bảng 1

Bảng 1. Thành phần cấp phối vật liệu chế tạo bê tông UHPC (đơn vị kg/m³)

Cấp phối	Cát (kg)	Xi măng (kg)	FA (kg)	SF (kg)	PGSD (kg)	Nước (kg)	Sợi (%)	Cường độ chịu nén R_{28} (MPa)
UHPC	1108	831	166	111	36,9	164	0-1	124

❖ *Bê tông thường (NSC) và cốt thép*

Sử dụng bê tông cấp độ bền B22.5 độ sụt 10 ± 2 cm. Cấp phối vật liệu chế tạo bê tông được trình bày trong Bảng 2. Trong đó sử dụng Xi măng PCB 30 Hoàng Thạch; Đá dăm 1x2 (mỏ đá Kiện Khê, Hà Nam) Cát vàng Sông Lô

Trên Bảng 2 trình bày cấp phối vật liệu chế tạo bê tông.

Bảng 2. Thành phần cấp phối vật liệu chế tạo bê tông (đơn vị kg/m³)

Xi măng PCB 30 (kg)	Cát vàng (kg)	Đá dăm 1 x 2 (kg)	Nước (kg)	Cường độ chịu nén R_{28} (MPa)
390	680	1210	185	31,5

Cốt thép sử dụng thép gai D10, D14, cốt thép được cắt và uốn theo đúng quy cách, đảm bảo chiều dày lớp bảo vệ. Ngoài cốt thép để chế tạo dầm, để lại cốt thép để xác định chỉ tiêu cơ lý của thép. Kết quả giới hạn chảy và giới hạn bền lần lượt là 320Mpa và 424Mpa. Các dầm gia cường được chế tạo bằng cách, đổ dầm BTCT với bê tông cấp độ bền B22.5, sau đó đổ lớp UHPC gia cường với chiều dày 5cm để đảm bảo lớp bảo vệ cấu tạo với cốt thép (Hình 6)



a) Chế tạo nhóm dầm SB-F 1% và SB-F 0%



Chế tạo dầm BTCT trước gia cường, lớp mặt bê tông nền được mài vệ sinh sạch

Quét sika chuyên dụng trước khi đổ UHPC



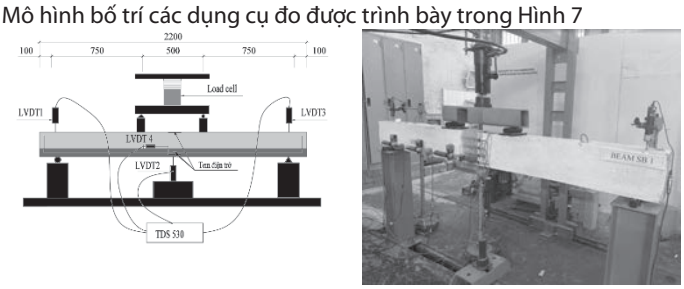
b) Chế tạo nhóm dầm SB-EA

Hình 6. Chế tạo dầm BTCT được gia cường vùng kéo bằng lớp UHPC

2.3. Sơ đồ thí nghiệm và sơ đồ bố trí dụng cụ đo

❖ *Sơ đồ thí nghiệm*

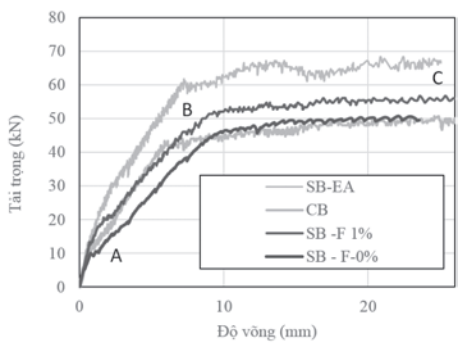
Tiến hành thí nghiệm uốn theo sơ đồ uốn bốn điểm trên sơ đồ dầm đơn giản. Dầm thí nghiệm chịu tác dụng của hai lực tập trung là P, khoảng cách từ gối tựa đến điểm đặt lực là L1 = 750 mm, khoảng cách giữa hai điểm đặt lực là L2 = 500 mm. Tải trọng được tạo ra bởi kích thủy lực và được đo đạc bằng thiết bị đo lực điện tử (load-cell). Độ võng của dầm thí nghiệm được xác định thông qua ba dụng cụ đo chuyển vị, ký hiệu là LVDT1, LVDT2 và LVDT3, bố trí tại vị trí hai gối tựa và ở giữa dầm. Đồng thời các giá trị biến dạng bê tông vùng nén, cốt thép vùng kéo và UHPC được đo đạc thông qua tem điện trở. Độ trượt giữa hai lớp bê tông được đo đạc bằng LVDT 4 gắn tại giữa hai lực tập trung, với một đầu gắn vào bê tông thường và một đầu gắn vào UHPC. Tất cả các thiết bị và dụng cụ đo được kết nối với bộ xử lý số liệu Data - Logger TDS 530 và máy tính để đo đạc số liệu một cách tự động và liên tục trong quá trình thí nghiệm. Mô hình bố trí các dụng cụ đo được trình bày trong Hình 7



Hình 7. Sơ đồ thí nghiệm và sơ đồ bố trí dụng cụ đo

3. PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Dạng phá hoại và quan hệ tải trọng độ võng các dầm thí nghiệm



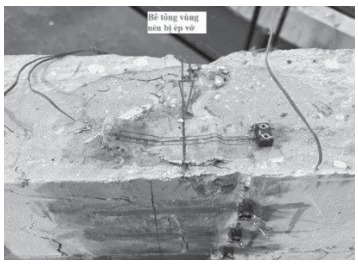
Hình 8. Quan hệ tải trọng và độ võng của các dầm thí nghiệm

Từ kết quả quan hệ tải trọng độ võng từ Hình 8 ta thấy các dầm gia cường và dầm đối chứng đều trải qua các giai đoạn làm việc chính là: (i) giai đoạn trước nứt - OA (ii) giai đoạn hình thành và phát triển vết nứt - AB (iii) giai đoạn cốt thép chảy dẻo và phá hoại, tuy nhiên về mặt giá trị thấy có sự khác biệt khá rõ ràng giữa các dầm thí nghiệm. Dầm SB-EA là dầm gia cường được bọc lớp UHPC có hàm lượng sợi thép 1% bên ngoài vùng kéo cho thấy rõ ràng hiệu quả tăng cường tải trọng hình thành khe nứt và tải trọng làm cốt thép chảy dẻo. Cụ thể, dầm đối chứng CB có tải trọng hình thành khe nứt là 11,4 kN trong khi dầm SB-EA có tải trọng hình thành khe nứt là 28kN, tuy nhiên tại thời điểm này đường cong tải trọng độ võng không thay đổi độ dốc quá nhiều, qua đó cho thấy dầm không bị suy giảm độ cứng đáng kể như dầm CB. Nguyên nhân chính là do việc huy động sự làm việc của sợi thép trong lớp UHPC. Điều này xảy ra tương tự đối với dầm SB-F 1% có hàm lượng sợi là 1% và tiết diện giống với dầm đối chứng, tải trọng xuất hiện vết nứt là 20kN (180% so với dầm CB). Trong khi dầm SB-F 0% xuất hiện vết nứt tách giữa 2 lớp bê tông tại 10,1 kN trước cả thời điểm xuất hiện vết nứt thẳng góc của dầm đối chứng CB. Vết nứt tách giữa hai lớp này là nguyên nhân chính làm suy giảm độ cứng của dầm BTCT.

Tải trọng tại thời điểm cốt thép chảy dẻo và thời điểm phá hoại của dầm CB lần lượt là 44,6 kN và 50,2 kN. Giá trị này của dầm SB-EA lần lượt là 60,2 kN và 65kN tương ứng với 135% và 130% so với dầm đối chứng, giá trị này là 114% và 112% đối với dầm SB-F 1%. Trong khi dầm SB-F 0% không cho thấy hiệu quả khi gia cường. Chi tiết các giá trị đặc trưng của dầm thí nghiệm được trình bày trong Bảng 3

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm dầm BTCT

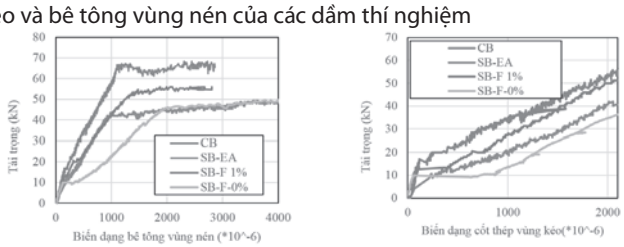
Dầm	Tải trọng và độ võng tại thời điểm hình thành khe nứt		Tải trọng và độ võng tại thời điểm cốt thép chảy dẻo		Tải trọng và độ võng tại thời điểm cốt thép chảy dẻo	
	2P (kN)	f (mm)	2P (kN)	f (mm)	2P (kN)	f (mm)
CB	11,4	1,44	44,6	6,5	50,2	25,7
SB-EA	28	2,05	60,2	7,4	65	25,0
SB-F 1%	20,1	1,97	12,4	9,76	56,0	25,3
SB-F 0%	10,1	1,02	45,6	9,8	49,8	24,4



Hình 9. Phá hoại bê tông vùng nén của dầm thí nghiệm

3.2. Quan hệ tải trọng và biến dạng của các dầm thí nghiệm

Hình 10 trình bày quan hệ tải trọng - biến dạng cốt thép vùng kéo và bê tông vùng nén của các dầm thí nghiệm

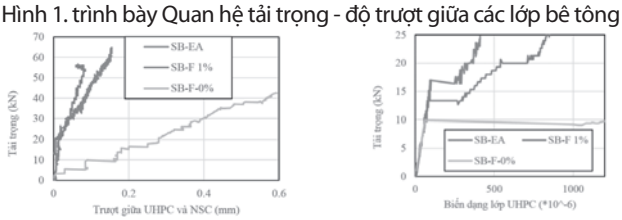


Hình 10. Quan hệ tải trọng biến dạng cốt thép vùng kéo và biến dạng bê tông vùng nén

Từ biểu đồ quan hệ tải trọng và biến dạng bê tông vùng nén có thể nhận thấy biến dạng cực hạn của bê tông vùng nén của các dầm thí nghiệm khoảng 0.0035 tới 0.0040, dầm SB-EA và dầm SB F1% trong nghiên cứu này có biến dạng cực hạn khoảng 0.0035 và có xu hướng nhỏ hơn dầm đối chứng CB và dầm SB - F 0%. Biến dạng này có bước nhảy tại dầm SB-F 0% do xuất hiện vết nứt tách, dẫn tới thay đổi trục trung hoà của dầm. Biểu đồ quan hệ tải trọng và biến dạng cốt thép vùng kéo cho thấy rõ ràng sự tham gia cốt sợi trong ứng suất kéo dẫn tới biến dạng của cốt thép của từng cấp tải trọng của dầm SB-EA và SB-F 1% nhỏ hơn đáng kể so với dầm CB. Các giá trị biến dạng cực khi cốt thép chảy dẻo của các dầm thí nghiệm trong nghiên cứu này khoảng 0.02.

3.3. Biến dạng trượt giữa các lớp bê tông

Hình 1. trình bày Quan hệ tải trọng - độ trượt giữa các lớp bê tông



Hình 11. Độ trượt giữa các lớp bê tông và biến dạng lớp UHPC

Độ trượt giữa các lớp bê tông là thông số quan trọng trong việc đánh giá sự làm việc toàn khối của kết cấu cũ và kết cấu mới. Trong tiêu chuẩn Hy Lạp [13] quy định độ trượt giữa hai lớp bê tông ở trạng thái sử dụng là 0,2mm, tại trạng thái phá huỷ, tiêu chuẩn này chia ra làm các cấp với giới hạn trượt ở cấp A là 0,8mm, cấp B là 1.5mm. Trong khi giá trị này trong tiêu chuẩn FIB 45 có trạng thái sử dụng là 0.2mm và trạng thái phá huỷ là 2mm. Từ biểu đồ độ trượt giữa các lớp cho thấy việc sử dụng sợi thép trong lớp UHPC đóng vai trò quan trọng trong việc ngăn chặn phá hoại tách lớp giữa lớp bê tông cũ và bê tông mới. Nguyên nhân do sự làm việc theo đa phương của sợi thép khi xuất hiện vết nứt, cụ thể hơn các vết nứt vẫn có thể làm việc với nhau thông qua sự kết nối của sợi thép, qua đó phân phối ứng suất kéo trên cả vùng mô men uốn thuần tuý. Từ biểu đồ biến dạng lớp UHPC ở vùng kéo cũng cho thấy khi lớp này xuất hiện vết nứt, ứng suất (biến dạng) không bị tăng đột ngột mà vẫn duy.

4. KẾT LUẬN

Nội dung bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm đánh giá ứng xử của dầm BTCT chịu uốn được gia cường bằng lớp UHPC chiều dày 5cm. Từ các kết quả thu được, có thể rút ra những kết luận chính sau :

- Dầm BTCT được gia cường bằng lớp UHPC vùng kéo với hàm lượng sợi thép 1% làm tăng tải trọng hình thành khe nứt và tải trọng phá hoại lần lượt tới 245% và 130% khi gia cường bằng cách bọc lớp UHPC bên ngoài dầm BTCT. Giá trị này là 180% và 112% khi gia cường vẫn giữ nguyên tiết diện dầm BTCT. Dạng phá hoại của dầm gia cường bằng UHPC là dạng phá hoại uốn, cốt thép đạt tới giới hạn chảy và bê tông bị ép vỡ.

- Sợi thép trong lớp UHPC ngoài việc làm tăng khả năng chịu kéo trong lớp UHPC còn làm giảm đáng kể độ trượt tương đối giữa hai lớp bê tông cũ và UHPC. Bề dày phần bê tông UHPC gia cường sẽ ảnh hưởng khá nhiều đến sự làm việc đồng thời của 2 lớp UHPC và bê tông thường. Do đó kiến nghị các nghiên cứu chuyên sâu hơn để khảo sát chiều dày lớp UHPC, thay đổi cấp độ bền của bê tông thường. Ngoài ra có thể tiến hành thêm việc sử dụng UHPC cho các loại gia cường kháng cắt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] PGS.TS Nguyễn Trung Hiếu, *Hư hỏng sửa chữa gia cường kết cấu công trình phần kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu gạch đá*. Hà Nội: NXB Xây dựng, 2023.

[2] N. T. P. N. T. T. V. M. T. Phan Quang Minh, *Kết cấu Bê tông cốt thép - Phần cấu kiện cơ bản*. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ Thuật, 2021.

[3] Nguyễn Văn Tuấn, *Bê tông chất lượng siêu cao*. Hà Nội: NXB Xây dựng, 2017.

[4] Y. Zhu, Y. Zhang, H. H. Hussein, and G. Chen, "Flexural strengthening of reinforced concrete beams or slabs using ultra-high performance concrete (UHPC): A state of the art review," Feb. 15, 2020, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.engstruct.2019.110035.

[5] Y. Huang, S. Grünewald, E. Schlangen, and M. Luković, "Strengthening of concrete structures with ultra high performance fiber reinforced concrete (UHPFRC): A critical review," Jun. 20, 2022, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.127398.

[6] M. Qasim, C. K. Lee, and Y. X. Zhang, "Flexural strengthening of reinforced concrete beams using hybrid fibre reinforced engineered cementitious composite," *Eng. Struct.*, vol. 284, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.engstruct.2023.115992.

[7] M. A. Al-Osta, M. N. Isa, M. H. Baluch, and M. K. Rahman, "Flexural behavior of reinforced concrete beams strengthened with ultra-high performance fiber reinforced concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 134, pp. 279-296, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2016.12.094.

[8] O. T. Tsioulou, A. P. Lampropoulos, and S. E. Dritsos, "Experimental investigation of interface behaviour of RC beams strengthened with concrete layers," *Constr. Build. Mater.*, vol. 40, pp. 50–59, 2013, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2012.09.093.

[9] A. P. Lampropoulos, S. A. Paschalis, O. T. Tsioulou, and S. E. Dritsos, "Strengthening of reinforced concrete beams using ultra high performance fibre reinforced concrete (UHPFRC)," *Eng. Struct.*, vol. 106, pp. 370–384, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.engstruct.2015.10.042.

[10] M. Emara, A. El-Zohairy, M. Fekry, and M. Husain, "Effect of Using ECC Layer on the Flexural Performance of RC Beams Previously Strengthened with EB CFRP Laminates," *Sustain.*, vol. 14, no. 24, Dec. 2022, doi: 10.3390/su142416990.

[11] A. Valikhani, A. J. Jahromi, I. M. Mantawy, and A. Azizinamini, "Experimental evaluation of concrete-to-UHPC bond strength with correlation to surface roughness for repair application," *Constr. Build. Mater.*, vol. 238, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117753.

[12] M. Farzad, M. Shafieifar, and A. Azizinamini, "Experimental and numerical study on bond strength between conventional concrete and Ultra High-Performance Concrete (UHPC)," *Eng. Struct.*, vol. 186, pp. 297-305, May 2019, doi: 10.1016/j.engstruct.2019.02.030.

[13] P. Ganesh and A. Ramachandra Murthy, "Simulation of surface preparations to predict the bond behaviour between normal strength concrete and ultra-high performance concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 250, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118871.

■Ngày nhận bài: 22/7/2024 ■Ngày sửa bài: 23/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 09/9/2024

Biểu đồ tương tác khi cháy của cột bê tông cốt thép tiết diện chữ nhật theo EN 1992-1-2

In-fire interaction diagrams of rectangular reinforced concrete columns to EN 1992-1-2

> PGS.TS NGUYỄN TRƯỜNG THẮNG[1], TS TRẦN VIỆT TÂM[1], THS NGUYỄN TUẤN NINH[2]
[1]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
[2]Công ty CP Công nghệ và Tư vấn Thiết kế xây dựng RD

TÓM TẮT

Một phần mềm máy tính được phát triển bằng ngôn ngữ lập trình Ambarcadero Delphi kết hợp phương trình truyền nhiệt cơ bản với phương pháp sai phân hữu hạn để xác định trường nhiệt độ trên một tiết diện cột bê tông cốt thép (BTCT) chữ nhật với kích thước bất kỳ. Với sai số hợp lý khi so sánh với các trường nhiệt độ có sẵn trong Phụ lục A của EN 1992-1-2, phần mềm tiến hành các phép phân tích tiết diện thẳng góc theo mô hình biến dạng phi tuyến dựa trên các nguyên tắc tính toán của tiêu chuẩn châu Âu. Các biểu đồ tương tác tại các thời điểm 30, 60, 90, 120, 180 và 240 phút của đám cháy tiêu chuẩn xác định bằng phần mềm có dạng nhỏ dần đã biểu diễn một cách tường minh sự suy giảm khả năng chịu lực của cột BTCT tiết diện chữ nhật khi cháy và được kiểm chứng với các kết quả nghiên cứu đã có.

Từ khóa: Cột; bê tông cốt thép; chữ nhật; cháy; khả năng chịu lực; biểu đồ tương tác; phương pháp sai phân hữu hạn.

ABSTRACT

A computer software is developed using Ambarcadero Delphi programming language to determine the temperature profiles of a rectangular cross-section with arbitrary sides' dimensions by combining the classical heat transfer equations with finite difference method. Having obtained reasonable agreements with the temperature profiles provided in Appendix A of EN 1992-1-2, the software is also capable of conducting sectional analyses to determine the ultimate internal forces of the columns based on the non-linear materials' models and calculation principles given in the Eurocodes. The gradually-regressing interaction diagrams in 30, 60, 90, 120, 180 and 240 min of a standard fire determined by the software explicitly represent the deterioration of the in-fire column cross-sectional resistance and can be well validated with a number of test results in literature.

Keywords: Column; reinforced concrete; rectangular; fire; resistance; interaction diagram; finite differrence method.

1. GIỚI THIỆU

Trong thời gian qua, vấn đề an toàn cháy trong công trình ngày càng nhận được nhiều sự quan tâm của cả xã hội sau khi nhiều vụ hỏa hoạn nghiêm trọng xảy ra ở nhiều địa phương, gây thiệt hại lớn về con người và vật chất. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia của Việt Nam về an toàn cháy cho nhà và công trình QCVN 06 được Bộ Xây dựng cập nhật liên tục trong thời gian gần đây, trong đó phiên bản mới nhất là QCVN 06:2022/BXD [1] được gắn với bản Sửa đổi năm 2023 [2]. Đối với các cấu kiện BTCT, là loại kết cấu được sử dụng phổ biến nhất hiện nay, giới hạn chịu lửa được quy định trong QCVN 06 thông qua các bảng số liệu về giá trị nhỏ nhất cho phép của kích thước tiết diện ngang và chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép chịu lực chính. Tuy nhiên, Quy chuẩn không đưa ra hướng dẫn cho việc tính toán giới hạn chịu lửa của cấu kiện BTCT một cách chi tiết. Do vậy, trong khi tiêu chuẩn thiết kế và hướng dẫn thiết kế cho vấn đề này chưa được ban hành, các tiêu chuẩn thiết kế có liên quan của nhiều nước tiên tiến trên thế giới như Hoa Kỳ, châu Âu, Liên bang Nga, Australia, Trung Quốc, Singapore v.v… [3-11] đã được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu áp dụng tại Việt Nam. Trong số các tiêu chuẩn này, tiêu chuẩn châu Âu EN 1992-1-2 [5] đưa ra các quy định rõ ràng về các tính chất cơ lý của vật liệu và quan hệ ứng suất - biến dạng của vật liệu bê tông và cốt thép ở nhiệt độ cao cũng như trường nhiệt độ phân bố trên một số mặt cắt tiết diện cấu kiện BTCT khi bị tác động bởi chế độ nhiệt tiêu chuẩn theo ISO 834 [6]. Đây là một trong những thông số quan trọng hàng đầu trong việc xác định độ suy giảm của cường độ vật liệu, từ đó tính toán khả năng chịu lực của cấu kiện dầm, cột, sàn ở nhiệt độ cao. Tuy nhiên, Phụ lục A của EN 1992-1-2 [5] chỉ cung cấp trường nhiệt độ dưới dạng các đường đẳng nhiệt tại các thời điểm 30, 60, 90, 180 và 240 min của đám cháy tiêu chuẩn cho một số hữu hạn các tiết diện chữ nhật (80×150, 160×300, 300×300, 300×600 và 500×800 mm) và tiết diện tròn (D300 mm) của cấu kiện BTCT. Dựa vào các thông tin này, các tác giả đã đề xuất áp dụng phương pháp nội suy gần đúng nhằm số hóa nhiệt độ tại một điểm bất kỳ trên tiết diện cột [12], tuy nhiên chỉ có thể áp dụng cho các tiết diện nêu trên tại các thời điểm quy định. Trong các nghiên cứu khác, các phần mềm sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn của nước ngoài như SAFIR, ABAQUS, ANSYS v.v… được áp dụng trong việc xác định trường nhiệt độ một cách toàn

diện [13-26]. Tuy nhiên, việc sử dụng các phần mềm này đều cần có bản quyền với chi phí khá lớn so với mặt bằng chung tại Việt Nam. Mặt khác, các phần mềm trên chưa cung cấp được các biểu đồ tương tác (*M*,*N*) biểu thị khả năng chịu lực của cột BTCT.

Do vậy, trong bài báo này, các tác giả đề xuất một cách tiếp cận nhằm xác định trường nhiệt độ trên tiết diện chữ nhật của cấu kiện BTCT có khả năng đáp ứng đồng thời các tiêu chí sau: (i) Áp dụng cho các kích thước bất kỳ của tiết diện; (ii) Áp dụng cho thời điểm bất kỳ của đám cháy tiêu chuẩn; (iii) Tính toán cho một điểm bất kỳ trên tiết diện; (iv) Các nhà nghiên cứu và kỹ sư Việt Nam dễ tiếp cận với chi phí thấp do được phát triển trong nước; (v) Đơn giản, sai số tính toán nằm trong giới hạn cho phép; và (vi) Có thể tích hợp tính toán khả năng chịu lực của cột BTCT khi cháy dưới dạng các biểu đồ tương tác. Một phần mềm bằng ngôn ngữ lập trình Ambarcadero Delphi kết hợp phương trình truyền nhiệt cơ bản với phương pháp sai phân hữu hạn được phát triển để xác định trường nhiệt độ trên các tiết diện cột BTCT hình chữ nhật. Kết quả thu được tại các thời điểm 30, 60, 90, 120, 180 và 240 phút trong một chế độ nhiệt tiêu chuẩn trên một số tiết diện điển hình được kiểm chứng với các trường nhiệt độ có sẵn trong Phụ lục A của EN 1992-1-2, từ đó phần mềm tiến hành các phép phân tích tiết diện thẳng góc theo nội lực giới hạn và cung cấp các biểu đồ tương tác cho cột BTCT có tiết diện chữ nhật bất kỳ tại mọi thời điểm của đám cháy tiêu chuẩn. Các biểu đồ này được kiểm chứng với một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã công bố với sai số chấp nhận được, từ đó một số nhận xét được đưa ra trong phần cuối của nghiên cứu này.

2. TÍNH TOÁN TRUYỀN NHIỆT HAI PHƯƠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SAI PHÂN HỮU HẠN

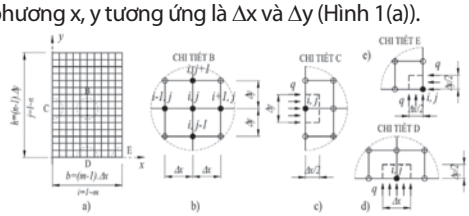
Phương trình truyền nhiệt hai chiều tổng quát trong vật liệu đẳng hướng với nhiệt độ T (°C) được biểu diễn như là một hàm của không gian (x,y) và thời gian (t) có thể được viết như sau [27]:

$$\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right)\frac{\lambda}{c\rho}=\frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

trong đó λ là hệ số dẫn nhiệt của vật liệu; c là nhiệt dung riêng, ρ là khối lượng riêng của vật liệu.

Trong bài toán truyền nhiệt tuyến tính, các phương pháp giải tích thường được áp dụng với sự đơn giản hóa dựa trên giả thiết về hệ số dẫn nhiệt và hệ số trao đổi nhiệt. Tuy nhiên, sự truyền nhiệt trong cấu kiện BTCT là bài toán phi tuyến do ảnh hưởng của các thông số vật lý của vật liệu bê tông, hệ số tỏa nhiệt và nguồn nhiệt tác dụng lên bề mặt tiết diện và có thể được giải quyết bằng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) hoặc phương pháp sai phân hữu hạn (SPHH). Trong đó, phương pháp SPHH là phương pháp số tương đối đơn giản và ổn định do thường sử dụng các họ đường song song với các trục toạ độ để tạo thành một mạng lưới chia miền nghiệm trong vật thể thành một số hữu hạn các điểm nút và xác định nhiệt độ của phần tử tại các nút đó thay cho việc tính nhiệt độ trên toàn miền.

Để tính toán nhiệt độ trên tiết diện ngang của cột chữ nhật có kích thước b×h bằng phương pháp SPHH, tiết diện cột có thể được chia thành lưới có (m×n) điểm nút, với ma trận phần tử có (m-1) cột và (n-1) hàng, mỗi ô phần tử nhỏ hình chữ nhật có 4 nút với kích thước các cạnh theo hai phương x, y tương ứng là Δx và Δy (Hình 1(a)).



Hình 1. *Chia lưới tiết diện cột theo SPHH*

Tại điểm nút (i,j), các đạo hàm bậc nhất và bậc hai của hàm nhiệt độ T có thể được viết dưới dạng sai phân. Với các điểm bên trong tiết diện cột (Chi tiết B, Hình 1(b)):

$$\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}\right)_{i,j}\approx\frac{T_{i-1,j}-2T_{i,j}+T_{i+1,j}}{(\Delta x)^2};\left(\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right)_{i,j}\approx\frac{T_{i,j-1}-2T_{i,j}+T_{i,j+1}}{(\Delta y)^2} \quad (2)$$

Đạo hàm hàm nhiệt độ theo thời gian, ta có:

$$\frac{\partial T}{\partial t}=\frac{T_{i,j}^{p}-T_{i,j}^{p-1}}{\Delta t} \quad (3)$$

Thay các biểu thức (2) và (3) vào (1), ta có nhiệt độ tại điểm (i,j) ở thời gian p là:

$$T_{i,j}^{p}=\left(\frac{T_{i-1,j}^{p-1}-2T_{i,j}^{p-1}+T_{i+1,j}^{p-1}}{(\Delta x)^2}+\frac{T_{i,j-1}^{p-1}-2T_{i,j}^{p-1}+T_{i,j+1}^{p-1}}{(\Delta y)^2}\right)\frac{\lambda}{c\rho}\Delta t+T_{i,j}^{p-1} \quad (4)$$

Tại các điểm trên biên của tiết diện, tức là trên bề mặt của cột, EN 1991 yêu cầu xét đến dòng nhiệt tổng cộng được xác định theo theo biểu thức:

$$q=h_v\left(T_g-T_s\right)+\sigma\varepsilon\left(T_g^4-T_s^4\right) \quad (5)$$

trong đó h_v là hệ số đối lưu h_v=25 W/m²K; T_g và T_s lần lượt là nhiệt độ môi trường và nhiệt độ trên biên của tiết diện); σ là hằng số Stefan-Boltzmann có giá trị là 5,670×10^{-8} W/m^2·K^4; ε là hệ số phát xạ trên bề mặt bê tông, ε=0,7.

Tại các điểm trên biên theo phương y (Chi tiết C, Hình 1(c)), nhiệt độ của phần tử (i,j) với kích thước (Δx/2,Δy) được tính như sau:

$$T_{i,j}^{p}=\left[\begin{array}{l}\left(T_{i-1,j}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda\Delta x}{\Delta y}+\\ \left(T_{i,j+1}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta y}\dfrac{\Delta x}{2}+\\ \left(T_{i,j-1}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta y}\dfrac{\Delta x}{2}+q\Delta y\end{array}\right]\frac{2\Delta t}{c\rho\Delta y\Delta x}+T_{i,j}^{p-1} \quad (6)$$

Tại các điểm trên biên theo phương x (Chi tiết D, Hình 1(d)), phần tử (i,j) với kích thước (Δx,Δy/2) có nhiệt độ được tính như sau:

$$T_{i,j}^{p}=\left[\begin{array}{l}\left(T_{i-1,j}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta x}\dfrac{\Delta y}{2}+\\ \left(T_{i+1,j}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta x}\dfrac{\Delta y}{2}+\\ \left(T_{i,j-1}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta y}\Delta x+q\Delta x\end{array}\right]\frac{2\Delta t}{c\rho\Delta x\Delta y}+T_{i,j}^{p-1} \quad (7)$$

Tại các điểm góc tiết diện (Chi tiết E, Hình 1(e)), nhiệt độ tại phần tử (i,j) với kích thước (Δx/2,Δy/2) được xác định như sau:

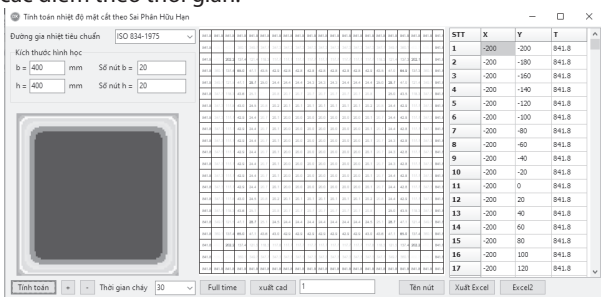
$$T_{i,j}^{p}=\left[\begin{array}{l}\left(T_{i-1,j}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta x}\dfrac{\Delta y}{2}+q\dfrac{\Delta y}{2}+\\ \left(T_{i,j-1}^{p-1}-T_{i,j}^{p-1}\right)\dfrac{\lambda}{\Delta y}\dfrac{\Delta x}{2}+q\dfrac{\Delta x}{2}\end{array}\right]\frac{4\Delta t}{c\rho\Delta x\Delta y}+T_{i,j}^{p-1} \quad (8)$$

Để xác định trường nhiệt độ trên tiết diện cấu kiện BTCT, tiêu chuẩn EN 1992-1-2 sử dụng chế độ nhiệt tiêu chuẩn theo ISO-834 [6] áp dụng trên các cạnh biên của tiết diện, với đường quan hệ giữa nhiệt độ T (tính bằng °C) và thời gian t (tính bằng phút, ký hiệu là min) được xác định như sau:

$$T=20+345\log_{10}(8t+1) \quad (9)$$

Từ lý thuyết tính toán trên, có thể nhận thấy sự phân bố nhiệt độ trong tiết diện cột BTCT phụ thuộc vào các yếu tố sau: (i) Quan hệ giữa nhiệt độ - thời gian tại biên của tiết diện được quy định trong theo chế độ nhiệt tiêu chuẩn ISO-834; (ii) Tính chất vật liệu của bê tông, loại cốt liệu, mật độ, độ ẩm; và (iii) Hình dáng và kích thước cột (tròn, vuông, chữ nhật…).

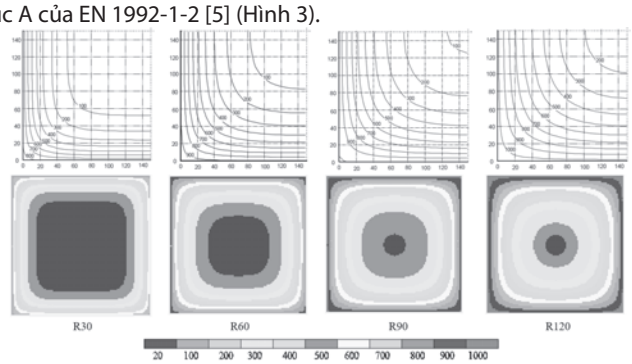
Trên Hình 2 minh họa giao diện mô-đun phần mềm phân tích nhiệt được lập bằng ngôn ngữ lập trình Embarcadero Delphi. Mô-đun này cho phép nhập tiết diện BTCT với kích thước $b \times h$ bất kỳ và số lưới chia theo hai cạnh của tiết diện, từ đó tính toán được nhiệt độ các điểm theo thời gian.



Hình 2. *Giao diện mô-đun phần mềm phân tích nhiệt*

3. KIỂM CHỨNG PHƯƠNG PHÁP SAI PHÂN HỮU HẠN VỚI EN 1992-1-2

Độ chính xác của trường nhiệt độ thu được từ mô hình SPHH được kiểm chứng với các đường đẳng nhiệt của một số tiết diện trong Phụ lục A của EN 1992-1-2 [5], kết hợp với phương pháp nội suy gần đúng do các tác giả đề xuất trong [12]. Kết quả thu được của phương pháp này cho tiết diện 300×300 hoàn toàn tương đồng với các đường đẳng nhiệt của tiết diện này tại các thời điểm 30, 60, 90 và 120 min (ký hiệu tương ứng là R30, R60, R90 và R120) trong Phụ lục A của EN 1992-1-2 [5] (Hình 3).



Hình 3. *Kiểm chứng phương pháp nội suy gần đúng [12]*

3.1. Kiểm chứng với tiết diện cột 300x300 mm

Phụ lục A của EN 1992-1-2 cung cấp các đường đẳng nhiệt tại R30, R60, R90 và R120 cho cột BTCT tiết diện 300×300 mm với độ ẩm của bê tông là 1,5%, nhiệt dung riêng c=1470 J/kgK, khối lượng riêng của bê tông ρ=2400 kg/m^3, độ dẫn nhiệt λ_c phụ thuộc vào nhiệt độ θ của bê tông theo biểu thức sau [5]:

$$\lambda_c = 1,36 - 0,136(\theta/100) + 0,0107(\theta/100)^2 \quad (10)$$

Trường nhiệt độ trên tiết diện cột được xác định bằng phương pháp SPHH trong khoảng thời gian từ 0 đến 240 phút theo các bước như sau (Hình 4(a,b)):

Bước 1: Thực hiện chia tiết diện cột BTCT thành 21 lưới dọc theo phương x và 21 lưới ngang theo phương y, tạo nên tổng số 21×21=441 điểm nút. Như vậy, tiết diện cột được chia thành 20×20=400 phần tử hình vuông có cạnh $\Delta x=\Delta y$=15 mm;

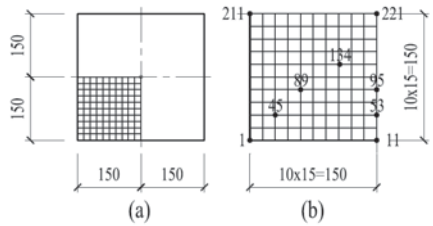
Bước 2: Gán nhiệt độ môi trường T=20^{o}C cho tất cả các điểm trong mô hình;

Bước 3: Tại thời điểm t_1=1 phút, tính toán được nhiệt độ $T1$ theo biểu thức (9). Tính toán nhiệt độ tại biên và góc của cột theo (6), (7), (8);

Bước 4: Tính toán nhiệt độ tại các điểm bên trong tiết diện theo biểu thức (4);

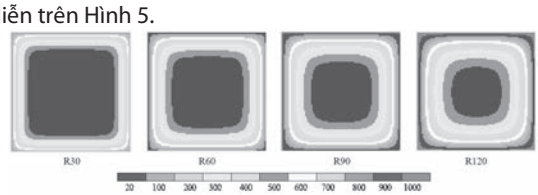
Bước 5: Lưu lại nhiệt độ ở thời điểm $t1$, sau đó tiếp tục tăng thời gian gia nhiệt với bước nhảy Δt=1 min và quay lại tính toán từ Bước 3 cho đến khi t=240 phút. Từ đó có được nhiệt độ trên 441 nút của tiết diện cột BTCT tại tất cả các thời điểm của một đám cháy tiêu chuẩn.

Góc phần tư phía dưới bên trái của tiết diện 300×300 mm trên Hình 4(a) được biểu diễn trên Hình 4(b) với tỷ lệ lớn gấp đôi cùng với số hiệu một số điểm nút điển hình được khảo sát.



Hình 4. *Mô hình chia lưới tiết diện 300×300 mm*

Trường nhiệt độ của tiết diện 300×300 mm tính toán theo các bước trên của phương pháp SPHH tại R30, R60, R90 và R120 được biểu diễn trên Hình 5.



Hình 5. *Trường nhiệt độ tiết diện 300×300 mm theo SPHH*

Nhiệt độ thu được từ phương pháp SPHH tại một số điểm điển hình là 45, 53, 89, 195 và 134 (Hình 4(b)) ở các thời điểm từ 30 đến 240 phút của đám cháy tiêu chuẩn được so sánh với số liệu cho trong Phụ lục A của EN 1992-1-2 thông qua giá trị chênh lệch (Δ=SPHH-EN tính theo %) như trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1 cho thấy tại các điểm số 45, 53 và 89, sai số nhiệt độ giữa hai phương pháp phần lớn đều nhỏ hơn 5%. Tuy nhiên, tại các điểm nằm gần tâm cột nhiệt độ cho sai số lớn do không có dữ liệu nhiệt độ theo phụ lục EC2, các vị trí này cần phải tính toán ngoại suy. Mặt khác, nhiệt độ tại khu vực gần trọng tâm cột tuy sai số lớn nhưng do giá trị nhiệt độ nhỏ hơn 100^{o}C nên ảnh hưởng không đáng kể đến độ suy giảm cường độ vật liệu tại khu vực này.

Bảng 1. So sánh nhiệt độ (^{o}C) tại một số điểm trên tiết diện 300×300 mm

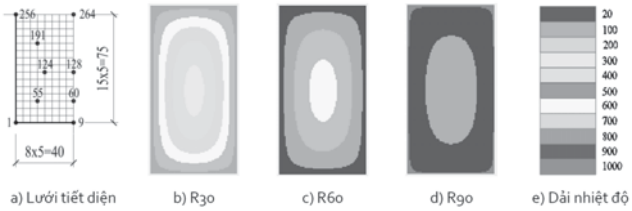
R	Điểm 45			Điểm 53			Điểm 89			Điểm 95			Điểm 134		
min	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%
30	382	369	3,4	233	233	0	123	102	17	93	64	31,5	71	28	59.9
60	607	613	1,0	400	421	5,3	286	281	1,8	186	176	5,3	103	94	12,2
90	744	745	0,1	513	539	4,9	421	421	0,0	280	279	0,5	193	177	8,2
120	829	831	0,3	598	625	4,6	523	526	0,5	365	368	0,7	277	262	5,2
150		895	-		694	-		609	-		445	-		341	-
180		944			751			678			513			412	
240		1018			843			785			627			534	

3.2. Kiểm chứng với các tiết diện khác của EN 1992-1-2

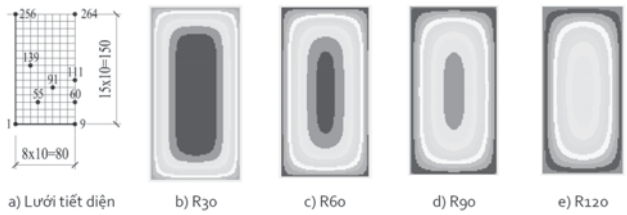
Phần mềm máy tính tích hợp phương pháp SPHH đề xuất trong Mục 2 được sử dụng để xác định trường nhiệt độ trong khoảng thời gian tới 240 phút của các tiết diện chữ nhật khác được cho trong Phụ lục A - EN 1992-1-2 gồm 80×150, 160×300, 300×600 và 500×800 mm. Kết quả tương ứng được minh họa lần lượt trên các Hình 6, 7, 8, 9 và các Bảng 2, 3, 4, 5.

Trên Hình 6(a) thể hiện góc phần tư phía dưới bên trái của tiết diện 80x150 mm với một số điểm được chọn để so sánh nhiệt độ. Tiết diện được chia bởi 31 lưới ngang và 17 lưới dọc đều với khoảng cách 5 mm. Các Hình 6(b,c,d,e) biểu diễn các trường nhiệt độ thu được tương ứng tại R30, R60 và R90.

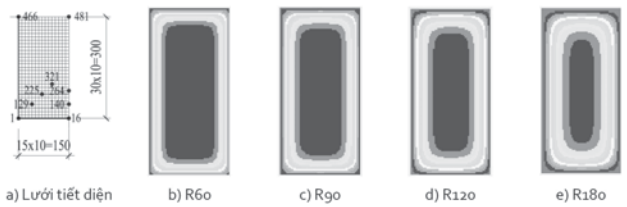
Tương tự, trên các Hình 7, 8, 9, các tiết diện , 160×300, 300×600 và 500×800 mm được chia lưới ngang-dọc tương ứng với số lượng là 31-17, 61-31 và 41-26, với các khoảng cách tương ứng là 10, 10 và 20 mm.



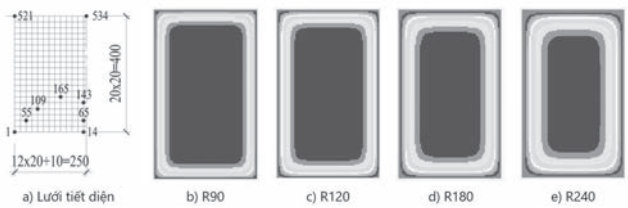
Hình 6. *Kết quả trên tiết diện 80×150 mm theo SPHH*



Hình 7. *Kết quả trên tiết diện 160×300 mm theo SPHH*



Hình 8. *Kết quả trên tiết diện 300×600 mm theo SPHH*



Hình 9. *Kết quả trên tiết diện 500×800 mm theo SPHH*

Bảng 2. So sánh nhiệt độ (°C) tại một số điểm trên tiết diện 80×150 mm

R	Điểm 55			Điểm 60			Điểm 124			Điểm 128			Điểm 191		
min	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%
30	644	630	2,2	556	534	4,0	484	462	4,5	388	365	5,9	490	480	2,0
60	-	835	-	-	776	-	-	724	-	-	658	-	-	728	-
90	-	936	-	-	898	-	-	862	-	-	817	-	-	862	-

Bảng 3. So sánh nhiệt độ (°C) tại một số điểm trên tiết diện 160×300 mm

R	Điểm 55			Điểm 60			Điểm 91			Điểm 111			Điểm 139		
min	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%
30	386	371	3,9	260	245	0,6	187	160	14,3	122	84	31,3	355	362	1,9
60	606	615	1,5	482	472	2,0	385	382	0,6	295	268	9,4	539	571	4,7
90	759	750	1,2	632	620	1,9	558	539	3,3	459	426	7,1	694	698	0,4
120	-	841	-	727	-	-	654	-	-	555	-	-	788	-	-

Bảng 4. So sánh nhiệt độ (°C) tại một số điểm trên tiết diện 300×600 mm

R	Điểm 129			Điểm 140			Điểm 225			Điểm 264			Điểm 321		
min	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%
60	493	433	1,6	308	318	3,3	227	181	8,1	114	97	15,1	99	69	19,3
90	627	629	0,2	418	435	4,1	346	337	2,5	191	178	6,8	184	161	12,0
120	727	727	0	510	525	3,0	445	440	1,2	273	259	5,3	263	243	7,6
180	-	857	-	-	660	-	-	593	-	-	400	-	-	386	-

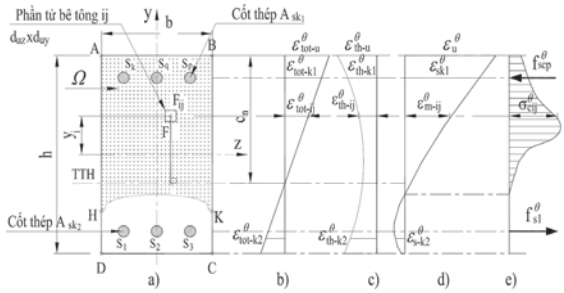
Bảng 5. So sánh nhiệt độ (°C) tại một số điểm trên tiết diện 500×800 mm

R	Điểm 55			Điểm 65			Điểm 109			Điểm 143			Điểm 165		
min	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%	EN	SPHH	Δ%
90	620	628	1,2	394	427	8,3	276	266	3,4	108	99	8,5	97	69	29,3
120	702	726	3,4	462	509	10,2	359	362	0,9	155	148	4,7	127	112	11,8
180	850	856	0,7	584	626	7,2	502	511	1,8	236	240	1,4	212	205	3,2
240	925	942	1,8	649	711	9,5	596	621	4,3	304	321	5,7	290	293	1,1

Kết quả thu được trong các Bảng 2 đến Bảng 5 cho thấy sai số tuyệt đối của trường nhiệt độ (Δ(%)) tại một số điểm điển hình giữa phương pháp SPHH với số liệu cho trong Phụ lục A - EN 1992-1-2 phần lớn đều nhỏ hơn 5%-10%, như vậy có đủ cơ sở kiểm chứng để áp dụng phương pháp SPHH cho các tiết diện chữ nhật có kích thước bất kỳ và tích hợp với mô-đun phần mềm lập biểu đồ tương tác của cột BTCT khi cháy được giới thiệu trong mục sau.

4. BIỂU ĐỒ TƯƠNG TÁC KHI CHÁY CỦA CỘT BTCT CHỮ NHẬT

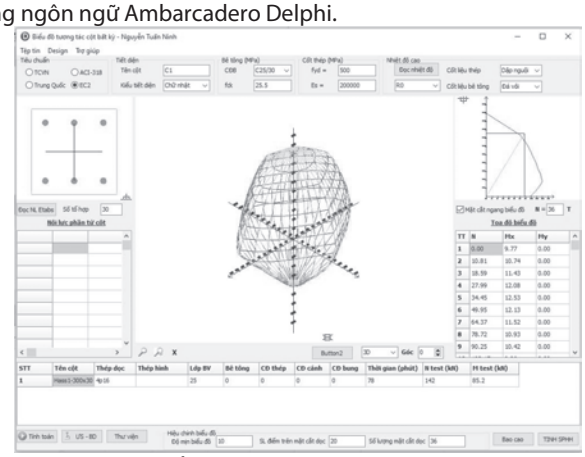
Một mô-đun phần mềm lập biểu đồ tương tác của cột BTCT khi cháy theo Tiêu chuẩn châu Âu được đề xuất bởi các tác giả trong [12]. Tuy nhiên, mô-đun này có hạn chế là phụ thuộc vào kết quả phân tích nhiệt cho sẵn trong Phụ lục A của EN 1992-1-2 và chỉ có khả năng tính toán tại các thời điểm 30, 60, 90, 120 và 180 phút trên một số tiết diện cột cố định là 80×150, 160×300, 300×300, 300×600 và 500×800 mm. Nay với cách tiếp cận xác định sự phân bố nhiệt độ đơn giản được giới thiệu trong Mục 2 và kiểm chứng trong Mục 3, các hạn chế nêu trên đều đã được khắc phục. Mô-đun phần mềm cải tiến có khả năng xác định được biểu đồ tương tác của tiết diện cột BTCT bất kỳ, tại một thời điểm bất kỳ của chế độ nhiệt tiêu chuẩn (Hình 10).



a) Tiết diện; b) Biến dạng tổng cộng; c) Biến dạng nhiệt; d) Biến dạng cơ học e) Ứng suất trong bê tông và cốt thép

Hình 10. *Nguyên lý phân tích tiết diện cột BTCT khi cháy*

Hình 11 giới thiệu giao diện của mô-đun phần mềm lập biểu đồ tương tác khi cháy cho cột BTCT tiết diện chữ nhật được lập trình bằng ngôn ngữ Ambarcadero Delphi.



Hình 11. *Mô-đun lập biểu đồ tương tác khi cháy của cột*

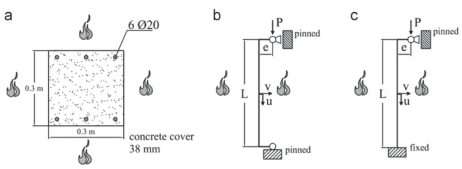
5. KIỂM CHỨNG PHẦN MỀM

Mô-đun phần mềm tính toán khả năng chịu lực cột ở nhiệt độ cao được kiểm chứng bằng kết quả thí nghiệm được thực hiện bởi Hass [28,29] trên ba mẫu cột BTCT chịu tác động của chế độ nhiệt tiêu chuẩn ISO 834. Chi tiết của các cột được thể hiện trên Bảng 6 và Hình 12.

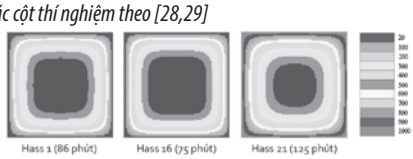
Bảng 6. Chi tiết các mẫu cột BTCT trong thí nghiệm chịu lửa [28,29]

Mẫu cột	Tiết diện (mm)	Chiều dài (m)	Liên kết hai đầu cột	f_c (MPa)	f_y (MPa)	Lực dọc (kN)	e (mm)	Chuyển vị do hiệu ứng bậc hai (mm)	Thời gian phá hoại (min)
Hass 1	300×300	3,76	Hai đầu khớp	24,1	487	710	30	50	86
Hass 16	300×300	4,76	Hai đầu khớp	30,7	462	460	90	110	75
Hass 21	300×300	3,80	Ngàm - khớp	33,2	418	780	50	33	125

Trong Bảng 6, mô men được tính toán từ độ lệch tâm ban đầu e và chuyển vị do hiệu ứng bậc hai. Trên Hình 12, các mẫu cột đều được bố trí thép dọc là 6Φ20, với lớp bê tông bảo vệ là 38 mm. Trong thí nghiệm, chúng đều chịu tác động của đường gia nhiệt tiêu chuẩn ISO 834 từ cả bốn mặt. Với cách chia phần tử bằng phương pháp SPHH như Hình 4, mô-đun phần mềm cung cấp trường nhiệt độ tại các thời điểm 86, 75 và 125 min trên tiết diện ngang của ba cột có số hiệu tương ứng là Hass 1, Hass 16 và Hass 21 khi bị phá hoại như trên Hình 13.



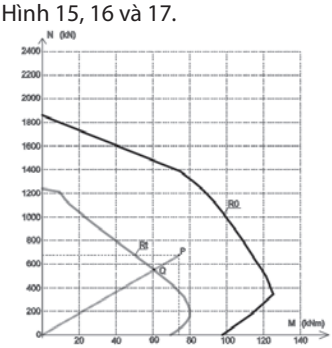
Hình 12. *Các cột thí nghiệm theo [28,29]*



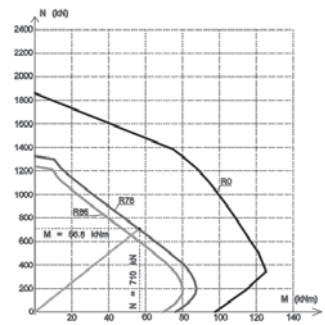
Hình 13. *Trường nhiệt độ theo SPHH của các cột thí nghiệm*

Khả năng chịu lực của cột có thể được xác định bằng tỷ số chiều dài giữa hai đoạn thẳng OQ và OP là $k = \frac{\overline{OQ}}{\overline{OP}}$ theo Hình 14.

Với nguyên lý phân tích tiết diện cột BTCT hình chữ nhật khi cháy như trên Hình 10, mô-đun phần mềm có thể đưa ra khả năng chịu lực của các cột Hass 1, Hass 16 và Hass 21 tương ứng trên các Hình 15, 16 và 17.

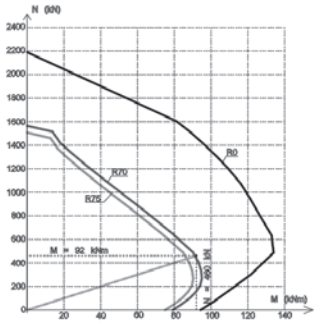


Hình 14. *Hệ số khả năng chịu lực k*

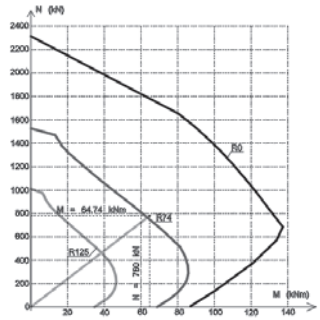


Hình 15. *Kiểm chứng với cột Hass 1*

Trên các Hình 15, 16, 17, ký hiệu R0 biểu thị biểu đồ tương tác của cột tại thời điểm bắt đầu cháy (t=0). Có thể thấy khi nhiệt độ tăng dần theo thời gian, biểu đồ này thu hẹp lại dần, nghĩa là khả năng chịu lực của cột giảm dần. Đối với cột Hass 1, tại phút thứ 86 (ký hiệu R86), lực thí nghiệm tác dụng lên cột được biểu diễn bởi điểm P (N=710 kN; M=56,8 kNm) - nằm bên ngoài phạm vi của biểu đồ tương tác (N,M). Hệ số khả năng chịu lực $k = \frac{\overline{OQ}}{\overline{OP}} = 0{,}92$. Mặt khác theo mô-đun phần mềm tính toán cột bị phá hoại tại thời điểm t_{PM}=78 min, trong khi kết quả đo được từ thực nghiệm là t_{TN}=86 min. Như vậy, mô-đun phần mềm có thể dự báo được thời gian phá hoại cột Hass 1 thiên về an toàn và với độ chính xác k=0,92.



Hình 16. *Kiểm chứng với cột Hass 16*



Hình 17. *Kiểm chứng với cột Hass 21*

Kết quả về thời gian phá hoại bằng mô-đun phần mềm (t_{PM}) của các cột Hass 1, Hass 16 và Hass 21 cùng với thời gian phá hoại thực tế thu được trong thí nghiệm (t_{TN}) và hệ số khả năng chịu lực *k* được trình bày trong Bảng 7.

Bảng 7. So sánh kết quả tính toán với thực nghiệm

Mẫu cột	t_{TN} (min)	t_{PM} (min)	Hệ số *k*
Hass 1	86	78	0,92
Hass 16	75	70	0,94
Hass 21	125	74	0,62

Kết quả trong Bảng 7 cho thấy hệ số độ chính xác trung bình trên 3 mẫu cột Hass 1, Hass 16 và Hass 21 là k_{tb}=0,827. Mô-đun phần mềm có khả năng dự báo thiên về an toàn do thời gian phá hoại tính toán cho cả ba cột đều ngắn hơn thời gian phá hoại thực tế trong thực nghiệm [28].

6. KẾT LUẬN

Từ các kết quả thu được trong khuôn khổ phạm vi nghiên cứu của đề tài, một số nhận xét có thể được rút ra như sau:

- Phương pháp sai phân hữu hạn có thể được sử dụng hiệu quả để xác định trường nhiệt độ trên tiết diện cột BTCT tiết diện chữ nhật với sai số chấp nhận được khi so sánh với số liệu trong Phụ lục A của EN 1992-1-2, từ đó có thể áp dụng cho nhiều kích thước tiết diện khác nhau, cũng như cung cấp số liệu nhiệt độ tại thời điểm bất kỳ của chế độ nhiệt tiêu chuẩn;

- Phần mềm tích hợp mô-đun phân tích nhiệt bằng phương pháp sai phân hữu hạn với mô-đun phân tích tiết diện thẳng góc sử dụng ngôn ngữ lập trình Embarcadero Delphi có thể xác định khả năng chịu lực khi cháy của cột BTCT dưới dạng biểu đồ tương tác (*N*,*M*) cho các tiết diện chữ nhật có kích thước bất kỳ tại một thời điểm bất kỳ của chế độ nhiệt tiêu chuẩn. Kết quả kiểm chứng với thí nghiệm đã công bố trên ba cột BTCT cho thấy phương pháp đề xuất thiên về an toàn với một độ chính xác chấp nhận được;

- Mặc dù là một cách tiếp cận hợp lý cho việc tính toán an toàn cháy của kết cấu BTCT phù hợp với tình hình Việt Nam hiện nay, trong tương lai phương pháp này có thể tiếp tục được cải tiến bằng việc bổ sung tính toán hiệu ứng bậc hai có kể tới điều kiện liên kết ở hai đầu cột và sự suy giảm độ cứng của vật liệu ở nhiệt độ cao. Bên cạnh đó, việc sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn thay thế phương pháp sai phân hữu hạn cũng là một hướng nội địa hóa khả năng tính toán các bài toán kết cấu ở nhiệt độ cao, có thể cạnh tranh với các phần mềm tương tự của nước ngoài trong việc giảm chi phí công tác tư vấn thiết kế an toàn cháy cho kết cấu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] QCVN 06:2022/BXD (2022), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình*. Bộ Xây dựng.

[2] Sửa đổi 1:2023 QCVN 06:2022/BXD (2023), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình*. Bộ Xây dựng.

[3] ACI 216.1-14 (2019), *Code Requirements for Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry Construction Assemblies*. America Concrete Institute.

[4] ASTM E119 (2020), *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Material*. American Society for Testing and Materials.

[5] EN 1992-1-2:2004 (2004), *Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-2: General rules - structural fire design.*

[6] ISO 834-1 (1999). *Fire resistance tests - elements of building construction*. International Organization for Standardization.

[7] SP 468.1325800.2019 (2019), *Concrete and reinforced concrete structures - Principal rules for structural fire resistance and fire safety.* Ministry of Regional Development of the Russian Federation (in Russian).

[8] SP 63.13330.2018 (2018), *Concrete and reinforced concrete structures - Design standard.* Ministry of Regional Development of the Russian Federation (in Russian).

[9] AS 3600:2018 (2018), *Concrete Structures*. Australian Standard.

[10] GB 50014-2016 (2016), *Code for fire protection in buildings*. National standard of the People Republic of China.

[11] *Singapore Code of Practice for Fire Safety Precautions in Buildings* (2023). The Singapore Civil Defense Force (SCDF).

[12] Thang, N.T., Ninh, N.T. (2016), "Biểu đồ tương tác của cột bê tông cốt thép ở nhiệt độ cao theo tiêu chuẩn châu Âu EC2". *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng HUCE*, 28, 55-61.

[13] Tan K.H., Thang, N.T. (2013), "Structural responses of reinforced concrete columns subjected to uniaxial bending and restraint in fire", *Fire Safety Journal*, 60, 1-13.

[14] Tan K.H., Thang, N.T. (2013), "Experimental behaviour of reinforced concrete columns subjected to biaxial bending and restraint at elevated temperatures", *Engineering Structures Journal*, 56, 823-836.

[15] Thang, N.T., Tan, K.H. (2014), "Thermal-induced restraint forces of heated columns in concrete framed structures", *Fire Safety Journal*, 69, 136-146.

[16] Thang, N.T., Dat, P.X. (2015), "Analysis and design of rectangular reinforced concrete columns to EC2 Parts 1.1 and 1.2", *Proceedings of the Third International Conference on Innovation in Construction (CIGOS 2015)*, Paris, No.53, 89.

[17] Thang, N.T., Tan, K.H. (2015), "A simplified analysis method on reinforced concrete columns subjected to uniaxial bending in fire", *Proceedings of the Fifth International Conference on Design and Analysis of Protective Structures (DAPS 2015)*, Singapore, 1053-1063.

[18] Thang, N.T. (2016), "Effect of concrete cover on axial load resistance of reinforced concrete columns in fire", *Journal of Science and Technology in Civil Engineering*, HUCE (English issue), 31, 29-36.

[19] Thang, N.T. (2018), "Experimental observation on concrete spalling under non-standard fire exposure", *Proceedings of the International Seminar on Fire Safety - Evacuation in Vietnam and Experiences in Japan*, Hanoi, 287-300.

[20] Thang, N.T., Tan, K.H. (2018), "Simplified fire-resistant analysis of reinforced concrete columns under biaxial bending to EC2-1.2", *Proceedings of the 7th International Conference on Protection of Structures against Hazards (PSH18)*, Hanoi, 425-436.

[21] Thang, N.T., Tam, T.V., Ninh, N.T. (2018), "Investigation of strength degradation of concrete encased steel composite columns at elevated temperatures", *Proceedings of the International Conference on the 55th Anniversary of Establishing of Vietnam Institute for Building Science and Technology (IBST55)*, Hanoi, 213-221.

[22] Tâm, T.V., Ninh, N.T., Thắng, N.T. (2018), "Biểu đồ tương tác của cột liên hợp bê tông cốt cứng ở nhiệt độ cao theo tiêu chuẩn châu Âu", *Tạp chí Xây dựng*, Bộ Xây dựng, số tháng 12-2018, trang 85-92.

[23] Thang, N.T., Trung, N.T. (2019), "Khảo sát sự suy giảm khả năng kháng uốn khi cháy của dầm bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn châu Âu". *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng*, 13(4V) tháng 9-2019, trang 22-34.

[24] Trung, N.T., Hai, D.V., Phuong, P.M. (2019), "Tính toán giới hạn chịu lửa của sàn bê tông cốt thép sử dụng phương pháp đơn giản hóa của EN 1992-1-2". *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng, HUCE* 13(2V):41-52.

[25] Thang, N.T., Thao, N.T.T. (2021), "Investigation of deteoration in reinforced conrete beams' normal-section strength at elevated temperatures using SAFIR software", *Journal of Structural Engineering and Construction Technology*, 05, 83-98.

[26] Thang, N.T., Hung, D.V. (2023), "Probabilistic evaluation of the axis distance's influence on the flexural strength deterioration of reinforced concrete beams under ISO 834 fire", *Journal of Science and Technology in Civil Engineering, HUCE*, 17(1) 16-25.

[27] Incropera, F.P., Dewitt, D.P., Bergman, T.L., Lavine, A.S. (2007), *Fundamentals of Heat and Mass transfer*. Sixth edition. John Wiley and Sons.

[28] Hass, R. (1986), *Practical rules for the design of reinforced concrete and concrete columns submitted to fire*, Institut fur Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der technischen Universitat Braunschweig, Technical report No. 69 (in German), Braunschweig, Germany.

[29] Barmonte, P., Monte, F.L. (2015), "Reinforced concrete columns exposed to standard fire: Comparison among different constitutive models for concrete at high temperature", *Fire Safety Journal*, Vol. 71, 310-323.

■Ngày nhận bài: 24/7/2024 ■Ngày sửa bài: 14/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/9/2024

Nghiên cứu thực nghiệm chế tạo và xác định tính chất cơ lý của bê tông nhẹ chịu lực chế tạo từ hạt Keramzit

Experimental study on mechanical properties of lightweight concrete using Keramzit gravel

> THS PHẠM TRUNG HIẾU[1], PGS.TS NGUYỄN HÙNG PHONG[2], TS TRẦN VIỆT TÂM[2], TS NGUYỄN CÔNG THẮNG[3]

[1]Đảng ủy phường Tràng Cát, quận Hải An, TP Hải Phòng

[2]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

[3]Khoa Vật liệu Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định đặc tính cơ lý của bê tông nhẹ chịu lực sử dụng hạt Keramzit. Mục đích của nghiên cứu là xác định các đặc tính của hạt keramzit, từ đó xây dựng cấp phối chế tạo bê tông nhẹ chịu lực và xác định các đặc tính cơ lý như khối lượng thể tích, cường độ chịu nén, môđun đàn hồi và quan hệ ứng suất - biến dạng của bê tông nhẹ sử dụng hạt Keramzit này. Kết quả thí nghiệm cho thấy với hạt Keramzit thông thường hiện nay có thể chế tạo được bê tông nhẹ có khối lượng thể tích nhỏ hơn 1800 kg/m^3 và cường độ trên 30 MPa đáp ứng yêu cầu của bê tông nhẹ chịu lực tuy nhiên có tính giòn cao hơn so với bê tông thông thường.

Từ khóa: Tính chất cơ lý; bê tông nhẹ chịu lực; hạt Keramzit; quan hệ ứng suất-biến dạng.

ABSTRACT:

This paper presents an experimental study on production of structural lightweight concrete using Keramzit gravel. The purpose of the study is to determine the properties of keramzit gravel, design the mix proportion and determine the properties of the lightweight concrete made from keramzit gravel, such as density, compressive strength, elastic modulus, and the stress-strain relationship. The experimental results show that with the normal Keramzit gravel can produce structural lightweight concrete with density of less than 1800 kg/m^3 and a compressive strength exceeding 30 MPa, exhibiting a more brittle behavior compared to normal concrete.

Keywords: Mechanical properties; structural lightweight concrete; Keramzit; stress-strain relationship.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, bê tông nhẹ sử dụng hạt Keramzit được sử dụng khá phổ biến để làm kết cấu chịu lực trong ngành xây dựng. Hạt Keramzit được sản xuất bằng cách nung đất sét ở nhiệt độ 1000-1200^{o}C. Ở nhiệt độ này, phối liệu bắt đồng xuất hiện pha lỏng, đồng thời thành phần của phối liệu sẽ phân hủy và hình thành pha khí. Nhờ sự bay hơi của các chất khí này sẽ tạo ra cấu trúc rỗng cho hạt Keremzit. Sau đó, hạt Keremzit được làm nguội nhanh để cố định độ rỗng và tạo cường độ và độ bền cho hạt Keremzit, các hạt này có khối lượng thể tích nhỏ, có thể tích rỗng cao, cách âm cách nhiệt tốt, thường được sử dụng nhiều trong lĩnh vực xây dựng, làm vật liệu cách nhiệt [1].

Theo nghiên cứu của tác giả Nguyễn Quang Phú [2], bê tông cốt liệu nhẹ có khối lượng thể tích dưới 1,9 tấn/m^3, có cường độ tương đương bê tông thường và nhẹ hơn khoảng 25 đến 35%. Loại bê tông này khắc phục hạn chế của bê tông truyền thống và đem lại hiệu quả kinh tế cao. Việc sử dụng bê tông cốt liệu nhẹ cho phép giảm tĩnh tải bản thân giúp kết cấu vượt khẩu độ dài hơn và giảm tiết diện của cấu kiện dầm/sàn, từ đó giảm kích thước cột, móng. Sử dụng cấu kiện đúc sẵn bằng bê tông nhẹ cũng cho phép giảm giá thành vận chuyển và lắp đặt.

Trong nghiên cứu trên [2], tác giả đã đánh giá được các tính chất cơ lý chính của hạt Keramzit như khối lượng riêng, khối lượng thể tích xốp, khối lượng thể tích đầm chặt, độ hút nước và thành phần hạt. Đồng thời, tác giả cũng nghiên cứu các tính chất chính của bê tông nhẹ sử dụng hạt Keramzit như khối lượng thể tích, cường độ nén, khả năng chống thấm. Tuy nhiên, để có thể ứng dụng loại bê tông nhẹ này vào công trình xây dựng thực tế làm kế cấu chịu lực, một trong những tính chất cơ lý quan trọng là mô đun đàn hồi và quan hệ ứng suất - biến dạng cần phải được nghiên cứu. Bài báo này trình bày nghiên cứu thực nghiệm để xác định các đặc tính cơ lý của bê tông nhẹ chế tạo từ hạt Keramzit, bao gồm mô đun đàn hồi và quan hệ ứng suất - biến dạng, từ đó góp phần đưa vật liệu này vào ứng dụng làm kết cấu chịu lực trong thực tế.

2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO

2.1. Vật liệu Keramzit

Trong các nguồn tài nguyên khoáng sản, đất sét hay sét là một trong những nguồn tài nguyên khoáng sản khá dồi dào ở Đồng bằng sông Cửu Long nói riêng và ở Việt Nam nói chung, từ lâu đã được người dân, cũng như các cơ sở sản xuất khai thác để sản xuất

ra các sản phẩm như: vật liệu xây dựng, gốm sứ,... Ngoài những sản phẩm trên thì đất sét còn được khai thác để sản xuất ra những sản phẩm có giá trị khá cao và hạn chế gây ô nhiễm môi trường. Đặc biệt sỏi nhẹ Keramzit là vật liệu nhân tạo được sản xuất từ các loại khoáng sét dễ chảy bằng phương pháp nung phồng nhanh. Chúng có cấu trúc tổ ong với các lỗ rỗng nhỏ và kín giúp cho sỏi Keramzit có cường độ cao. Vật liệu Keramzit được sử dụng rộng rãi trong ngành xây dựng của thế giới. Nhờ có những tính chất tốt như nhẹ, bền vững, cách nhiệt, cách âm tốt, rất sạch với môi trường nên trong xây dựng người ta thường dùng để sản xuất bê tông nhẹ cách nhiệt, bê tông nhẹ kết cấu - cách nhiệt, bê tông kết cấu [1].

Để rõ hơn về tính chất cơ lý của hạt sỏi Keramzit, tác giả đã tiến hành các thí nghiệm về thành phần hạt, khối lượng riêng, khối lượng thể tích hạt khô, khối lượng thể tích hạt ướt, khối lượng thể tích rỗng, độ hút nước, cường độ nén dập của hạt.



Hình 1. Một số hình ảnh thí nghiệm tính chất cơ lý của hạt sỏi Keramzit

Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của hạt sỏi Keramzit dùng trong thí nghiệm được tổng hợp trong bảng 1 sau:

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm hạt sỏi Keramzit

Tính chất cơ lý	Ký hiệu	Kết quả thí nghiệm
Khối lượng riêng	ρ_a	2,38 (g/cm^3)
Khối lượng thể tích hạt khô	ρ_{vk}	1112 (kg/m^3)
Khối lượng thể tích hạt bão hòa	ρ_{vbh}	1262 (kg/m^3)
Khối lượng thể tích xốp	ρ_x	597 (kg/m^3)
Độ hút nước	W_{ht}	13,52%
Cường độ nén dập	R_{xl}	281,056 - 286,567 (T/m^2)

2.2. Các vật liệu khác (nước, cát, xi măng, tro bay, phụ gia)

Nước sử dụng cho việc trộn đảm bảo độ sạch và không lẫn dầu, muối và bất kỳ chất nào khác gây hại cho bê tông, nước sử dụng chế tạo bê tông thỏa mãn các yêu cầu theo TCVN 4506:2012 [3]. Cát có chỉ tiêu cơ lý và thành phần hạt đảm bảo TCVN 7570:2006 [4], cát ảnh hưởng đến độ sụt của hỗn hợp bê tông trong quá trình trộn và đúc mẫu. Xi măng sử dụng trong thí nghiệm là xi măng Pooclăng PCB40 Chinfon - Hải Phòng thỏa mãn tiêu chuẩn TCVN 6260:2020 [5]. Tro bay đóng vai trò là phụ gia khoáng, giúp bê tông giảm co ngót, giảm hàm lượng xi măng, cải thiện tính công tác. Tro bay sử dụng trong nghiên cứu có các tính chất kỹ thuật thỏa mãn theo TCVN 10302:2014. Để giảm lượng nước trộn đồng thời vẫn giữ nguyên độ dẻo để tài sử dụng phụ gia Placc Air. Ngoài ra, trong hỗn hợp có thêm phụ gia VMA có tác dụng điều chỉnh độ nhớt, hạn chế sự phân tầng cho hỗn hợp bê tông nhẹ.

2.3. Cấp phối bê tông

Cấp phối bê tông được chế tạo dựa theo Tiêu chuẩn ACI 211.2-98 [6] và kết hợp tính chất cơ lý của hạt Keramzit để đề xuất cấp phối và thử đúc mẫu. Mục tiêu cần đạt là mẫu bê tông nhẹ có khối lượng thể tích < 1800 kg/m^3 và cường độ chịu nén đạt trên 30 MPa. Kết quả đúc mẫu nếu chưa đạt, lại tiến hành điều chỉnh thành phần cấp phối và thí nghiệm đến khi đạt mục tiêu đề ra, kết quả cuối cùng như sau:

Bảng 2. Cấp phối hỗn hợp bê tông nhẹ

Vật liệu	Khối lượng	Đơn vị
Xi măng PCB40	404	kg
Tro bay	135	kg
Cát	680	kg
Hạt keramzit	369	kg
Nước	208	lít
Placc Air	2020	g
Phụ gia điều chỉnh độ nhớt - VMA	508	g
Tổng thể tích hỗn hợp	**1,00**	**m^3**

2.4. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của bê tông nhẹ làm từ hạt sỏi Keramzit

2.4.1. Chế tạo và bảo dưỡng

Hỗn hợp vật liệu bao gồm xi măng, cát và tro bay được trộn khô trong máy trộn trong khoảng thời gian 02 phút, sau cho tiếp tục cho khoảng 70% lượng nước vào trộn. Trộn 1-2 phút rồi tiếp tục cho cho 30% lượng nước còn lại được hòa sẵn cùng phụ gia Placc Air và VMA tiến hành trộn khoảng thời gian 1- 2 phút. Tiếp tục cho hỗn hợp hạt Keramzit vào trộn trong khoảng thời gian 2 phút cho đến khi hỗn hợp bê tông đạt được độ đồng nhất. Sau khi trộn hỗn hợp bê tông, tiến hành đổ ngay vào khuôn đúc mẫu. Đổ hỗn hợp bê tông theo từng phần khuôn (đầy nửa khuôn đối với khuôn lập phương và 1/3 khuôn đối với khuôn trụ) và đầm bằng tay, lưu ý gõ nhẹ xung quanh thành khuôn để tất cả bọt khí nổi hết lên trên, giúp cho bề mặt khối bê tông sau khi tháo khuôn không bị rỗ. Đổ nốt hỗn hợp theo các phần khuôn còn lại, lặp lại quá trình đầm tay và gõ thành đến khi đầy khuôn thì làm phẳng bề mặt mẫu.



Hình 2. Đúc mẫu và bảo dưỡng mẫu thử

Ngay sau khi hoàn thiện bề mặt bê tông, tiến hành rải một lớp nilon mỏng lên trên để giữ được lượng nước trong giai đoạn đầu của quá trình thủy hoá. Giữ nguyên ván khuôn, đến ngày thí nghiệm sẽ tháo váo khuôn. Không tiến hành bảo dưỡng bằng cách ngâm vào bể nước, bởi đặc tính của hạt sỏi Keramzit có độ hút nước rất lớn, nếu ngâm nước sẽ làm ảnh hưởng đến khối lượng thể tích của cả mẫu thử. Mẫu thử được bảo quản tại nhiệt độ phòng thí nghiệm, đặt ở nơi khô ráo. Trước khi làm mặt thì tiến hành cân mẫu (do quá trình làm mặt sẽ bổ sung lớp vữa ở bề mặt nên làm tăng khối lượng mẫu).

2.4.2. Xác định khối lượng thể tích của bê tông

Thí nghiệm xác định khối lượng thể tích của 03 mẫu bằng cách cân mẫu trong điều kiện phòng thí nghiệm, thu được kết quả khối lượng thể thích của bê tông nhẹ như thể hiện trong bảng 3 với γ_{bt} = 1796 (kg/m^3). Có thể thấy rằng khối lượng thể tích của bê tông nhỏ hơn 1800 kg/m^3, đảm bảo yêu cầu đối với bê tông nhẹ.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích của các mẫu

Mẫu	Khối lượng (g)	Thể tích mẫu (m^3)	Khối lượng thể tích (kg/m^3)	Giá trị trung bình (kg/m^3)
1	6169,00	0,0034	1827	1796
2	5956,50	0,0034	1764	
3	6067,00	0,0034	1797	

2.4.3. Xác định cường độ chịu nén

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định thông qua mẫu lập phương 150×150×150 mm, chế tạo theo Tiêu chuẩn TCVN 3118:2022) [7].



Hình 3. Thí nghiệm cường độ chịu nén

Các viên mẫu trong cùng tổ mẫu phải được thử ở tuổi quy định và cả tổ đó phải được thử xong trong vòng 1 giờ. Hai mặt chịu nén của các viên mẫu phải được làm sạch trước khi tiến hành thử. Tăng tải liên tục với vận tốc không đổi bằng (0,6 ± 0,2) MPa/giây cho tới khi viên mẫu bị phá hủy. Thời gian gia tải mẫu cho đến khi phá hủy không nhỏ hơn 30 giây. Tải trọng phá hủy viên mẫu là tải trọng lớn nhất đạt được. Kiểm tra dạng phá hủy viên mẫu, loại bỏ kết quả nếu dạng phá hủy mẫu là không phù hợp. Ghi nhận các dấu hiệu bất thường khác như rỗ, hổng, dấu hiệu phân tầng, sét cục, hạt cốt liệu lớn hơn 1,5 lần kích thước danh nghĩa của cốt liệu dùng chế tạo bê tông (nếu có).

Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén được tổng hợp theo bảng 4. Như vậy với cấp phối đã đề cập có thể chế tạo được bê tông nhẹ với cường độ trên 30 MPa, đáp ứng được yêu cầu của bê tông nhẹ chịu lực.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm cường độ nén của bê tông

Mẫu	Lực phá hoại (kN)	Cường độ nén (MPa)	Cường độ nén trung bình (R_m - MPa)
1	802	35,6	34,9
2	790	35,1	
3	765	34,0	

2.4.3. Xác định cường độ ép chẻ

a. Kết quả xác định theo thực nghiệm



Hình 4. Thí nghiệm ép chẻ

Cường độ ép chẻ của bê tông được xác định thông qua mẫu trụ kích thước D×H = 150×300mm. Theo TCVN 8862:2011 [8], cường độ kéo khi ép chẻ của bê tông được xác định như sau:

$$R_{kc} = \frac{2P}{\pi \times H \times D}$$

R_{kc}: Cường độ kéo khi ép chẻ (MPa)

P: Tải trọng khi phá hủy mẫu hình trụ (N)

H: chiều cao mẫu hình trụ (mm)

D: đường kính đáy mẫu hình trụ (mm)

Kết quả thí nghiệm được tổng hợp theo bảng 5:

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm cường độ ép chẻ mẫu trụ

Mẫu	H (mm)	D (mm)	P (kN)	R_{kc} (MPa)	$R_{kc,m}$ (MPa)
1	300	150	211,1	2,986	3,101
2	300	150	219,3	3,102	
3	300	150	227,2	3,214	

Kết quả thí nghiệm cho thấy cường độ chịu kéo khi bửa (ép chẻ) trung bình của bê tông $R_{kc,m}$ = 3,101 (MPa). Từ đó, có thể xác định được cường độ chịu kéo dọc trung bình trục quy đổi theo Tiêu chuẩn 8862:2011 [8]: $R_{bt,m}$ = 2,584 (MPa).

b. Tính toán từ cường độ chịu nén theo lý thuyết

Cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông nhẹ có thể được xác định từ cường độ chịu nén dựa theo tiêu chuẩn châu Âu EC2 [9]:

$$f_{lctm} = f_{ctm} \times \left(0,4 + \frac{0,6 \times \rho}{2200}\right)(MPa)$$

Trong đó:

f_{lctm}: cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông nhẹ (MPa);

f_{ctm}: cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông thường (MPa), $f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{(2/3)}$;

f_{ck}: cường độ chịu nén đặc trưng (MPa), $f_{ck} = f_{cm} - 8$;

f_{cm}: cường độ chịu nén trung bình - mẫu trụ (MPa) ($f_{cm} = f_{cm,cube}/1,2$);

ρ: giới hạn cận trên của khối lượng thể tích đối với cấp thích hợp, tra bảng 11.1[9] có ρ = 1800 (kg/m^3)

Từ đó tính toán được kết quả như sau:

$f_{cm,cube}$ = 34,92 (MPa) → f_{cm} = 34,92/1,2 = 29,10 (MPa) → $f_{ck} = f_{cm} - 8$ = 21,10 (MPa)

$$f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{(2/3)} = 0,3 \times 21,10^{2/3} = 2,29\ (MPa)$$

$$R_{bt} = f_{lctm} = f_{ctm} \times \left(0,4 + \frac{0,6 \times \rho}{2200}\right) =$$

$$= 2,29 \times \left(0,4 + \frac{0,6 \times 1800}{2200}\right) = 2,04(MPa)$$

Cường độ chịu kéo tính toán lý thuyết theo cường độ chịu nén của bê tông nhẹ là 2,04 (MPa). Kết quả so sánh tính toán lý thuyết và thực nghiệm của cường độ chịu kéo dọc trục được thể hiện trong Bảng 6. Có thể thấy kết quả thực nghiệm khá gần với tính toán lý thuyết theo Tiêu chuẩn châu Âu EC2 [9].

Bảng 6. So sánh kết quả tính toán lý thuyết và thực nghiệm của cường độ chịu kéo dọc trục

Theo tính toán lý thuyết [9] (MPa)	Theo thực nghiệm từ cường độ ép chẻ (MPa)	Chênh lệch (%)
2,04	2,584	21,02

2.4.3. Xác định mô đun đàn hồi và quan hệ ứng suất – biến dạng của bê tông

Quy trình thí nghiệm được tiến hành theo Tiêu chuẩn ASTM C469 [10]. Sử dụng 03 mẫu thí nghiệm hình trụ kích thước

150×300mm được dùng trong thí nghiệm mô đun đàn hồi để thí nghiệm ứng suất - biến dạng. Công tác chế tạo và quy trình thí nghiệm mẫu được áp dụng theo tiêu chuẩn ASTM C469.



Hình 5. Làm capping bề mặt, dán tem và nén mẫu

Môđun đàn hồi (E) của từng viên mẫu ở mức tải trọng $P_1 = 0,3 \times P_e$, theo công thức: $E = \sigma_1 / \varepsilon_{1y}$, với $\sigma_1 = P_1/A$ là giá trị ứng suất khi tải trọng đạt giá trị bằng 30 % của tải trọng phá hủy, tính bằng MPa;

P_1 là tải trọng tương ứng, tính bằng niutơn (N);

P_e là tải trọng phá hủy dự kiến, tính bằng niutơn (N);

ε_{1y} là biến dạng tương đối đàn hồi tức thời dọc trục của mẫu, ứng với mức tải trọng $P_1 = 0,3 \times P_e$ đo ở đầu mỗi cấp tải.

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi của bê tông

Mẫu	P_e (N)	$P_1 = 0,3P_e$ (N)	σ_1 (MPa)	σ_1 (MPa)	ε_{1y} ($\times 10^{-6}$)	E_{tn} (GPa)	E_1 (GPa)	E_b (GPa)
1	501,130	150,339	8,507	8,560	472	18,136	18,037	18,557
				8,523	476	17,924		
				8,673	481	18,051		
2	502,470	150,741	8,530	8,372	452	18,542	18,367	
				8,673	474	18,317		
				8,673	476	18,240		
3	502,833	150,850	8,536	8,410	428	19,672	19,268	
				8,334	441	18,897		
				8,560	445	19,236		

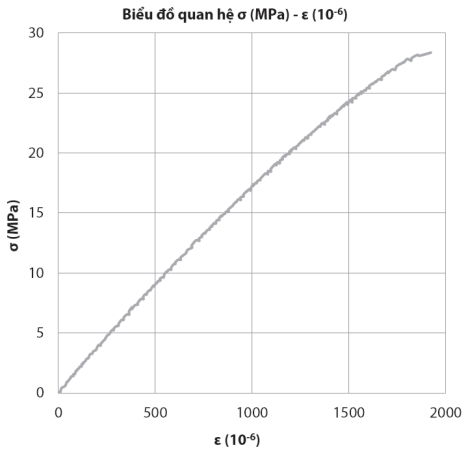
Trong đó:

E_{tn}: mô đun đàn hồi thu được từ thí nghiệm ở 3 cấp tải ứng với khoảng 30% giá trị tải trọng phá hủy mẫu

E_1: mô đun đàn hồi ứng với giá trị tải trọng P_1

E_b: mô đun đàn hồi trung bình của 03 mẫu

Tiến hành gia tải lực tác dụng lên mẫu thử bằng bàn nén. Trong quá trình gia tải, quan sát kỹ bề mặt bê tông chịu để xác định thời điểm xuất hiện vết nứt. Gia tải theo các cấp tải thiết kế cho đến khi mẫu phá hoại. Quan hệ ứng suất - biến dạng trung bình của 3 mẫu thử được thể hiện trên hình 6:



Hình 6. Biểu đồ ứng suất - biến dạng của bê tông nhẹ

Đồ thị ứng suất – biến dạng của bê tông nhẹ gần như tuyến tính từ lúc bắt đầu tăng tải trọng cho tới thời điểm mẫu bị phá hoại. Kết quả này cho thấy loại bê tông nhẹ làm từ hạt Keramzit có tính đàn hồi và tính giòn cao hơn so với bê tông thường. Do đó, khi sử dụng loại bê tông này cho kết cấu chịu lực cần có hệ số an toàn cao hơn để tránh kết cấu bị phá hoại đột ngột.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu thực nghiệm tính chất cơ lý của bê tông nhẹ chế tạo từ hạt Keramzit đã thu được những kết quả sau:

1. Đã xác định được các tính chất cơ lý của hạt Keramzit, từ đó xây dựng cấp phối bê tông nhẹ sử dụng hạt Keramzit.

2. Đã chế tạo thành công bê tông nhẹ chịu lực sử dụng hạt keramzit đạt yêu cầu về khối lượng thể tích nhỏ hơn 1800 kg/m^3 và cường độ chịu nén trên 30 MPa, đồng thời xác định được các tính chất cơ lý của loại bê tông này bao gồm khối lượng thể tích, mô đun đàn hồi.

3. Đã xác định được biểu đồ ứng suất - biến dạng cho cấp phối bê tông nhẹ nói trên. Kết quả cho thấy biểu đồ có dạng gần như tuyến tính, cho thấy bê tông nhẹ có tính đàn hồi và tính giòn cao hơn bê tông thông thường.

Với các kết quả trên cho thấy có thể sử dụng loại bê tông nhẹ trên cho kết cấu chịu lực. Tuy nhiên, khi tính toán thiết kế với kết cấu sử dụng bê tông nhẹ, nên đưa vào các hệ số an toàn cao hơn để tránh phá hoại đột ngột của kết cấu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trần Văn Hùng, Tạ Hoàng Trung và Võ Quang Minh, Nghiên cứu sản xuất sỏi nhẹ Keramzit từ đất sét làm giá thể trồng rau màu, cây kiểng ở Đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

[2] Nguyễn Quang Phú, Sử dụng cốt liệu nhẹ Keramzit và xỉ bọt chế tạo bê tông nhẹ ứng dụng trong các công trình xây dựng

[3] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4506:2012 về Nước trộn bê tông và vữa

[4] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7570:2006: Cốt liệu cho bê tông và vữa (yêu cầu kỹ thuật)

[5] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6260:2020 về Xi măng pooc lăng hỗn hợp - Yêu cầu kỹ thuật

[6] ACI 211.2-98: Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete (Reapproved 2004)

[7] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 3118:2022: Bê tông - phương pháp xác định cường độ chịu nén

[8] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8862:2011 về Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính

[9] European Committee (2004), EN 1992 - 1 - 1 (2004): Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, CEN national Members, Europe (trang 28-30, trang 186-187).

[10] ASTM C 469, the Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression (trang 1-8).

■Ngày nhận bài: 18/7/2024 ■Ngày sửa bài: 19/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 16/9/2024

Nghiên cứu ứng xử của khung BTCT chịu tải trọng động đất bằng phương pháp tĩnh lực ngang tương đương theo tiêu chuẩn châu Âu Eurocode 8 và tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16

Research on behavior of reinforced concrete frame under earthquake by equivalent lateral force method according to Eurocode 8 and the ASCE 7-16 standard

> THS NGUYỄN THỊ THANH THẢO[1], PHẠM THẢO NHI[2], NGUYỄN VĂN ĐẠI[2], LÊ THUỲ HƯƠNG[2], THS VÕ MINH QUANG[1]
[1]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
[2]SV Khoa Xây dựng DD&CN, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Động đất là một hiện tượng tự nhiên nguy hiểm và có thể gây ra thiệt hại lớn cho con người và các công trình trên mặt đất. Bài báo trình bày đánh giá, phân tích ứng xử khi chịu động đất của khung nhà bê tông cốt thép (BTCT) toàn khối cao 7 tầng có mặt bằng hình chữ nhật, đồng điệu. Sử dụng phương pháp tĩnh lực ngang tương đương so sánh ứng xử của khung giữa cấp độ dẻo thấp của tiêu chuẩn châu Âu Eurocode 8 và hệ khung mô men thông thường của tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16. Bên cạnh đó, bài báo cũng so sánh và làm rõ cách thức chuyển đổi thông số địa chấn giữa hai tiêu chuẩn này.

Từ khóa: Phương pháp tĩnh lực ngang tương đương; thiết kế kháng chấn; khung nhà bê tông cốt thép.

ABSTRACT

An earthquake is a dangerous natural occurrence that can do significant harm to people and infrastructure on the ground. This article evaluates and analyzes the seismic behavior of a 7-story reinforced concrete building frame with a consistent, rectangular floor design. By using the equivalent lateral force method, the behavior of frame designed according to the low ductility level of Eurocode 8 and the ordinary moment frame of the ASCE 7-16 standard will be compared. Furthermore, the paper compares and explains how to convert seismic parameters between these two standards.

Keywords: Equivalent lateral force method; seismic design; reinforced concrete frame.

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, do sự thay đổi điều kiện tự nhiên, nhiều hiện tượng tự nhiên có ảnh hưởng khôn lường đến môi trường, nhà ở, và con người trên toàn trái đất. Trong đó, hiện tượng động đất là một trong những hiện tượng tự nhiên nguy hiểm nhất và có thể gây ra thiệt hại lớn cho con người và các công trình trên mặt đất [1]. Do đó, việc khảo sát, phân tích động đất và thiết kế các công trình kháng chấn là rất cần thiết để bảo vệ tính mạng và tài sản của con người. Có nhiều quan điểm thiết kế chống động đất như phương pháp tĩnh tuyến tính (tĩnh lực ngang tương đương), phân tích động tuyến tính (phân tích phổ phản ứng dạng dao động), phân tích tĩnh phi tuyến (phân tích đẩy dần), và phân tích động phi tuyến (phân tích phi tuyến theo lịch sử thời gian). Phương pháp tĩnh lực ngang tương đương là phương pháp đơn giản phân tích tĩnh đàn hồi các lực ngang đặt vào các tâm khối lượng của tầng và không chịu ảnh hưởng bởi các dạng dao động bậc cao hơn dạng cơ bản theo từng hướng chính. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ áp dụng ở các hệ kết cấu có tính đều đặn với các kết cấu chịu lực động đất có tính liên tục và sự phân bố khối lượng và độ cứng tương đối đồng đều [2].

Bên cạnh đó, tại Việt Nam, việc thiết kế các công trình kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) khi chịu tải trọng động đất đang áp dụng theo tiêu chuẩn và quy chuẩn hiện hành là TCVN 9386:2012 [3] và QC 02:2022/BXD [4]. Cùng với sự hội nhập quốc tế, việc hiểu rõ và thành thạo chuyển đổi qua lại các tiêu chuẩn thiết kế kháng chấn trên thế giới là việc rất quan trọng. Vì vậy, bài báo nghiên cứu cách chuyển đổi các thông số địa chấn để xây dựng phổ gia tốc của 2 tiêu chuẩn châu Âu Eurocode 8 (EC 8) [5] và tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16 [6]. Từ đó, phần mềm ETABS được sử dụng để nghiên cứu, đánh giá ứng xử của khung BTCT chịu tải trọng động đất.

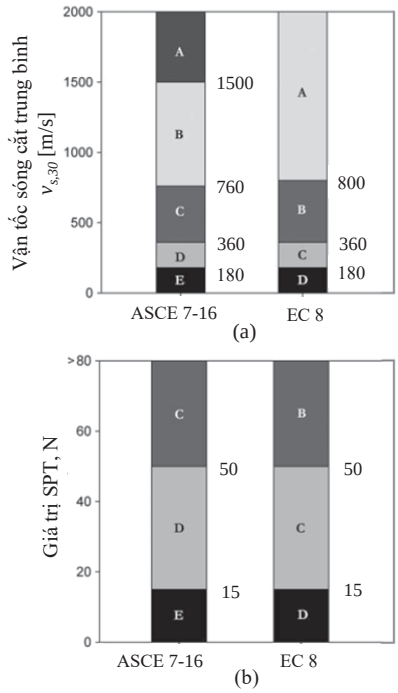
2. SO SÁNH PHỔ PHẢN ỨNG GIA TỐC CỦA TIÊU CHUẨN CHÂU ÂU EC8 VÀ TIÊU CHUẨN HOA KỲ ASCE 7-16

2.1. Chuyển đổi các tham số địa chấn

• Loại đất nền

Tiêu chuẩn EC 8 và tiêu chuẩn ASCE 7-16 phân loại đất nền giống nhau dựa vào giá trị vận tốc sóng cắt trung bình của 30m đất

nền trên cùng và số nhát búa SPT của 30cm đất nền để phân loại đất nền do cùng bản chất về địa kỹ thuật. Sự phân loại các loại đất nền của hai tiêu chuẩn này được so sánh trong Hình 1.



Hình 1. *Loại đất nền theo tiêu chuẩn ASCE 7-16 và EC 8*

• ***Gia tốc nền***

Hầu hết các tiêu chuẩn trên thế giới thường sử dụng giá trị gia tốc nền cực đại (PGA) để đánh giá mức độ nguy hiểm động đất. Điển hình, tiêu chuẩn ASCE 7-16 có bản đồ PGA với chu kỳ lặp 2475 năm (tương đương xác suất vượt quá 2% trong 50 năm) của các vùng thuộc Hoa Kỳ. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này lại không chỉ sử dụng giá trị PGA mà còn sử dụng 3 giá trị S_S, S_1 và T_L (với chu kỳ lặp 2475 năm) làm tham chiếu xây dựng phổ gia tốc trên nền loại B (nền đá). Trong khi đó, tiêu chuẩn EC8 sử dụng gia tốc nền tham chiếu (a_{gR}) trên nền loại A (nền đá cứng), chu kỳ lặp 475 năm (tương đương xác suất vượt quá 10% trong 50 năm) để thể hiện độ mạnh yếu của vùng động đất.

Theo hiệp hội ATC-40 [8] của Mỹ cho rằng giá trị S_S [ASCE7-16] có thể lấy bằng 2.5 lần PGA; và giá trị này sẽ tương đồng với giá trị S_e [5] tại miền chu kỳ T_B và T_C bằng 2.5 lần chu kỳ tại $T = 0$ giây. Theo tác giả Khose và công sự [11], phổ gia tốc ở chu kỳ 1 giây của đất nền tương đương nền loại B của tiêu chuẩn ASCE 7-16 có giá trị xấp xỉ bằng 1 lần PGA; và tương đương với giá trị S_1 tham chiếu trên nền loại B của Mỹ. Vì vậy, nghiên cứu đề xuất quy đổi sang giá trị PGA với nền loại B theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16 theo công thức (1-2)

$$S_S = 2.5\ \text{PGA} \quad (1)$$

$$S_1 = 1\ \text{PGA} \quad (2)$$

Mặt khác, Hình 1 cho thấy nền loại A (EC8) và nền loại B (ASCE 7-16) là tương đương nhau. Do đó, PGA của nền loại B (ASCE 7-16) tương đương với gia tốc nền tham chiếu a_{gR} của nền loại A chu kỳ lặp 2475 năm của EC8. Để đảm bảo xác suất xảy ra động đất theo đúng chu kỳ lặp. EC8 cho phép quy đổi giá trị theo công thức (3)

$$\text{PGA} = a_{gR}^{2\,\%} = \gamma_1 . a_{gR}^{10\,\%}$$

$$\gamma_1 = \left(\frac{P_L}{P_{LR}}\right)^{\frac{-1}{k}} \quad (3)$$

Trong đó :

- γ_1 : hệ số chuyển đổi giá trị $a_{gR}^{2\,\%}$ thông qua $a_{gR}^{10\,\%}$;

- P_L : xác suất vượt quá trong 50 năm của chu kỳ lặp cần tính (2% tương ứng 2745 năm);

- P_{LR} : xác suất vượt quá trong 50 năm của chu kỳ lặp tham chiếu (10% tương ứng 475 năm);

- k : hệ số phụ thuộc vào độ mạnh yếu của động đất (k=3).

2.2. Ví dụ so sánh phổ phản ứng gia tốc đàn hồi của một vài loại đất nền

Để dễ dàng so sánh phổ thiết kế của tiêu chuẩn ASCE 7-16 và phổ đàn hồi của tiêu chuẩn EC8, các thông số địa chấn cần được hiệu chỉnh theo cùng loại nền đất của tiêu chuẩn tương ứng, quy đổi về cùng chu kỳ lặp (475 năm) và cùng không bị hiệu chỉnh bởi loại kết cấu (không kể đến hệ số ứng xử q của EC8 hay hệ số hiệu chỉnh phổ R của ASCE).

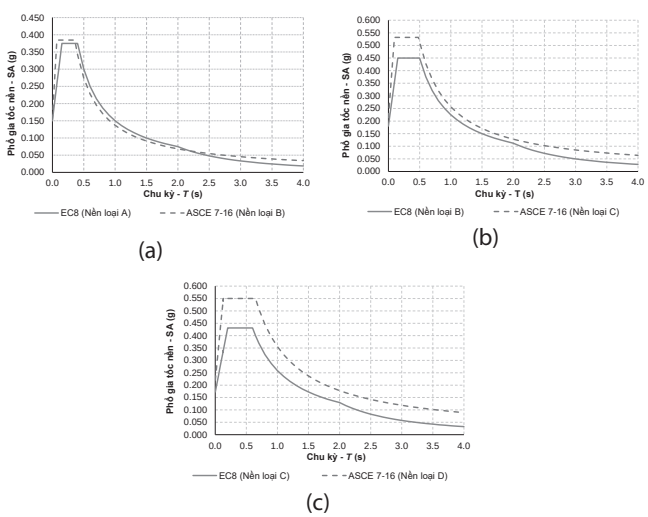
Theo tiêu chuẩn EC 8: gia tốc nền tham chiếu trên nền loại A có a_{gR}=0.15g (chu kỳ lặp 475 năm). Từ công thức (1-3), gia tốc nền tham chiếu trên nền loại A chu kỳ lặp 2475 năm (PGA) và S_S, S_1 :

$$\text{PGA} = a_{gR}^{2\,\%} = \gamma_1 . a_{gR}^{10\,\%} = \left(\frac{P_L}{P_{LR}}\right)^{\frac{-1}{k}} a_{gR}^{10\,\%} = \left(\frac{0.02}{0.1}\right)^{\frac{-1}{3}} 0.15g = 0.256g \quad (4)$$

$$S_s = 2.5\text{PGA} = 2.5 \times 0.256g = 0.641g \quad (5)$$

$$S_1 = \text{PGA} = 0.256g \quad (6)$$

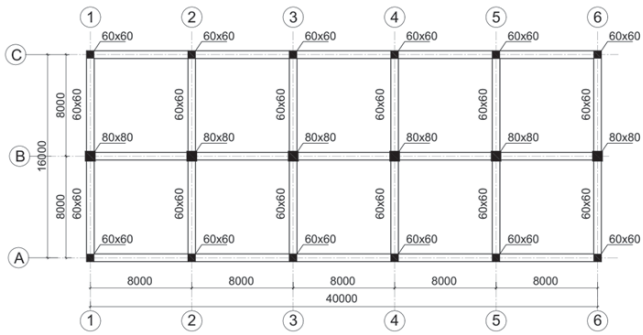
Hình 2 lần lượt thế hiện biểu đồ phổ gia tốc của loại đất nền A, B, C của tiêu chuẩn EC8 tương ứng với loại đất nền B, C, D của tiêu chuẩn ASCE 7-16. Kết quả thu được cho thấy biểu đồ phổ gia tốc của nền A (EC8) và nền B (ASCE 7-16) là xấp xỉ nhau ở mọi miền chu kỳ. Mặt khác, có sự chênh lệch đáng kể khi so sánh phổ gia tốc của nền B, C (EC8) với nền C, D (ASCE 7-16). Ở miền chu kỳ ngắn, phổ gia tốc của tiêu chuẩn ASCE 7-16 cho giá trị lớn hơn của tiêu chuẩn EC8 khoảng 18% và 28% khi so sánh nền C, D (ASCE 7-16) với nền B, C (EC8). Ở miền chu kỳ dài (T =2s), gia tốc nền của tiêu chuẩn ASCE 7-16 và tiêu chuẩn EC8 chênh nhau khoảng 13% khi so sánh nền B (EC8) với nền C (ASCE 7-16), và khoảng 38% khi so sánh nền C (EC8) với nền D (ASCE 7-16).



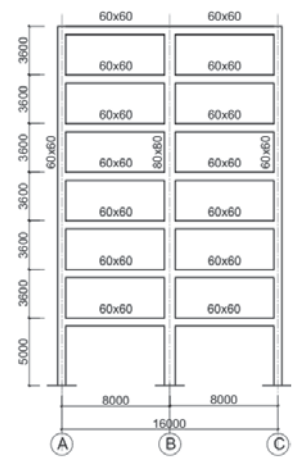
Hình 2. *Biểu đồ so sánh phổ gia tốc nền theo hai tiêu chuẩn EC8 và ASCE 7-16 (a_{gR} = 0.15g)*

3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN VÀ SO SÁNH

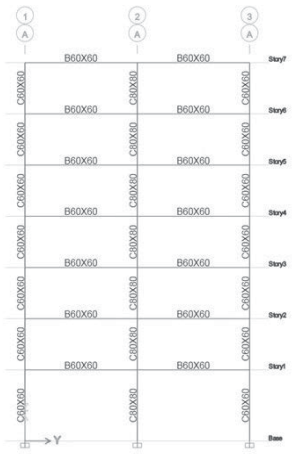
Để đánh giá và phân tích mô hình khung phẳng bê tông cốt thép chịu động đất bằng phương pháp tĩnh lực ngang tương đương theo tiêu chuẩn châu Âu EC8 và tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16, nhóm tác giả khảo sát công trình nhà khung BTCT liền khối có mặt bằng kết cấu tầng điển hình (Hình 3) và mặt cắt khung khảo sát (Hình 4) [9]-[10]. Nghiên cứu sử dụng phần mềm mô phỏng ETABS để mô hình hoá và phân tích ứng xử của khung phẳng khảo sát. Các cấu kiện dầm và cột của khung khảo sát được mô hình dạng phần tử thanh, trong đó mô men quan tính chính của dầm cột sẽ giảm đi 50% do khung chịu động đất [5], [7] (Hình 5).



Hình 3. *Mặt bằng kết cấu tầng điển hình*



Hình 4. *Mặt cắt khung khảo sát*



Hình 5. *Mô hình khung phẳng trong phần mềm ETABS*

3.1. Thông số đầu vào

- ***Công trình khảo sát***

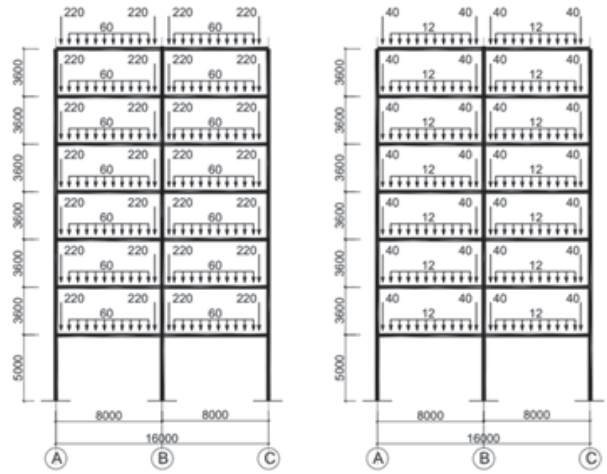
Công trình khảo sát là nhà khung BTCT liền khối cao 7 tầng có mặt bằng hình chữ nhật với chiều dài theo phương X (L_x) và theo phương Y (L_y) lần lượt là 40 m và 16 m. Hệ kết cấu khung gồm: các dầm từ tầng 2 đến 7 có tiết diện vuông 60x60 cm, cột biên có tiết diện 60x60 cm và các cột giữa từ tầng 1 đến 7 có kích thước 80x80 cm (Hình 3).

- ***Vật liệu***

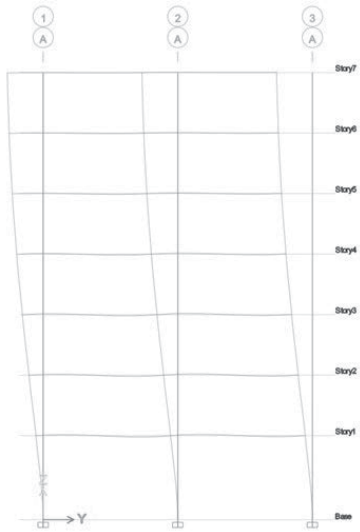
Hệ khung BTCT của công trình sử dụng bê tông cấp độ bền B40. Dầm và cột BTCT sử dụng cốt thép nhóm CB500-V đối với cốt thép dọc chịu lực và cốt thép nhóm CB240-T đối với cốt đai.

- ***Tải trọng***

Tĩnh tải (TT) và hoạt tải (HT) tác dụng lên khung theo sơ đồ Hình 6 (a,b) với đơn vị kN và kN/m.



Hình 6. *Sơ đồ tải trọng: (a) Tính tải; (b) Hoạt tải*



Hình 7. *Dạng dao động riêng cơ bản của khung*

Bảng 1 trình bày các thông số đầu vào tính toán tác động động đất (EQY) theo tiêu chuẩn EC8. Trong đó, loại đất nền dưới chân công trình là đất nền loại B có gia tốc nền tham chiếu (a_{gR}) là 0,15g (chu kỳ lặp 475 năm) dựa theo tiêu chuẩn châu Âu. Khung khảo sát được thiết kế với độ dẻo thấp DCL và công trình có hệ số tầm quan trọng là 1.

Bảng 1. Thông số đầu vào theo tiêu chuẩn EC8

Gia tốc nền tham chiếu		a_{gR}	0,15
Loại đất nền	**B**	S	1,2
		$T_B(s)$	0,15
		$T_C(s)$	0,5
		$T_D(s)$	2
Cấp độ dẻo	**DCL**	q	1,5
Hệ số tầm quan trọng		☒	1

Theo tiêu chuẩn ASCE 7-16, khung được thiết kế là khung Momen thông thường OMF, có hệ số hiệu chỉnh phổ R bằng 3. Công trình có hệ số tầm quan trọng là 1. Bảng 2 và 5 lần lượt trình bày các thông số đầu vào tính toán tác động động đất (EQY) theo tiêu chuẩn ASCE 7-16.

Bảng 2. Thông số đầu vào theo tiêu chuẩn ASCE 7-16

Phổ gia tốc 0.2s		S_S	0,641
Phổ gia tốc 1.0s		S_1	0.,56
Chu kỳ chuyển tiếp dài		T_L	8
Loại đất nền	**C**	F_a	1,243
		F_v	1,5
Loại khung	**OMF**	R	3
Hệ số tầm quan trọng		I_E	1

Bảng 3 và 4 lần lượt thể hiện giá trị lực động đất của các tầng theo công thức tính toán lực cắt đáy và phân phối lực động đất về các tầng dựa theo tiêu chuẩn EC8 và tiêu chuẩn ASCE 7-16. Lực cắt đáy tính theo ASCE 7-16 nhỏ hơn khoảng 33%

Bảng 3. Lực động đất phân phối về các tầng theo tiêu chuẩn EC8

Tầng	Khối lượng (Tấn)	Cao độ	Chuyển vị tâm khối lượng	F_i (KN)
7	25,38	26,6	0,109	66,16
6	25,38	23,0	0,103	62,52
5	25,38	19,4	0,094	57,06
4	25,38	15,8	0,080	48,56
3	25,38	12,2	0,062	37,63
2	25,38	8,6	0,043	26,10
1	30,14	5,0	0,022	15,86
Fu (KN)				**313,88**

Bảng 4. Lực động đất phân phối về các tầng theo tiêu chuẩn ASCE 7-16

Tầng	Khối lượng (Tấn)	Cao độ	Chuyển vị tâm khối lượng	F_i (KN)
7	25,38	26,6	0,109	70,41
6	25,38	23,0	0,103	52,64
5	25,38	19,4	0,094	37,45
4	25,38	15,8	0,080	24,84
3	25,38	12,2	0,062	14,81
2	25,38	8,6	0,043	7,36
1	30,14	5,0	0,022	2,95
V (KN)				**210,48**

3.2.Tổ hợp tải trọng

• ***Theo tiêu chuẩn châu Âu EC0***

Ứng xử kết cấu của khung phẳng khảo sát được phân tích theo các trường hợp tổ hợp tải trọng sau:

- THTT1: 1,35TT
- THTT2: 1,35TT+1,5HT
- THTT3: 1TT+0,3HT+1EQY
- THTT4: 1TT+0,3HT+(-)1EQY
- THTT5: 1TT+1EQY
- THTT6: 1TT+(-)1EQY

• ***Theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 318-19***

Khung phẳng này được phân tích kết cấu theo các trường hợp tổ hợp tải trọng sau:

- THTT1: 1,4TT
- THTT2: 1,2TT+1,6HT
- THTT3: 1,3TT+1HT+1EQY
- THTT4: 1.3TT+1HT+(-)1EQY
- THTT5: 0,8TT+1EQY
- THTT6: 0,8TT+(-)1EQY

3.3. Kết quả phân tích

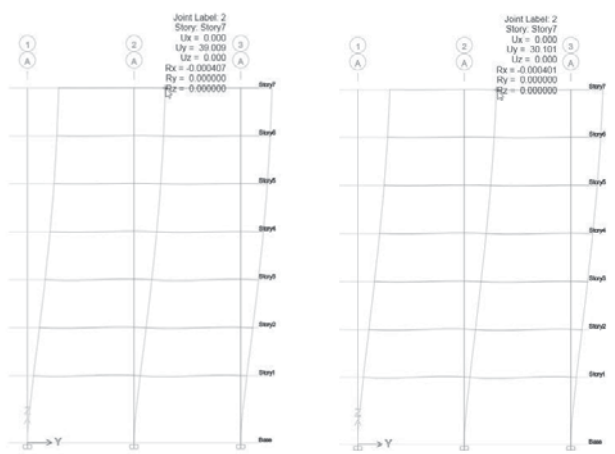
a. Nội lực và chuyển vị

Phần mềm ETABS phân tích khung phẳng khảo sát theo hai tiêu chuẩn và thu được nội lực của các trường hợp tổ hợp tải trọng, chuyển vị đỉnh, chuyển vị tầng và chuyển vị lệch tầng (drift) của khung khi chịu tác động động đất. Bảng 5 và Hình 8 trình bày cụ thể các thông số về chuyển vị. Chuyển vị đỉnh của khung tính theo EC 8 và ASCE 7-16 lần lượt là 39,01 mm và 30,10 mm, chênh lệch 23%.

Hình 9, 10, và 11 lần lượt thể hiện biểu đồ nội lực (momen, lực cắt, lực dọc) của tổ hợp có tải trọng động đất. Đối với nội lực dầm, giá trị nội lực tính theo ASCE 7-16 có giá trị lớn hơn khi tính theo EC 8. Momen âm lớn nhất chênh lệch nhau 8% trong khi momen dương lớn nhất chênh lệch nhau 21%. Đối với nội lực cột, tính theo ASCE 7-16 thu được giá trị lực dọc cơ bản là lớn hơn, trong khi giá trị mô men cơ bản lại nhỏ hơn.

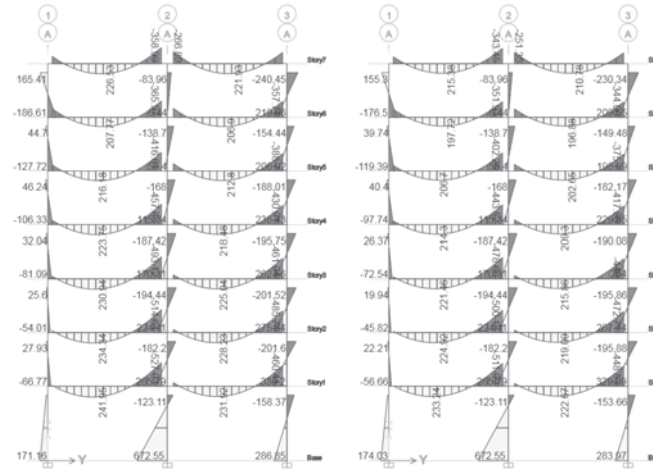
Bảng 5. Chuyển vị tầng và chuyển vị lệch tầng (drift)

Tầng	Chiều cao tầng (m)	Cao độ (m)	Chuyển vị (mm)	Drift (mm)	
				EC8	ASCE 7-16
7	3,6	26,6	39,01	0,000604	0,000587
6	3,6	23,0	36,83	0,000987	0,000901
5	3,6	19,4	33,28	0,001376	0,001165
4	3,6	15,8	28,33	0,001713	0,001349
3	3,6	12,2	22,16	0,001960	0,001450
2	3,6	8,6	15,10	0,002067	0,001456
1	5,0	5,0	7,66	0,001534	0,001047

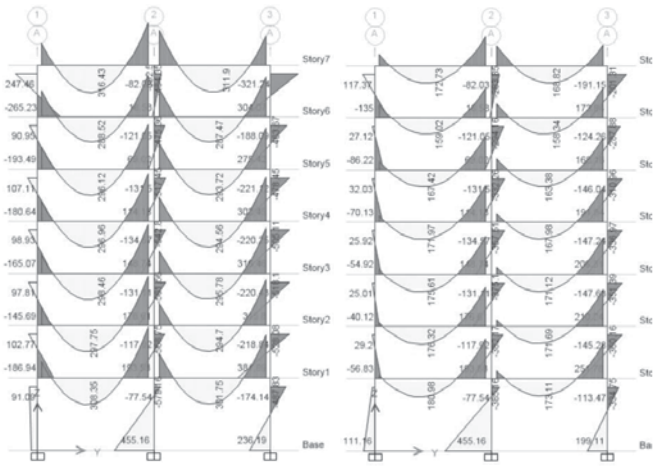


(a) (b)

Hình 8. *Chuyển vị đỉnh của khung (a) tính theo EC 8 (Δ=39,01 mm), (b) tính theo ASCE 7-16 (Δ=30,10 mm)*

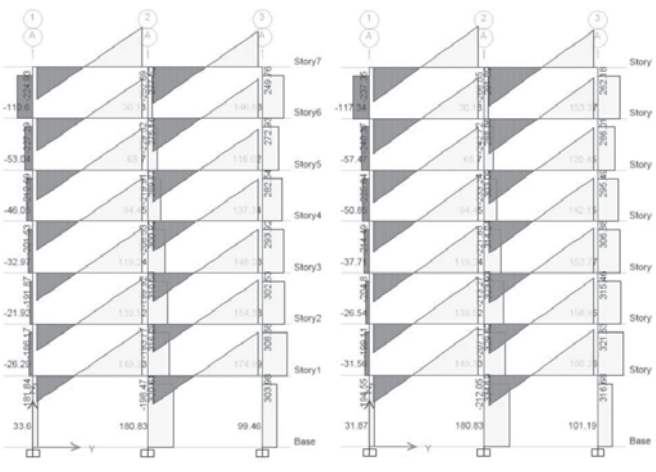


(a)

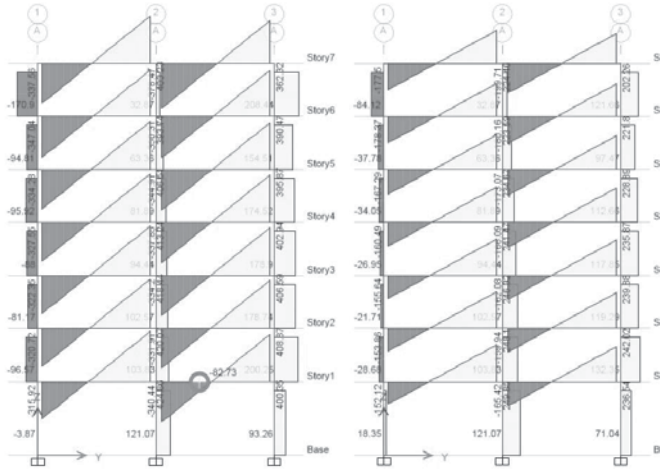


(b)

Hình 9. *Biểu đồ momen của khung (a) theo EC 8, (b) theo ASCE 7-16 (Đơn vị: kNm)*

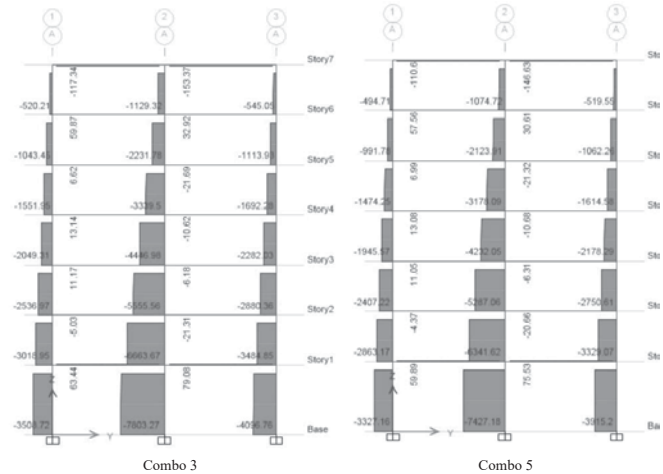


(a)

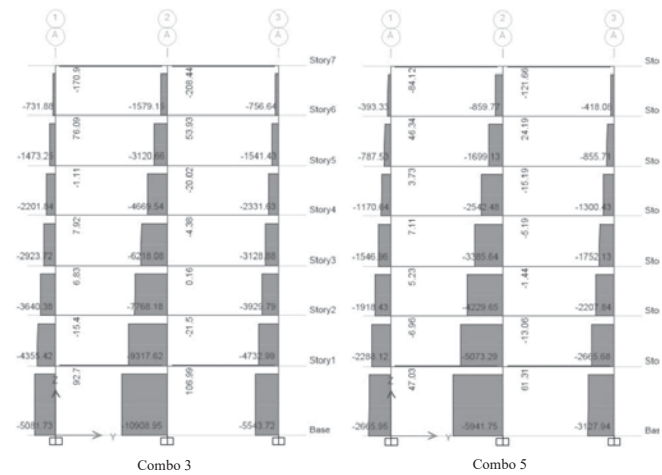


(b)

Hình 10. *Biểu đồ lực cắt của khung (a) theo EC 8, (b) theo ASCE 7-16 (Đơn vị: kN)*



(a)

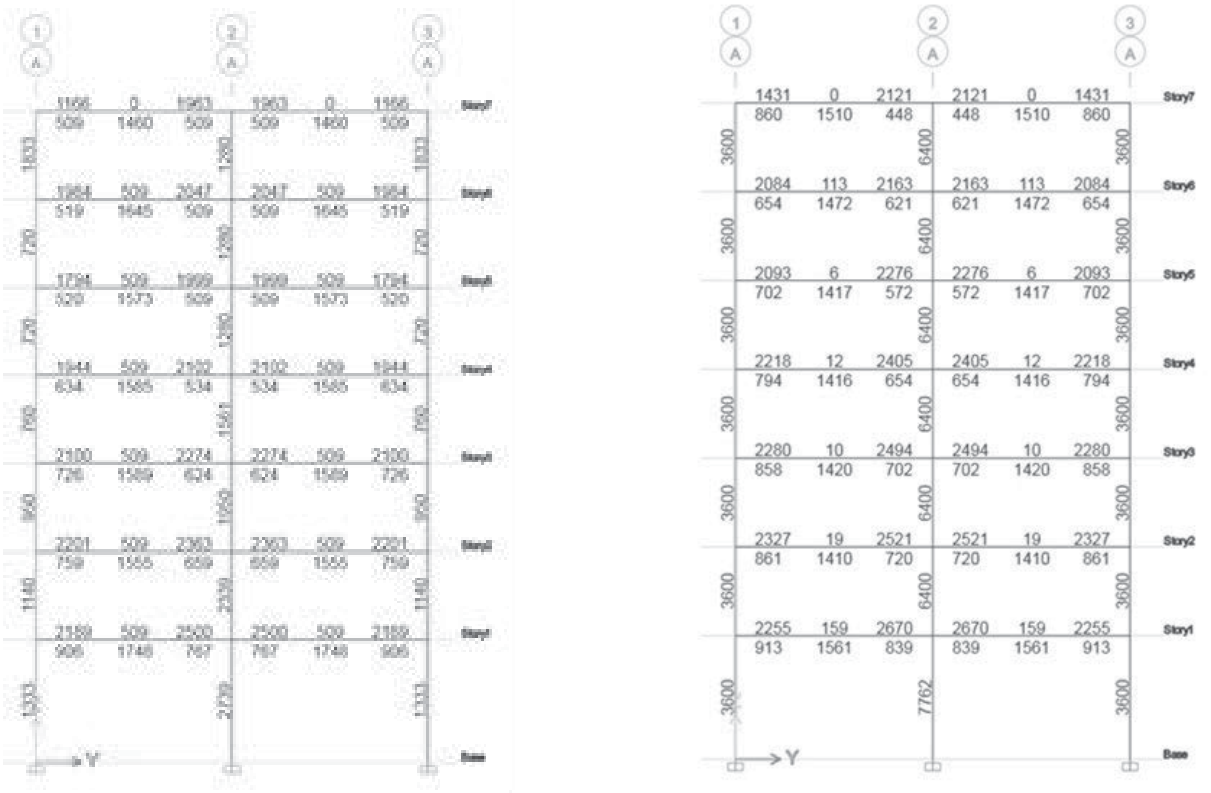


(b)

Hình 11. *Biểu đồ lực dọc của khung (a) theo EC 8, (b) theo ASCE 7-16 (Đơn vị: kN)*

b. Cốt thép dọc chịu lực bố trí trong khung

Cốt thép dọc chịu lực trong khung được thiết kế tự động bằng phần mềm ETABS theo tiêu chuẩn châu Âu EC2 với cấp độ dẻo thấp và theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 318-19 [12] với khung mô men thông thường (Hình 12)



(a) (b)

Hình 12. *Diện tích cốt thép dọc của khung (a) theo EC 8, (b) theo ASCE 7-16 (Đơn vị: mm²)*

Cốt thép dầm tính theo ACI 318-19 lớn hơn tính theo EC 8. Nguyên nhân có thể giải thích như sau : (i) do hệ số tổ hợp tĩnh tải và hoạt tải trong ACI 318-19 lớn hơn hệ số tổ hợp trong EC0; (ii) do giá trị lực động đất theo phương ngang của ASCE 7-16 là nhỏ hơn khi tính theo EC8, trong khi khác biệt về hệ số tổ hợp với tĩnh tải và hoạt tải dẫn đến sự khác biệt trong giá trị lực dọc ; (iii) hàm lượng thép dọc trong cột phải đạt tối thiểu 1% diện tích cột, trong khi đối với cột nằm trong khung có cấp độ dẻo thấp của EC 8, chỉ cần thiết kế tuân thủ theo EC 2, với giá trị hàm lượng thép dọc tối thiểu nhỏ hơn nhiều so với 1%.

4. KẾT LUẬN

Đề tài đã nghiên cứu cách chuyển đổi các thông số địa chấn dùng để xây dựng phổ gia tốc của 2 tiêu chuẩn châu Âu EC8 và tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16. Hai tiêu chuẩn này có những giá trị và quy ước khác nhau dựa trên vị trí địa lý và loại đất nền tại hiện trường. Vì vậy, việc làm rõ quy trình chuyển đổi các thông số giữa hai tiêu chuẩn này giúp cho việc áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài tại Việt Nam trở nên dễ dàng và thuận lợi hơn. Bên cạnh đó, đề tài đã sử dụng phần mềm ETABS để so sánh, đánh giá và nhận xét ứng xử của nhà khung BTCT toàn khối cao 7 tầng có mặt bằng hình chữ nhật đồng điệu. Với cùng thông số về hình học và điều kiện tự nhiên (loại đất nền, gia tốc nền tham chiếu), khung BTCT chịu tác động động đất được phân tích đàn hồi bằng phương pháp tĩnh lực ngang tương đương theo tiêu chuẩn châu Âu EC8 và tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE 7-16 cho kết quả khá tương đồng. Cụ thể, sự chênh lệch của chuyển vị đỉnh, nội lực nguy hiểm nhất trong cấu kiện dầm và cột giữa hai tiêu chuẩn thiết kế lần lượt là 23%, 21% và 32%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Otani, S., (2008). The dawn of structural earthquake engineering in Japan. In Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17.

[2] Bourahla, N. (2013), Equivalent static analysis of structures subjected to seismic actions, Encyclopedia of earthquake engineering, 1-13.

[3] TCVN 9386:2012: Thiết kế công trình chịu động đất - Phần 1: Quy định chung, tác động động đất và quy định đối với kết cấu nhà.

[4] QC 02:2022/BXD: Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.

[5] EN 1998-1 (2004). Eurocode 8 (EC8) Design for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.

[6] ASCE 7-16 (2016 & 2022): Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.

[7] EN 1992-1-1 (2004): Eurocode 2 (EC2): Design for concrete structures - Part 1-2: General rules and rules for buildings.

[8] ATC 40 (1996): Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings

[9] Nguyễn Lê Ninh, Phan Văn Huệ, Võ Mạnh Tùng, (2022), Cơ sở tính toán tác động và thiết kế nhà phòng chống động đất, NXB Xây dựng, Hà Nội.

[10] Nguyễn Lê Ninh, Phan Văn Huệ, (2018), Kết cấu nhà bê tông cốt thép nhiều tầng, NXB Xây dựng, Hà Nội.

[11] Khose, V. N., Singh, Y., & Lang, D. H. (2012), A comparative study of design base shear for RC buildings in selected seismic design codes, Earthquake Spectra, 28(3), 1047-1070.

[12] ACI 318-19 (2019). Building Code Requirements for Structural Concrete. American Concrete Institute

■Ngày nhận bài: 12/7/2024 ■Ngày sửa bài: 14/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 13/9/2024

Nghiên cứu khảo sát phương pháp thực hành tính toán khả năng chịu lực của cột BTCT chịu nén lệch tâm xiên theo TCVN 5574-2018

Research on a practical method to calculate the load bearing capacity of reinforced concrete biaxially loaded columns according to TCVN 5574-2018

> TS TRẦN VIỆT TÂM[1], TS PHAN MINH TUẤN[2]
[1]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: tamtv@huce.com.vn
[2]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: tuanpm@huce.com.vn

TÓM TẮT

Phương pháp thực hành tính toán khả năng chịu lực của cột chịu nén lệch tâm xiên quy đổi thành chịu nén lệch tâm phẳng tương đương do đơn giản nên được sử dụng nhiều trong thiết kế công trình. Tuy nhiên, có một số trường hợp khi thiết kế cột theo phương pháp thực hành này có sai số khá lớn, có thể không an toàn hoặc chưa tiết kiệm cốt thép cho cột. Từ thực tế đó, tác giả nghiên cứu phát triển phần mềm tính toán cột chịu nén lệch tâm xiên theo phương pháp biểu đồ tương tác không gian dựa trên các nguyên lý của tiêu chuẩn TCVN 5574:2018. Đây được xem là phương pháp thiết kế cột vách chính xác nhất. Trên cơ sở phần mềm xây dựng được, nhóm tác giả tiến hành khảo sát số và so sánh kết quả giữa giữa 2 phương pháp, từ đó có những khuyến cáo cho các trường hợp sử dụng.

Từ khóa: Cột; bê tông cốt thép; khả năng chịu lực; lệch tâm tương đương; biểu đồ tương tác không gian.

ABSTRACT

The practical method to calculate the bearing capacity of reinforced concrete biaxially columns converted into the equivalent plane eccentric compression is widely used in construction design due to its simplicity. In some cases, when designing the columns, this practical method has quite large errors, may not be safe or do not economise reinforcement for the columns. From that reality, the author has studied and developed the software to calculate biaxially columns using the interaction surface method based on the principles of TCVN 5574-2018, it is considered as the most precise methord to design reinforced concrete columns and walls. Based on the built software, numerical survey and comparison of results between the two methods, there are recommendations for use cases..

Keywords: Column; reinforced concrete; bearing capacity; equivalent eccentricity; space interactive chart.

1. GIỚI THIỆU

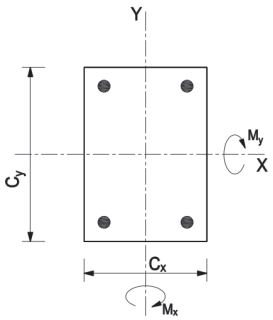
Tính toán cột chịu nén lệch tâm xiên là một bài toán phức tạp do việc tính toán phụ thuộc vào nhiều yếu tố như kích thước hình học, mặt cắt tiết diện, kích thước miền nén, ứng suất trong cốt thép...Việc xác định hình dạng kích thước miền nén thường tốn nhiều thời gian do đây là quá trình tính lặp, nên trong thực tế có các phương pháp thực hành để đơn giản hóa quá trình tính toán trên, phù hợp với việc lập các bảng tính trên Excel.

Phương pháp gần đúng được sử dụng nhiều hiện nay là phương pháp quy về bài toán cột chịu nén lệch tâm phẳng tương đương (LTTĐ). Phương pháp này đã được đưa vào các tiêu chuẩn thiết kế như BS8110[8], EC2-2004[9], ACI 318:2022 [10]. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của Việt Nam không đề cập phương pháp LTTĐ, tuy nhiên phương pháp này đã sử dụng ở Việt Nam từ những năm 2000 qua các nghiên cứu của GS Nguyễn Đình Cống [5], chính thức được đưa vào sách giáo trình BTCT năm 2011 [4].

Phương pháp LTTĐ cho kết quả có sai số nhỏ khi thỏa mãn được một số điều kiện về hình dáng tiết diện, tỉ số mô men hai phương M_y/M_x …Ngoài ra trong phương pháp này hệ số k_s theo công thức (5) [4] thường được lấy bằng 2 đến 3, dẫn đến sai số về diện tích thép bố trí, nhiều trường hợp không thiên về an toàn. Cũng chưa có nhiều nghiên cứu khảo sát về hệ số k_s để áp dụng chỉ dẫn trong tính toán thiết kế cột.

Từ thực tế đó, tác giả đã nghiên cứu phát triển phần mềm tính toán cột chịu nén lệch tâm xiên theo phương pháp biểu đồ tương tác không gian (BĐTT)[6], đây là phương pháp hiện đại cho kết quả chính xác. Trên cơ sở phần mềm xây dựng được, các khảo sát số để tìm quan hệ giữa k_s và các tham số khác được tiến hành, từ đó các khuyến cáo áp dụng được đề xuất.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HÀNH QUY ĐỔI THÀNH LỆCH TÂM PHẲNG TƯƠNG ĐƯƠNG



Hình 1. Cột chịu nén lệch tâm xiên

Xét tiết diện cột có cạnh C_x và C_y, cốt thép được đặt theo chu vi, phân bố đều hoặc mật độ cốt thép trên cạnh b có thể lớn hơn. Sau khi xét uốn dọc theo hai phương, tính được hệ số h_x, h_y và mô men đã gia tăng M_{x1}, M_{y1}:

$$M_{x1} = \eta_x M_x;\ M_{y1} = \eta_y M_y \quad (1)$$

Tùy theo tương quan giữa giá trị M_{x1}, M_{y1} với kích thước các cạnh mà đưa về một trong hai mô hình tính toán (theo phương *x* hoặc phương *y*). Điều kiện theo bảng sau.

Bảng 1: Tham số quy đổi tương đương của cột chịu nén lệch tâm xiên

Mô hình	*Theo phương x*	*Theo phương y*
Điều kiện	$\frac{M_{x1}}{C_x} > \frac{M_{y1}}{C_y}$ (1)	$\frac{M_{x1}}{C_x} < \frac{M_{y1}}{C_y}$ (1a)
Kí hiệu	$h = C_x; b = C_y$ $M_1 = M_{x1}; M_2 = M_{y1}$ (2) $e_a = e_{ax} + 0{,}2e_{ay}$	$h = C_y; b = C_x$ $M_1 = M_{y1}; M_2 = M_{x1}$ 2a) $e_a = e_{ay} + 0{,}2e_{ax}$

Tiến hành tính toán theo trường hợp đặt cốt thép đối xứng:

- Tính $x_1 = N / (R_b b).$ (3)

- Hệ số chuyển đổi m_o: Khi $x_1 \le h_0$ thì $m_o = 1 - \frac{0,6x_1}{h_o}$ khi $x_1 > h_o$ thì $m_0 = 0,4$.

- Tính mô men tương đương (đổi nén lệch tâm xiên ra nén lệch tâm phẳng).

$$M = M_1 + m_0 M_2 \frac{h}{b} \quad (4)$$

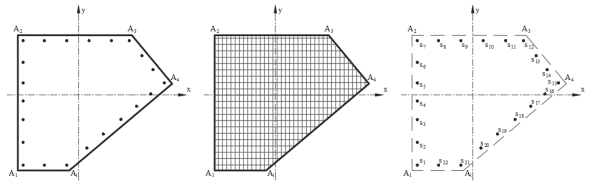
- Tính toán cốt thép theo bài toán cột chịu nén lệch tâm phẳng với cặp nội lực là *M* và *N* bạn đọc có thể tham khảo tại các tài liệu [2][3], diện tích thép tính toán được $A_s^{td} = A_s = A_s'$. Diện tích cốt thép của toàn cột:

$$A_{st} = k_s A_s^{td} \quad (5)$$

Trong đó: k_s - hệ số quy đổi được lấy trong khoảng từ 2 đến 3 [4][5]. Hệ số này sẽ được khảo sát đánh giá kỹ trong mục 4 của bài báo này.

3. PHƯƠNG PHÁP BIỂU ĐỒ TƯƠNG TÁC KHÔNG GIAN[6][7]

Xét tiết diện cột BTCT có bố trí trước cốt thép, các đỉnh cột là các điểm A_1, A_2, A_3.., A_n và hệ trục Oxy với tâm O trùng với tọa độ trọng tâm tiết diện cột. Mỗi thanh thép được mô hình bằng một hình tròn có đường kính ϕ và diện tích A_s. Phần bê tông được rời rạc hóa thành một ma trận các phần tử bằng nhau. Mỗi phần tử trong ma trận là hình vuông có kích thước d_u và diện tích d_u^2. Kích thước của các phần tử này tương đối nhỏ do vậy có thể giả thiết rằng ứng suất trong phần tử được coi là phân bố đều trong phạm vi phần tử đó.



Hình 2. Mô hình tính toán tọa độ biểu đồ tương tác

Nội lực do bê tông gây ra được tính như sau:

$$N = \int_{\Omega} \sigma_{cij}^{\theta} d\Omega \ ;\ M_x^{\theta} = \int_{\Omega} \sigma_{cij}^{\theta} x_i d\Omega\ ;\ M_y^{\theta} = \int_{\Omega} \sigma_{cij}^{\theta} y_i d\Omega \quad (6)$$

Trong đó Ω đại diện cho vùng nén và x_i, y_j là tọa độ tương ứng của các phần tử bê tông

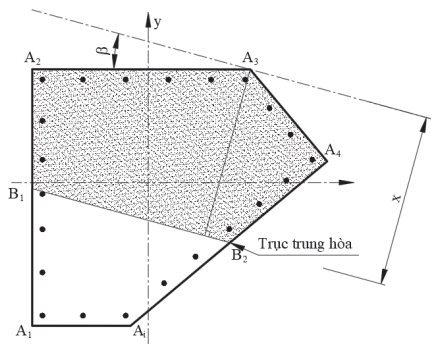
2.3.Các bước xây dựng biểu đồ tương tác cột tiết diện bất kỳ

Bước 1: Chuẩn bị dữ liệu gồm kích thước cột, bố trí thép, thông số vật liệu;

Bước 2: Khởi tạo trục trung hòa đại diện bởi hai tham số góc xoay βvà khoảng cách x;

Bước 3:Ứng với mỗi vị trí của trục trung hòa có tọa độ x_0, xác định được biến dạng của phần tử được tính toán từ biến dạng cực đại của bê tông tại đỉnh nén như sau:

$$\varepsilon_{ci} = \frac{x_0 - x_{ij}}{x_0} \varepsilon_{c2} \quad (7)$$



Hình 3. Khởi động trục trung hòa

Dựa vào quan hệ ứng suất biến dạng được cho trong TCVN 5574-2018[1] tính toán được ứng suất trong mỗi phần tử bê tông và cốt thép như sau:

Phần tử bê tông:

Khi $0 \le \varepsilon_b \le \varepsilon_{b1}$

$$\sigma_b = E_b \varepsilon_b \quad (8)$$

Khi $\varepsilon_{b1} \le \varepsilon_b \le \varepsilon_{b2}$

$$\sigma_b = \left[\left(1 - \frac{\sigma_{b1}}{R_b}\right)\frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b1}} + \frac{\sigma_{b1}}{R_b}\right] R_b \quad (9)$$

Khi $\varepsilon_{b0} \le \varepsilon_b \le \varepsilon_{b2}$

$$\sigma_b = R_b \quad (10)$$

Trong đó $\sigma_{b1} = 0,6R_b$

Phần tử cốt thép:

Khi $0 \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{s1}$

$$\sigma_s = \varepsilon_s E_s \quad (11)$$

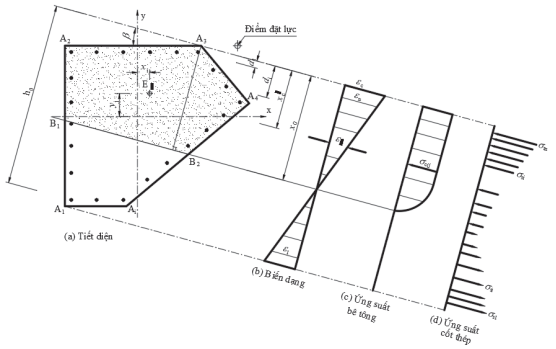
Khi $\varepsilon_{s1} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{s2}$

$$\sigma_s = \left[\left(1 - \frac{\sigma_{s1}}{R_s}\right)\frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{s0} - \varepsilon_{s1}} + \frac{\sigma_{s1}}{R_s}\right] R_s \le 1,1R_s \quad (12)$$

Trong đó:

$$\sigma_{s1} = 0,9R_s \ ; \ \sigma_{s2} = 1,1R_s$$

$$\varepsilon_{s1} = 0,9R_s/E_s \ ; \ \sigma_{s2} = 0,015 \quad (13)$$



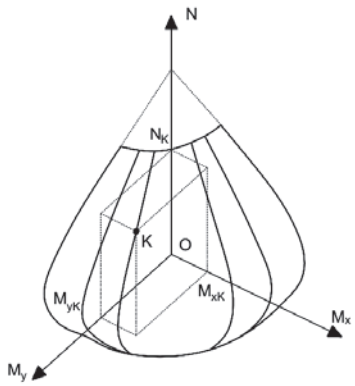
Hình 4. Mô hình phân tích tiết diện cấu kiện BTCT chịu nén lệch tâm xiên

Bước 4: Tính toán tọa độ biểu đồ tương tác:

$$N = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sigma_{cij}^{ij}d_{uy}d_{ux} + \sum_{k_1=1}^{p_c}A_{sk_1}(f_{sck_1}^{k_1} - \sigma_{sck_1}^{k_1}) + \sum_{k_2=1}^{p-p_c}A_{sk_2}f_{sck_2}^{k_2} \quad (14)$$

$$M_x = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sigma_{cij}^{ij}d_{uy}d_{ux}x_j + \sum_{k_1=1}^{p_c}A_{sk_1}(f_{sck_1}^{k_1} - \sigma_{sck_1}^{k_1})x_{k_1} + \sum_{k_2=1}^{p-p_c}A_{sk_2}f_{sck_2}^{k_2}x_{k_2} \quad (15)$$

$$M_y = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sigma_{cij}^{ij}d_{uy}d_{ux}y_j + \sum_{k_1=1}^{p_c}A_{sk_1}(f_{sck_1}^{k_1} - \sigma_{sck_1}^{k_1})y_{k_1} + \sum_{k_2=1}^{p-p_c}A_{sk_2}f_{sck_2}^{k_2}y_{k_2} \quad (16)$$



Hình 5. Biểu đồ tương tác không gian của cột chịu nén lệch tâm xiên

Trong đó *i, j* là các chỉ số để xác định vị trí của các phần tử bê tông chịu nén; k_1, k_2 là các chỉ số để xác định vị trí của các thanh thép trên mặt cắt ngang; *p* là tổng số thanh thép trên mặt cắt ngang; $p_c$là tổng số thanh thép thuộc vùng nén trên mặt cắt ngang; x_j, y_j là tọa độ của các phần tử bê tông trên mặt cắt ngang; x_k, y_k là tọa độ của các thanh thép trên mặt cắt ngang; $\sigma_{sck_1}^{k_1}$ là ứng suất kéo của thép trong vùng chịu nén; $f_{sck_1}^{k_1}$, $f_{sck_2}^{k_2}$ là ứng suất của thép trong vùng chịu nén và chịu kéo của thép;

Trong mô hình này, phần diện tích bê tông bị chiếm bởi cốt thép được kể đến bằng cách trừ đi ứng suất trong thanh thép một lượng bằng ứng suất trong bê tông tại vị trí trùng với vị trí của thanh thép.

Bước 5: Quay lại bước 2 tiếp tục tính toán cho đến khi xảy ra hết tất cả các trường hợp của cột chịu nén. Từ đó xây dựng được mặt cong của biểu đồ tương tác.

4. KHẢO SÁT SỐ CỘT CHỊU NÉN LỆCH TÂM XIÊN

Phần mềm Rdsuite[6] là phần mềm phân tích thiết kế kết cấu móng, khung BTCT, kết cấu thép theo TCVN và một số tiêu chuẩn hiện đại trên thế giới được nhóm tác giả nghiên cứu phát triển. Trong phần mềm có cả 2 phương pháp tính toán thiết kế cấu kiện cột BTCT chịu nén lệch tâm xiên theo phương pháp quy lệch tâm phẳng tương đương và phương pháp biểu đồ tương tác không gian.

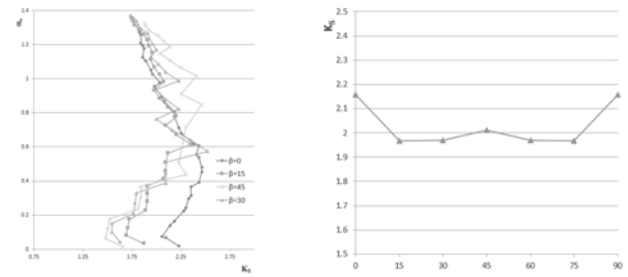
Sử dụng phần mềm Rdsuite để chạy so sánh kết quả thiết kế cột chịu nén lệch tâm xiên đặt cốt thép đều theo chu vi theo 2 phương pháp BĐTT và LTTĐ, bỏ qua ảnh hưởng của uốn dọc. Tiết diện và diện tích thép theo bảng 1, vật liệu được lấy như sau: Bê tông B25 có R_b =14,5 MPa, cốt thép CB300-V có R_s=260 MPa và E_s=200000 Mpa. Hệ số giới hạn vùng nén α_R =0,583.

Các bước tính toán so sánh cho một tiết diện cột thực hiện như sau: Với tiết diện cột và diện tích cốt thép ($A_{st}^{bđ}$) được bố trí, tính toán theo phương pháp BĐTT, tính toán vẽ được biểu đồ tương tác không gian (N-M_x-M_y) của cột. Lấy các điểm trên biểu đồ (N-M_x-M_y) vừa tìm được, tính lại bài toán thiết kế cột theo phương pháp lệch tâm tương đương tính ra được $A_s^{tđ}$. Khi đó hệ số k_s được tính theo công thức (5) k_s= $A_{st}^{bđ}$/ $A_s^{tđ}$. Khảo sát tìm quan hệ giữa k_s với các tham số α_N =N/(R_bbh_0) và β=tan^{-1}(M_y/M_x).

Bảng 1: Thông số tiết diện cấu kiện cột

Thứ tự	Tiết diện bxh (mm)	Tỷ lệ h/b	a (mm)	Thép bố trí	A_{st} (mm^{2-})	Hàm lượng cốt thép (%)
1	400x400	1,00	40	12f18	2040	1,95
2	500x700	1,40	40	8f25	3460	1,13
3	400x650	1,63	40	10f25	4909	1,92
4	220x400	1,82	40	6f18	1527	1,77
5	300x600	2,00	40	10f20	3124	1,78

4.1. Cột hình vuông 400x400 (mm)

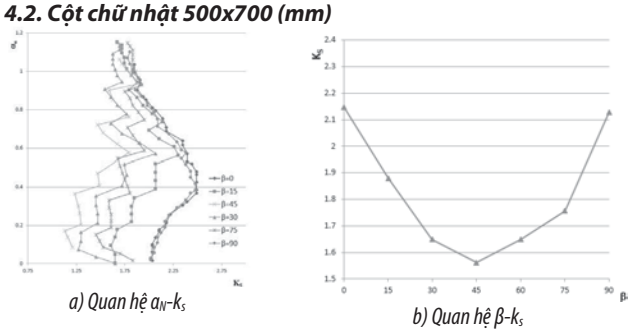


a) Quan hệ α_N-k_s *b) Quan hệ β-k_s*

Hình 5. Biểu đồ quan hệ k_s và các tham số của cột 400x400 (mm)

- Khi $\alpha_N \leq \alpha_R$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn), khi α_N tăng, k_s trung bình cũng tăng từ 1,69 đến 2,35.
- Khi tăng $\alpha_R \leq \alpha_N < 1$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm bé) khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 2,43 xuống 1,98.
- Khi tăng $\alpha_N > 1$ khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 2,03 xuống 1,77.
- β tăng từ 0 đến 45^0 thì k_s thay đổi từ 1,97 đến 2,16 (hình 5.b).

4.2. Cột chữ nhật 500x700 (mm)



a) Quan hệ α_N-k_s *b) Quan hệ β-k_s*

Hình 6. Biểu đồ quan hệ k_s và các tham số của cột 500x700 (mm)

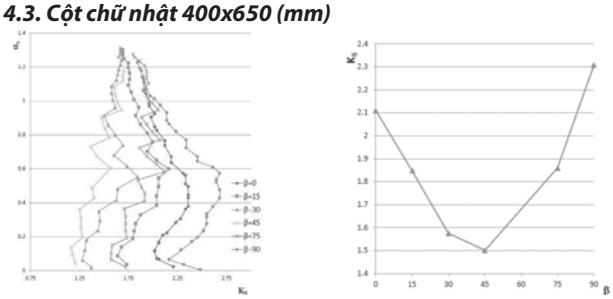
- Khi $\alpha_N \leq \alpha_R$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn), khi α_N tăng, k_s trung bình cũng tăng từ 1,59 đến 2,18.

- Khi tăng $\alpha_R \leq \alpha_N < 1$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm bé) khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 2,11 xuống 1,71.

- Khi tăng $\alpha_N > 1$ khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 1,79 xuống 1,72.

- β tăng từ 0 đến 45^0 thì k_s thay đổi giảm từ 2,14 xuống 1,56 (hình 5.b), khi β tăng từ 45 đến 90^0 thì k_s tăng từ 1,56 đến 2,12 .

4.3. Cột chữ nhật 400x650 (mm)



a) Quan hệ α_N-k_s *b) Quan hệ β-k_s*

Hình 7. Biểu đồ quan hệ k_s và các tham số của cột 400x650 (mm)

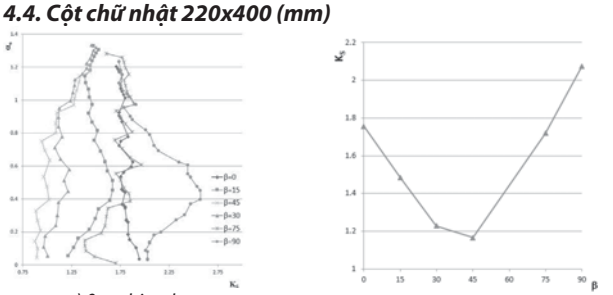
- Khi $\alpha_N \leq \alpha_R$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn), khi α_N tăng, k_s trung bình cũng tăng từ 1,64 đến 2,08.

- Khi tăng $\alpha_R \leq \alpha_N < 1$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm bé) khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 2,07 xuống 1,85.

- Khi tăng $\alpha_N > 1$ khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 1,90 xuống 1,73.

- β tăng từ 0 đến 45^0 thì k_s thay đổi giảm từ 2,11 xuống 1,50 (hình 7.b), khi β tăng từ 45 đến 90^0 thì k_s tăng từ 1,50 đến 2,31 .

4.4. Cột chữ nhật 220x400 (mm)



a) Quan hệ α_N-k_s *b) Quan hệ β-k_s*

Hình 8. Biểu đồ quan hệ k_s và các tham số của cột 220x400 (mm)

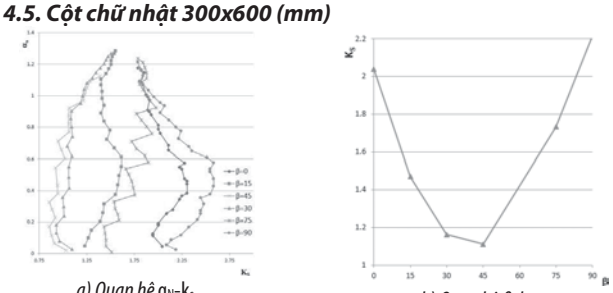
- Khi $\alpha_N \leq \alpha_R$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn), khi α_N tăng, k_s trung bình cũng tăng từ 1,29 đến 1,67.

- Khi tăng $\alpha_R \leq \alpha_N < 1$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm bé) khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 1,70 xuống 1,44.

- Khi tăng $\alpha_N > 1$ khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 1,68 xuống 1,49.

- β tăng từ 0 đến 45^0 thì k_s thay đổi giảm từ 1,48 xuống 1,16 (hình 8.b), khi β tăng từ 45 đến 90^0 thì k_s tăng từ 1,16 đến 2,09 .

4.5. Cột chữ nhật 300x600 (mm)



a) Quan hệ α_N-k_s *b) Quan hệ β-k_s*

Hình 9. Biểu đồ quan hệ k_s và các tham số của cột 300x600 (mm)

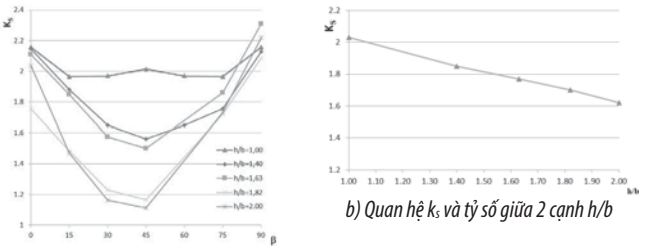
- Khi $\alpha_N \leq \alpha_R$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn), khi α_N tăng, k_s trung bình cũng tăng từ 1,31 đến 1,61.

- Khi tăng $\alpha_R \leq \alpha_N < 1$ (miền cấu kiện chịu nén lệch tâm bé) khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 1,65 xuống 1,49.

- Khi tăng $\alpha_N > 1$ khi α_N tăng, k_s trung bình giảm từ 1,73 xuống 1,50.

- β tăng từ 0 đến 45^0 thì k_s thay đổi giảm từ 2,03 xuống 1,11 (hình 9.b), khi β tăng từ 45 đến 90^0 thì k_s tăng từ 1,11 đến 2,22 .

4.6. Nhận xét



a) Quan hệ k_s-b cho các loại tiết diện *b) Quan hệ k_s và tỷ số giữa 2 cạnh h/b*

Hình 10. Biểu đồ quan hệ k_s theo các tham số

Qua nghiên cứu khảo sát thấy được hệ số k_s thay đổi phụ thuộc vào các tham số cụ thể như sau:

- *Tỉ số nén $\alpha_N = N/(R_b b h_0)$*

- Trong khoảng $0 < \alpha_N < \alpha_R$ thì khi α_N tăng thì k_s tăng từ 1,50 đến 1,98.

- Trong khoảng $\alpha_R \leq \alpha_N < 1$ thì khi α_N tăng thì k_s giảm từ 1,99 đến 1,69.

- Trong khoảng $\alpha_N > 1$ thì k_s giảm từ 1,83 đến 1,64.

- *Tham số góc β* : Hình 10.a cho thấy đường cong quan hệ giữa k_s và β có dạng parabol, cụ thể tăng β từ 0 đến 45^0 thì k_s thay đổi giảm từ 1,95 xuống 1,49, khi β tăng từ 45 đến 90^0 thì k_s tăng từ 1,49 đến 2,14.

- *Tỷ số giữa 2 cạnh chiều cao và chiều rộng của cột (h/b)* : Theo biểu đồ (10.b) thì khi tỷ số h/b tăng từ 1 đến 2 thì k_s lại giảm gần tuyến tính từ 2,03 xuống 1,62.

5. KẾT LUẬN

Phương pháp thực hành tính toán cột lệch tâm xiên quy thành lệch tâm phẳng tương đương do cách tính đơn giản, nên vẫn đang được áp dụng phổ biến ở Việt Nam. Nghiên cứu cho thấy nên điều chỉnh thêm hệ số k_s theo các tham số α_N , β và tỷ số *h/b* để thiết kế tính toán cột được an toàn và tiết kiệm cốt thép. Trong xu hướng hội nhập, có thể sử dụng phương pháp biểu đồ tương tác không gian trong các phần mềm thương mại như RDsuite, CSIcol, Prokon....

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE) trong đề tài mã số 29-2024/KHXD...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 5574:2018.*Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế*. Viện Khoa học Công nghệ xây dựng - Bộ Xây dựng.

[2] Minh, P. Q., Phong, N. T., Thắng, Tùng, V. M. (2021). Kết cấu bê tông cốt thép (phần cấu kiện cơ bản) TCVN 5574:2018. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.

[3] Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng (2021). *Hướng dẫn tính toán cấu kiện bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn TCVN 5574:2018*. NXB Khoa học và kỹ thuật.

[4] Minh, P. Q., Phong, N. Đ., Cống (2011). Kết cấu bê tông cốt thép (phần cấu kiện cơ bản) TCXDVN 356:2005. NXB Khoa học và kỹ thuật.

[5] Cống, N. Đ., *Tính toán tiết diện cột bê tông cốt thép*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.

[6] Tam,T.V: *RDsuite-Phần mềm phân tích thiết kế kết cấu theo Tiêu chuẩn Việt nam*.

[7] Tâm, T. V., Tùng, P. T. (2022). Tính toán cột bê tông cốt thép theo các tiêu chuẩn TCVN 5574-2018, ACI 318 :19 và EC2-2004. NXB Khoa học và kỹ thuật.

[8] BS8110.1-1997, *Structural use of concrete - Code of practice for design and construction*, BSI.

[9] ACI 318-2022, *Building Code Requirements for Structural Concrete*, American Concrete Institute, 2019.

[10] Eurocode 2, *Design of concrete structures*, CEN on 8 July 2004.

■Ngày nhận bài: 22/7/2024 ■Ngày sửa bài: 23/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/9/2024

Khảo sát ảnh hưởng của chiều dày lớp bê tông bảo vệ đến khả năng chịu uốn của dầm bê tông cốt thép khi cháy

Investigation on effect of the concrete cover thickness to bending resistance of reinforced concrete beams under fire

> NGUYỄN TUẤN TRUNG*, NGUYỄN TRƯỜNG THẮNG, PHẠM THANH TÙNG, VÕ MẠNH TÙNG
Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.
*Tác giả liên hệ: trungnt2@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Khi thiết kế công trình tại Việt Nam hiện nay, kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) thường được kiểm tra giới hạn chịu lửa theo các bảng tra trong QCVN 06:2022 (sửa đổi 1:2023). Với dầm BTCT, giới hạn chịu lửa phụ thuộc vào chiều dày lớp bê tông bảo vệ, chiều rộng tiết diện, và được quy định tại Bảng F.2 QCVN 06:2022. Bảng này cũng nêu rõ các giá trị chỉ dùng cho *kết cấu tĩnh định*, *kết cấu siêu tĩnh* được tính toán theo tiêu chuẩn lựa chọn áp dụng. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam chưa có phương pháp tính toán giới hạn chịu lửa cho kết cấu BTCT. Bài báo trình bày các nguyên tắc thiết kế và các phương pháp tính toán đơn giản cho dầm BTCT chịu uốn theo tiêu chuẩn EN 1992-1-2 khi cháy. Quy trình tính toán theo phương pháp tra bảng, đường đẳng nhiệt 500°C và phân lớp được làm rõ. Từ đó, ảnh hưởng của chiều dày lớp bê tông bảo vệ đến khả năng chịu uốn của dầm khi cháy được khảo sát. Kết quả cho thấy các bảng tra theo QCVN 06:2022 và EN 1992-1-2 quá thiên về an toàn. Đối với kết cấu dầm BTCT siêu tĩnh, ngay cả với kết cấu dầm tĩnh định, nếu sử dụng các phương pháp tính toán đơn giản của EN 1992-1-2, hoàn toàn có thể giảm bớt chiều dày lớp bê tông bảo vệ được quy định trong Bảng F.2 QCVN 06:2022 và EN 1992-1-2, dẫn tới tiết kiệm chi phí và dễ dàng hơn cho thi công.

Từ khóa: Dầm; bê tông cốt thép; chịu lửa; EN 1992-1-2; QCVN 06.

ABSTRACT:

When design buildings in Vietnam nowadays, reinforced concrete (RC) structures are normally verified their fire resistance according to the tables in QCVN 06:2022 (revised 01:2023). For RC beams, fire resistance depends on the concrete cover thickness, the beam width, and specified in Table F.2 QCVN 06:2022. This table also points out that the values used only for *determinate structures*, *indeterminate structures* need to be calculated based on the choosen standards. However, the current Vietnam design codes do not present any methods to calculate the fire resistance for RC structures. This paper presents the design principles and the simplified methods to design RC beams in bending according to EN 1992-1-2 under fire. The detailed design procedures for the tabulated method, the 500°C isothern method and the zone method are established and illustrated by a number of examples. Thus, the effect of concrete cover thickness to the bending resistance of RC beams in fire is studied. The results show that the tables in QCVN 06:2022 and EN 1992-1-2 are too conservative. For the indeterminate beams, even for the determinate beams, if using the simplified methods of EN 1992-1-2, the concrete cover thickness stipulated in Table F.2 QCVN 06:2022 and EN 1992-1-2 can be reduced, leading to reduce cost and easier for construction.

Keywords: Beams; reinforced concrete; in fire; EN 1992-1-2; QCVN 06.

1. GIỚI THIỆU

Quy chuẩn QCVN 06:2022/BXD (sửa đổi 1:2023) [1] (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình), bài báo viết tắt là QCVN 06, quy định bậc chịu lửa cấp I, II, III và IV cho các công trình xây dựng. Tương ứng với bậc chịu lửa là những khoảng thời gian tương ứng mà các cấu kiện phải đủ khả năng chịu lực. Tuy nhiên, QCVN 06 cũng như tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và BTCT TCVN 5574:2018 [2] không đề cập tới sự ảnh hưởng của các yếu tố khác như đường gia nhiệt, tải trọng tác dụng khi cháy, đặc trưng cơ lý của bê tông và cốt thép ở nhiệt độ cao, cũng như không có chỉ dẫn để thiết kế cấu kiện BTCT khi cháy.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về thiết kế kết cấu BTCT chịu lửa còn khá ít. Có một số nghiên cứu về cột BTCT chịu lửa, trong đó các phương pháp tính toán đơn giản theo tiêu chuẩn châu Âu EN 1992-

1-2 (EC2-1-2) [3] cũng như phương pháp xây dựng biểu đồ tương tác được trình bày khá cụ thể, rõ ràng [4, 5]. Các nghiên cứu về thiết kế sàn BTCT chịu lửa [6, 7] đã tìm hiểu về các phương pháp tính toán đơn giản và nâng cao theo EC2-1-2. Tác giả N.T. Thắng và N.T. Trung [8] đã khảo sát sự suy giảm khả năng kháng uốn khi cháy của dầm BTCT theo tiêu chuẩn châu Âu. Các nghiên cứu trên đã làm rõ được các khái niệm và quy trình thiết kế theo các phương pháp tính toán đơn giản của tiêu chuẩn EC2-1-2.

Khi thiết kế công trình tại Việt Nam hiện nay, các kỹ sư thường kiểm tra giới hạn chịu lửa của các cấu kiện theo các bảng tra trong QCVN 06:2022 (sửa đổi 1:2023). Với dầm BTCT, giới hạn chịu lửa phụ thuộc vào chiều dày lớp bê tông bảo vệ, chiều rộng tiết diện, và được quy định tại Bảng F.2 QCVN 06:2022. Tuy nhiên, bảng này cũng nêu rõ các giá trị chỉ dùng cho *kết cấu tĩnh định*, *kết cấu siêu tĩnh* được tính toán theo tiêu chuẩn lựa chọn áp dụng. Điều này dẫn tới chiều dày lớp bê tông bảo vệ cho dầm theo yêu cầu khá cao, dẫn tới khó khăn khi thiết kế (phải tăng kích thước dầm, phải tăng lượng cốt thép, chi phí tốn kém hơn), và thi công (đôi khi phải thêm lưới thép).

Do vậy, bài báo này khảo sát ảnh hưởng của chiều dày lớp bê tông bảo vệ đến khả năng chịu uốn của dầm BTCT khi cháy. Các nguyên lý cơ bản khi thiết kế cấu kiện BTCT khi cháy theo EC2-1-2 được trình bày. Quy trình tính toán theo phương pháp tra bảng theo QCVN 06 và EC2-1-2, phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C và phương pháp phân vùng theo EC2-1-2 cho dầm BTCT được làm rõ, đi kèm với ví dụ cụ thể. Từ đó, ảnh hưởng của chiều dày lớp bê tông bảo vệ đến khả năng chịu lực khi cháy của dầm BTCT được khảo sát.

2. NGUYÊN TẮC THIẾT KẾ CẤU KIỆN BTCT CHỊU LỬA THEO EC2-1-2

2.1. Đường gia nhiệt tiêu chuẩn

Khi thiết kế cấu kiện BTCT chịu lửa, đường cong gia nhiệt tiêu chuẩn ISO-834 [9] thường được sử dụng để biểu diễn việc biến thiên nhiệt độ ở các mặt chịu lửa theo thời gian. Đây là đường cong phổ biến được sử dụng để tính toán kết cấu khi cháy, và được cho bởi công thức (1), trong đó t là thời gian (phút), 20 là nhiệt độ môi trường.

$$\theta_g = 20 + 345\log(8t + 1) \quad (1)$$

2.2. Tổ hợp hệ quả của các tác động khi chịu lửa

Hệ quả của các tác động khi chịu lửa có thể được xác định theo phương pháp tổ hợp trực tiếp hoặc phương pháp tổ hợp gián tiếp. Theo phương pháp trực tiếp, tổ hợp tải trọng khi cháy được xác định bao gồm tĩnh tải tiêu chuẩn và hoạt tải tiêu chuẩn nhân với hệ số ψ_2 (hệ số phụ thuộc vào loại công trình lấy theo tiêu chuẩn EN 1990 [10]. Từ tổ hợp tải trọng này, hệ quả các tác động sẽ được xác định dựa theo các phương pháp thông thường của cơ học kết cấu.

Theo phương pháp gián tiếp, hệ quả của các tác động khi chịu lửa có thể được xác định từ phân tích kết cấu ở nhiệt độ thường như công thức (2).

$$E_{d,fi,t} = E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d \quad (2)$$

trong đó E_d là giá trị nội lực tính toán tương ứng ở nhiệt độ thường, với quy tắc tổ hợp cơ bản của các tác động; $E_{d,fi}$ là giá trị nội lực tính toán tương ứng trong trường hợp cháy; η_{fi} là hệ số giảm tải trọng trong trường hợp cháy, xác định bởi công thức (3).

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad (3)$$

$Q_{k,1}$ là giá trị tiêu chuẩn của hoạt tải; G_k là giá trị tiêu chuẩn của tĩnh tải; γ_G là hệ số an toàn về tải trọng cho tĩnh tải; $\gamma_{Q,1}$ là hệ số an toàn về tải trọng cho hoạt tải; ψ_{fi} là hệ số tổ hợp cho các giá trị tải trọng thường xuyên hoặc tải trọng gần như thường xuyên được lấy bằng $\psi_{1,1}$ hoặc $\psi_{2,1}$ theo tiêu chuẩn EN 1990.

2.3. Các tiêu chí về khả năng chịu lửa của kết cấu

Cấu kiện xây dựng được đặc trưng bằng tính chịu lửa và tính nguy hiểm cháy. Tính chịu lửa của một cấu kiện được thể hiện bằng giới hạn chịu lửa của cấu kiện đó. Tính nguy hiểm cháy của một cấu kiện được đặc trưng bằng cấp nguy hiểm cháy của nó. Giới hạn chịu lửa của cấu kiện xây dựng được xác định bằng khoảng thời gian (tính bằng phút), có thể được xác định bằng thử nghiệm theo ISO-834 [9], bằng tính toán theo tiêu chuẩn hoặc bằng cách đối chiếu với giới hạn chịu lửa danh định cho đến khi xuất hiện một hoặc một số dấu hiệu nối tiếp nhau của các điều kiện giới hạn được quy định đối với cấu kiện như sau: (i) mất khả năng chịu lực (khả năng chịu lực được ký hiệu bằng chữ R); (ii) mất tính toàn vẹn (tính toàn vẹn được ký hiệu bằng chữ E); (iii) mất khả năng cách nhiệt (khả năng cách nhiệt được ký hiệu bằng chữ I).

Ba điều kiện R, E, I đều được quy định trong QCVN 06 và EC2-1-2. Giới hạn chịu lửa yêu cầu của cấu kiện xây dựng được ký hiệu bằng REI, EI, RE hoặc R kèm theo các chỉ số tương ứng về thời gian chịu tác động của lửa tính bằng phút. Ví dụ cấu kiện có giới hạn chịu lửa yêu cầu là R 60, thì cấu kiện phải duy trì khả năng chịu lực trong thời gian tối thiểu 60 phút, không yêu cầu về khả năng cách nhiệt và tính toàn vẹn.

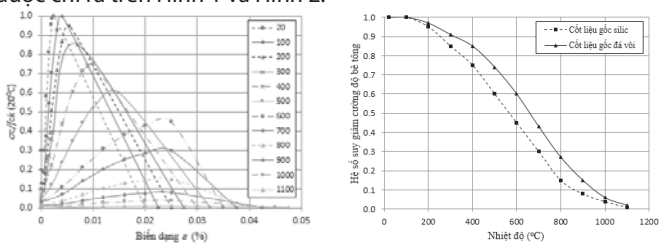
Đối với kết cấu chịu lực thì tiêu chí R là quan trọng nhất. Trong một khoảng thời gian xác định, dưới tác động của đường gia nhiệt tiêu chuẩn ISO-834, khả năng chịu lửa theo tiêu chí R cần được kiểm tra theo điều kiện sau:

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d \le R_{d,t,fi} = k_{fi} R_d \quad (4)$$

trong đó $R_{d,t,fi}$ là khả năng chịu lực thiết kế trong điều kiện nhiệt độ cao, với một hệ số suy giảm k_{fi} so với khả năng chịu lực R_d ở nhiệt độ thường.

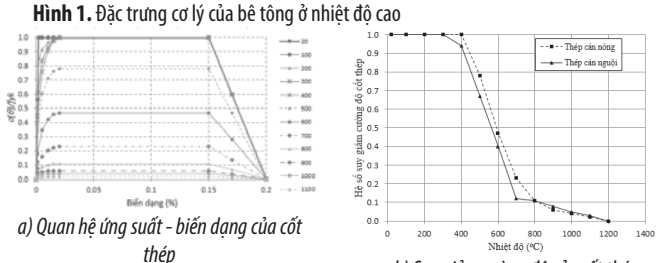
2.4. Tính chất cơ lý của bê tông và cốt thép ở nhiệt độ cao

Để thiết kế kết cấu BTCT chịu lửa, các thông số quan trọng nhất là quan hệ ứng suất - biến dạng và sự suy giảm cường độ của bê tông và cốt thép. Các thông số này được quy định trong EC2-1-2 và được chỉ ra trên Hình 1 và Hình 2.



a) Quan hệ ứng suất - biến dạng của bê tông. *b) Suy giảm cường độ của bê tông*

Hình 1. Đặc trưng cơ lý của bê tông ở nhiệt độ cao



a) Quan hệ ứng suất - biến dạng của cốt thép *b) Suy giảm cường độ của cốt thép*

Hình 2. Đặc trưng cơ lý của cốt thép ở nhiệt độ cao

3. PHƯƠNG PHÁP TRA BẢNG THEO QCVN 06:2022 VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ DẦM BTCT CHỊU LỬA THEO EC2-1-2

Đối với các cấu kiện BTCT chịu lửa, QCVN 06 chỉ đưa ra các chỉ dẫn mang tính mô tả dưới dạng bảng biểu, trong đó quy định cấp chịu lửa của kết cấu phụ thuộc vào bề dày lớp bê tông bảo vệ và

kích thước nhỏ nhất của tiết diện chịu lực. Trong khi đó, EC2-1-2 trình bày ba phương pháp tính toán kết cấu chịu lửa là phương pháp tra bảng, phương pháp đơn giản và phương pháp nâng cao. Khái niệm và phạm vi áp dụng của ba phương pháp được liệt kê trong Bảng 1 [3] của EC2-1-2. Phương pháp đơn giản tính toán khả năng chịu lực của cấu kiện dựa trên các ứng xử nhiệt và ứng xử cơ học của vật liệu và kết cấu khi chịu tác động của một đường gia nhiệt cho trước (thường là đường gia nhiệt tiêu chuẩn). Đối với phương pháp nâng cao, khả năng chịu lực của kết cấu được xác định theo các mô hình tính toán nâng cao, và có thể chịu tác động của một đường gia nhiệt bất kỳ.

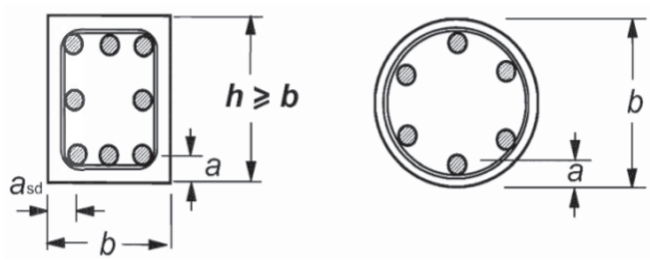
Phương pháp tra bảng theo QCVN 06 và EC2-1-2, phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C và phương pháp phân lớp cho dầm BTCT được trình bày dưới đây.

3.1. Phương pháp tra bảng theo QCVN 06:2022

Căn cứ vào bậc chịu lửa của nhà, công trình và khoang cháy, xác định được giới hạn chịu lửa yêu cầu của cấu kiện chịu lực như cột, tường, dầm, sàn. Từ giới hạn chịu lửa này, QCVN 06 quy định chiều dày trung bình của lớp bê tông bảo vệ cốt thép chịu lực, chiều rộng nhỏ nhất của tiết diện cấu kiện để bảo đảm giới hạn chịu lửa. Các giá trị được cho trong Bảng F.3 [1] cho dầm BTCT và Bảng F.4 [1] cho dầm BTCT ứng suất trước. Lưu ý rằng QCVN 06 chỉ có các bảng tra cho dầm tĩnh định, mà không có cho dầm siêu tĩnh.

3.2. Phương pháp tra bảng theo EC2-1-2

EC2-1-2 cũng quy định chiều rộng nhỏ nhất của tiết diện dầm b_{min} để bảo đảm giới hạn chịu lửa. Tuy nhiên, các bảng tra theo EC2-1-2 dựa trên khái niệm *khoảng cách trục danh định a*, chứ không dựa vào chiều dày lớp bê tông bảo vệ như QCVN 06. Cách xác định khoảng cách trục a được chỉ ra trong Hình 3. Khi cốt thép được bố trí thành nhiều lớp, bao gồm cả cốt thép thường hoặc thép dự ứng lực với cường độ đặc trưng f_{yk} và f_{pk} giống nhau tương ứng, khoảng cách trục trung bình a_m không được nhỏ hơn khoảng cách trục thành phần được cho trong các bảng tra.



Hình 3. Khoảng cách trục danh định *a* theo EC2-1-2

Các giá trị bảng tra cho dầm được cho ở Bảng 5.5 EC2-1-2 [3] cho dầm đơn giản, và Bảng 5.6 EC2-1-2 [3] cho dầm liên tục. Các giá trị này tương ứng với hệ số giảm tải trọng η_{fi} = 0.7. Bảng 5.5 và 5.6 đưa ra nhiều tổ hợp tương ứng cho giá trị a và b_{min}, không cố định 1 giá trị như QCVN 06. Ví dụ, với dầm đơn giản chịu lửa R60, khi b_{min} = 120mm thì khoảng cách trục yêu cầu a là 40mm, nhưng khi b_{min} = 200mm thì khoảng cách trục yêu cầu chỉ là 30mm. Với dầm ứng lực trước, giá trị khoảng cách trục trong bảng được tăng thêm 10mm khi dùng thép thanh ứng lực trước, và 15mm khi dùng cáp ứng lực trước.

3.3. Phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C

Khi cấu kiện dầm BTCT có tiết diện chữ nhật bị gia nhiệt từ mặt ngoài theo đường nhiệt độ - thời gian tiêu chuẩn ISO 834, sự truyền nhiệt giữa môi trường ngoài với cấu kiện BTCT diễn ra thông qua các hiện tượng đối lưu (định luật Newton) và bức xạ nhiệt (định luật Stephan-Boltzman). Để đơn giản hóa, giả thiết bỏ qua sự ảnh hưởng của cốt thép và nhiệt độ tại vị trí cốt thép được lấy bằng nhiệt độ của bê tông xung quanh nó. Như vậy, tại một thời điểm nhất định kể từ khi bắt đầu bị gia nhiệt, nhiệt độ tại các điểm bên trong tiết diện dầm là khác nhau và giảm dần từ bên ngoài và bên trong, các điểm có nhiệt độ bằng nhau tạo nên nhiều họ đường đẳng nhiệt khép kín trong tiết diện. Phụ lục A của EC2-1.2 cung cấp thông tin về sự phân bố nhiệt độ cho một số dầm BTCT tiết diện chữ nhật tại 30, 60, 90, 120, 180 và 240 phút (ký hiệu tương ứng là R30, R60, R90, R120, R180 và R240), và các đường đẳng nhiệt trên 1/4 tiết diện của dầm tại các thời điểm R60, R90 và R120.

Phương pháp đường đẳng nhiệt được Anderberg [11] đề xuất dựa trên một loạt kết quả thí nghiệm cháy đối với cấu kiện chịu uốn. Tuy nhiên, giới hạn áp dụng của phương pháp này là chỉ áp dụng khi cấu kiện có một bề rộng tối thiểu và chịu cháy theo đường gia nhiệt tiêu chuẩn hoặc theo tải trọng gây cháy khi chịu đường gia nhiệt có tham số. Nếu sử dụng đường gia nhiệt có tham số, hệ số lỗ mở O phải lớn hơn 0,14 $m^{1/2}$.

Việc tính toán theo phương pháp này được tiến hành dựa trên các giả thiết: (1) phần bê tông bên trong đường đẳng nhiệt 500°C sẽ không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ; và (2) hệ số giảm cường độ đối với cốt thép (giả thiết là thép thuộc loại N) chịu nén và chịu kéo được lấy theo mục 2.4.

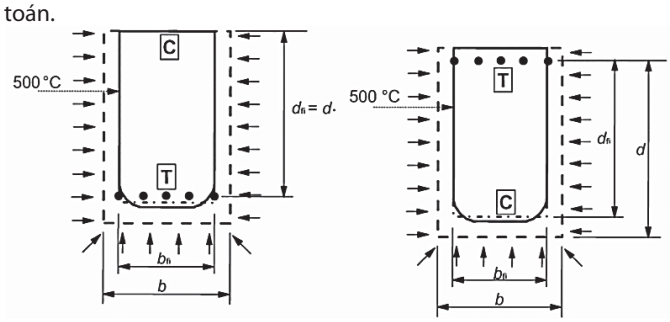
Phương pháp tính toán đơn giản bao gồm việc giảm kích thước tiết diện ngang theo vùng chịu ảnh hưởng của nhiệt độ từ bề mặt bê tông. Chiều dày của vùng bê tông bị thiệt hại, a_{500}, bằng với chiều cao trung bình của đường đẳng nhiệt 500°C trong vùng bê tông chịu nén của tiết diện ngang. Vùng bê tông có nhiệt độ vượt quá 500°C được giả thiết là không còn khả năng chịu lực, trong khi phần tiết diện bê tông còn lại sẽ duy trì được cường độ và mô đun đàn hồi ban đầu. Từ đó, khả năng chịu lực của một tiết diện BTCT trong tình huống cháy theo phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C được xác định như sau:

(a) Xác định nội lực của kết cấu khi chịu lửa theo các nguyên tắc được trình bày trong mục 2.2.

(b) Xác định các đường đẳng nhiệt 500°C khi tiết diện bị tác động của đường gia nhiệt tiêu chuẩn.

(c) Xác định chiều rộng b_{fi} mới và chiều cao hiệu quả d_{fi} mới của tiết diện bằng cách loại trừ các phần bê tông nằm bên ngoài đường đẳng nhiệt 500°C.

(d) Xác định nhiệt độ của cốt thép trong vùng nén và vùng kéo. Nhiệt độ của từng thanh cốt thép có thể được xác định từ biểu đồ phân bố nhiệt độ cho trong Phụ lục A của EC2-1.2 và được lấy là nhiệt độ tại trọng tâm tiết diện cốt thép. Một số thanh cốt thép có thể nằm ngoài tiết diện ngang suy giảm, như thể hiện trong Hình 3. Mặc dù vậy, các thanh thép này vẫn có thể được kể tới trong tính toán.



a) Bị gia nhiệt từ ba phía - Vùng kéo T nằm phía dưới

b) Bị gia nhiệt từ ba phía - Vùng nén C nằm phía dưới

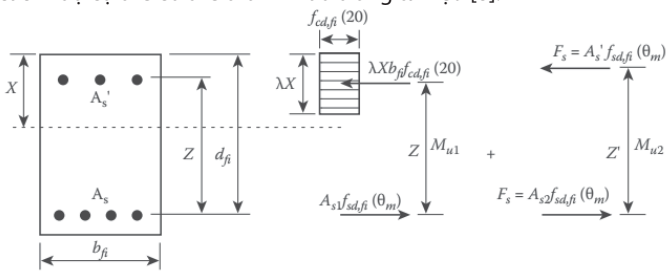
Hình 3. Tiết diện ngang suy giảm của cấu kiện BTCT

(e) Xác định cường độ suy giảm theo nhiệt độ của cốt thép;

(f) Sử dụng cách tính toán thông thường cho tiết diện ngang suy giảm để xác định khả năng chịu lực tới hạn của tiết diện;

(g) So sánh khả năng chịu lực tới hạn của tiết diện với nội lực gây bởi tải trọng thiết kế khi cháy.

Hình 4 minh họa việc tính toán khả năng chịu lực của một tiết diện ngang với cốt thép chịu kéo và chịu nén. Chi tiết cách tính và các ví dụ cụ thể có thể tham khảo trong tài liệu [8].

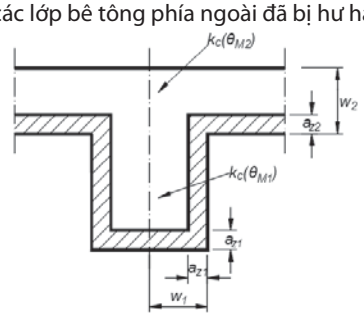


Hình 4. Sơ đồ ứng suất xác định khả năng chịu lực của tiết diện chữ nhật BTCT

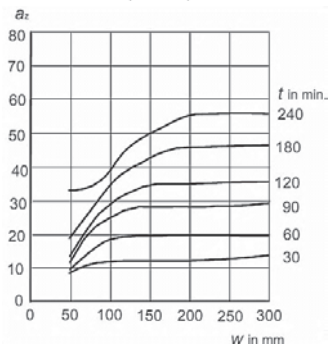
trong đó: b_{fi} là chiều rộng của tiết diện ngang hiệu quả (đã tính đến suy giảm); d_{fi} là chiều cao tính toán hiệu quả của tiết diện ngang; Z là cánh tay đòn nội ngẫu lực giữa cốt thép chịu kéo và bê tông; Z' là cánh tay đòn nội ngẫu lực giữa cốt thép chịu kéo và chịu nén; A_s là diện tích cốt thép chịu kéo ; A_{S1} là lượng cốt thép kéo cân bằng với khối bê tông chịu nén ; A_{S2} là lượng cốt thép kéo cân bằng với lượng cốt thép chịu nén ; A'_s là diện tích cốt thép nén; $f_{cd,fi}(20)$ là cường độ thiết kế chịu nén của bê tông ở nhiệt độ thường; $f_{sd,fi}(\theta_m)$ là cường độ chịu kéo của cốt thép khi cháy ở nhiệt độ trung bình θ_m; $f_{scd,fi}(\theta_m)$ là cường độ chịu nén của cốt thép khi cháy ở nhiệt độ trung bình θ_m.

3.4. Phương pháp phân lớp

Trong phương pháp phân lớp, tiết diện ngang của cấu kiện được phân chia thành nhiều lớp khác nhau. Mặc dù tốn nhiều thời gian tính toán hơn, nhưng phương pháp này cho kết quả chính xác hơn so với phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C. Phương pháp này có thể áp dụng cho bất kỳ đường gia nhiệt nào, tuy nhiên số liệu cung cấp trong EC2.1-2 chỉ áp dụng cho đường gia nhiệt tiêu chuẩn. Trong phương pháp này, tiết diện ngang của cấu kiện được chia thành một số lớp ($n \geq 3$) song song hình chữ nhật có độ dày bằng nhau, nơi nhiệt độ trung bình, cường độ trung bình $f_{cd}(\theta)$ và mô đun đàn hồi tương ứng được tính toán. Tiết diện bị ảnh hưởng bởi tác động nhiệt được thay thế bởi một tiết diện suy giảm, bằng cách bỏ đi các lớp bê tông phía ngoài đã bị hư hại (Hình 5).



a) Suy giảm tiết diện ngang của dầm 3 mặt tiếp xúc với lửa



b) Chiều dày của phần bị suy giảm

Hình 5. Sơ đồ ứng suất xác định khả năng chịu lực của tiết diện chữ nhật BTCT

Hệ số suy giảm trung bình của bê tông $k_{c,m}$ có thể được tính bằng biểu thức (5). Chiều rộng của vùng thiệt hại của dầm, tấm hoặc phần tử chịu cắt phẳng có thể được tính bằng biểu thức (6).

$$k_{c,m} = \frac{(1-0,2/n)}{n} \sum_{i=1}^{n} k_c(\theta_i) \quad (5)$$

$$a_z = w\left[1 - \frac{k_{c,m}}{k_c(\theta_M)}\right] \quad (6)$$

trong đó: n là số lượng các đường song song trong chiều rộng w; w là một nửa chiều rộng và m là tổng số lớp; $k_c(\theta_m)$ là hệ số suy giảm cho bê tông tại điểm M.

Khi xác định được mặt cắt ngang suy giảm cũng như các giá trị suy giảm của cường độ và môđun biến dạng, việc thiết kế tương tự như quy trình tại điều kiện nhiệt độ thường nhưng sử dụng thêm hệ số $\gamma_{M,fi}$.

4. KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU DÀY LỚP BÊ TÔNG BẢO VỆ ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU UỐN CỦA DẦM KHI CHÁY

Để khảo sát ảnh hưởng của chiều dày lớp bê tông bảo vệ đến khả năng chịu uốn của dầm, 2 dầm đơn giản, 1 dầm liên tục với tiết diện khác nhau được tính toán theo phương pháp tra bảng, phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C và phương pháp phân lớp. Dầm chịu ba mặt tiếp xúc với lửa tại mặt dưới và hai mặt bên của dầm theo đường gia nhiệt tiêu chuẩn ISO-834. Khả năng chịu lực khi cháy với chiều dày lớp bê tông bảo vệ khác nhau được tính toán.

4.1. Dầm đơn giản

Ví dụ 1: Xét một dầm đơn giản tiết diện chữ nhật bxh = 250x500 mm, tại giữa nhịp bố trí thép chịu lực lớp dưới là 3Φ22, lớp trên 2Φ16. Bê tông C25/30 có f_{ck} = 25MPa (tương đương cấp độ bền B30). Cốt thép có cường độ chịu kéo đặc trưng f_{yk} = 500 MPa. Mô men mà dầm phải chịu trong điều kiện cháy $M_{fi,max}$ = 100 kNm. Lớp bê tông bảo vệ khi thiết kế ở nhiệt độ thường là c = 25mm.

Dầm được kiểm tra khả năng chịu lực khi chịu tác động của đường gia nhiệt tiêu chuẩn ISO 834 sau 60, 90, 120, 180, 240 phút. Kết quả của phương pháp tra bảng được cho trong Bảng 1, và kết quả tính toán theo phương pháp đường đẳng nhiệt và phân lớp được cho trong Bảng 2. Trong đó c_{yc} là chiều dày lớp bê tông bảo vệ yêu cầu, a là khoảng cách trục trung bình, M_u là khả năng chịu uốn của dầm. Với phương pháp tra bảng theo EC2-1-2, giá trị b_{min} và a được chọn tương ứng với bề rộng của dầm là 250mm.

Bảng 1. Dầm đơn giản tiết diện 250x500 theo phương pháp tra bảng

Thời gian	*QCVN 06*		*EC2-1-2 (250x500)*		
phút	b_{min} (mm)	c_{yc} (mm)	b_{min} (mm)	a (mm)	c_{yc} (mm)
60	110	**25**	250	27,5	**20**
90	140	35	250	42,5	32,5
120	180	45	250	59,0	49
180	240	55	250	78,0	68
240	280	65	280	90,0	80

Bảng 2. Dầm đơn giản tiết diện 250x500 theo phương pháp tính toán đơn giản

Thời gian (phút)	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*
c (mm)	**20**	**20**	**25**	**25**	**30**	**30**	**35**	**35**
60	112,33	128,12	157,91	162,53	162,61	166,5	170,85	171,55
90	72,14	85,03	**114,33**	114,94	**126,97**	132,1	131,93	137,62
120	47,10	50,71	69,81	70,3	88,34	88,94	**104,39**	109,2
180	18,86	20,80	28,2	28,34	35,42	35,66	44,81	45,44
240	-	-	-	-	-	-	-	-

Kết quả cho thấy đối với dầm đơn giản, nếu sử dụng phương pháp tra bảng, chiều dày lớp bê tông bảo vệ yêu cầu theo EC2-1-2 lớn hơn so với QCVN 06, chỉ nhỏ hơn trong trường hợp chịu lửa R60 và R90. Nếu sử dụng phương pháp tra bảng, dầm chỉ đủ khả năng kháng cháy R60 với lớp bê tông bảo vệ yêu cầu là 25mm theo QCVN 06, và 20mm theo EC2-1-2.

Nếu tính theo phương pháp đơn giản, dầm có đủ khả năng chịu lực khi cháy trong 90 phút (R90) với c = 25mm. Nếu c = 35mm, dầm đạt R120, trong khi đó theo yêu cầu của QCVN 06 là 45mm và theo EC2-1-2 là 49mm. Với chiều dày lớp bê tông bảo vệ là 35mm, và bề rộng dầm 250, dầm không đủ khả năng kháng cháy đến 240 phút. Phương pháp phân lớp cho kết quả lớn hơn phương pháp đường đẳng nhiệt khoảng 1% đến 5%, vì phương pháp phân lớp tính chính xác hơn lực nén trong bê tông do được chia thành nhiều lớp khi xác định nhiệt độ.

Ví dụ 2: Xét một dầm đơn giản tiết diện chữ nhật bxh = 500x800 mm, tại giữa nhịp bố trí thép chịu lực lớp dưới là 5Φ28, lớp trên 5Φ18. Bê tông C28/35 có f_{ck} = 28MPa (tương đương cấp độ bền B35). Cốt thép có cường độ chịu kéo đặc trưng f_{yk} = 500 MPa. Mô men mà dầm phải chịu trong điều kiện cháy $M_{fi,max}$ = 364,5 kNm. Lớp bê tông bảo vệ khi thiết kế ở nhiệt độ thường c = 30mm.

Dầm được kiểm tra khả năng chịu lực khi chịu tác động của đường gia nhiệt tiêu chuẩn ISO 834 sau 60, 90, 120, 180, 240 phút. Kết quả của phương pháp tra bảng được cho trong Bảng 3, và kết quả tính toán theo phương pháp đường đẳng nhiệt và phân lớp được cho trong Bảng 4.

Bảng 3. Dầm đơn giản tiết diện 500x800 theo phương pháp tra bảng

Thời gian	*QCVN 06*		*EC2-1-2*		
phút	b_{min} (mm)	c_{yc} (mm)	b_{min} (mm)	a (mm)	c_{yc} (mm)
60	110	25	300	25	*
90	140	**35**	400	35	*
120	180	45	500	50	20
180	240	55	500	62,5	**32,5**
240	280	65	500	75	45

** Lớp bê tông bảo vệ theo thiết kế ở nhiệt độ thường*

Bảng 4. Dầm đơn giản tiết diện 500x800 theo phương pháp tính toán đơn giản

Thời gian (phút)	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*	*Đường đẳng nhiệt (kNm)*	*Phân lớp (kNm)*
c (mm)	**30**	**30**	**35**	**35**	**40**	**40**	**45**	**45**
60	946,64	981,43	967,41	1002,30	976,02	1008,45	977,84	997,61
90	789,94	839,90	823,42	875,66	849,14	901,38	868,33	919,94
120	652,24	679,77	690,39	752,93	725,18	792,65	752,84	822,34
180	**385,26**	398,76	**458,44**	474,82	**522,22**	548,24	556,69	614,61
240	218,70	223,53	272,60	281,63	326,19	340,12	**384,58**	402,30

Với tiết diện dầm 500x800 và ở nhiệt độ thường c = 30mm, theo QCVN 06 dầm chỉ được phép chịu cháy trong 75 phút theo nội suy, trong khi tra bảng theo EC2-1-2 dầm có thể chịu được lực khi cháy trong 168 phút. Còn nếu tính theo phương pháp đường đẳng nhiệt, dầm đạt R180. Theo QCVN 06, để có thể chịu cháy trong 240 phút, cần lớp bê tông bảo vệ dày 65mm, nếu theo tính toán theo EC2-1-2 thì chỉ cần dày 45mm. Khi lớp bê tông bảo vệ quá dày, việc thiết kế và thi công sẽ gặp khó khăn.

4.2. Dầm liên tục 2 nhịp

Ví dụ 3: Xét một dầm liên tục tiết diện chữ nhật bxh = 250x500 mm, nhịp dầm đều nhau là 5m. Tại giữa nhịp bố trí thép chịu lực lớp dưới là 3Φ22, trên gối bố trí 3Φ22. Bê tông C25/30 có f_{ck} = 25MPa (tương đương cấp độ bền B30). Cốt thép có cường độ chịu kéo đặc trưng f_{yk} = 500 MPa. Tổng tĩnh tải và hoạt tải trong điều kiện cháy là 35 kN/m, tương ứng với mô men giữa nhịp là $M_{fi,max}$ = 61,25 kNm, mô men gối là $M_{fi,min}$ = 109,38 kNm. Lớp bê tông bảo vệ khi thiết kế ở nhiệt độ thường c = 25mm.

Kết quả được cho trong Bảng 5. Lưu ý rằng bảng tra trong QCVN 06 chỉ áp dụng cho dầm tĩnh định, mà không có các bảng tra cho dầm siêu tĩnh. Các giá trị theo bảng tra của QCVN 06 cho dầm đơn giản được đưa vào Bảng 5 chỉ để tham chiếu, trong khi đó EC2-1-2

có bảng tra riêng cho dầm đơn giản và liên tục. Với mô men âm tại gối , vùng nén ở thớ dưới, là mặt tiếp xúc trực tiếp với lửa nên phương pháp phân lớp sẽ cho kết quả chính xác hơn phương pháp vùng đẳng nhiệt 500°C. Do vậy, trong ví dụ này, vùng mô men dương giữa nhịp sẽ được tính bằng phương pháp đường đẳng nhiệt, vùng mô men âm tại gối sẽ được tính bằng phương pháp đường phân lớp.

Bảng 5. Dầm liên tục tiết diện 250x500 theo EC2-1-2

Thời gian	QCVN 06		EC2-1-2		M^+ *(kNm)*	M^- *(kNm)*	M^+ *(kNm)*	M^- *(kNm)*	M^+ *(kNm)*	M^- *(kNm)*	M^+ *(kNm)*	M^- *(kNm)*
(phút)	b_{min} (mm)	c_{yc} (mm)	b_{min} (mm)	*a* (mm)	**c = 20**	**c = 20**	**c = 25**	**c = 25**	**c = 30**	**c = 30**	**c = 35**	**c = 35**
60	110	25	200	*	162,30	219,03	192,96	233,10	197,56	235,27	191,03	228,11
90	140	35	250	25	**92,55**	171,84	118,78	181,38	140,97	191,46	154,19	205,55
120	180	45	250	40	54,41	**137,35**	**72,73**	**153,6**	**88,57**	163,84	**111,73**	171,06
180	240	55	250	59,4	22,99	87,35	29,59	98,37	35,33	**110,66**	44,72	**121,98**
240	280	65	280	75	14,03	67,57	16,71	67,91	19,30	68,78	22,54	79,37

** Lớp bê tông bảo vệ theo thiết kế ở nhiệt độ thường*

Kết quả cho thấy nếu chọn lớp bê tông bảo vệ *c* theo QCVN 06 thì dầm chỉ đạt khả năng kháng cháy R60, trong khi theo tính toán nếu chọn lớp bê tông bảo vệ là 25mm thì dầm có khả năng kháng cháy tới R120. Ngay cả nếu chỉ chọn *c* = 20mm thì dầm cũng có thể kháng cháy được R90. Khi chọn *c* = 35mm, dầm có khả năng kháng cháy tới R120, nhưng không đủ cho R180 tại tiết diện giữa nhịp. Có thể xử lý bằng cách đặt thêm cốt thép tại tiết diện giữa nhịp dầm.

4.3. Thảo luận

Hiện nay để kiểm tra khả năng chịu lửa của kết cấu dầm, sàn, các kỹ sư thường sử dụng các bảng tra theo QCVN 06. Các bảng tra này cũng nêu rõ các giá trị chỉ dùng cho *kết cấu tĩnh định*, *các kết cấu siêu tĩnh* được tính toán theo tiêu chuẩn lựa chọn áp dụng. Tuy nhiên, đa phần trên thực tế, dầm trong các công trình nhà là dầm siêu tĩnh.

Các phương pháp tra bảng theo QCVN 06 và EC2-1-2 thiên về quá an toàn. Để có thể tối ưu được chiều dày lớp bê tông bảo vệ, có thể tính toán khả năng chịu lực khi cháy của dầm bằng các phương pháp tính toán đơn giản theo EC2-1-2.

Các ví dụ trên cho thấy kết quả lớp bê tông bảo vệ theo tính toán kháng cháy của dầm siêu tĩnh, ngay cả với dầm đơn giản, cũng sẽ nhỏ hơn kết quả lựa chọn theo bảng tra khá nhiều. Điều này giúp giảm được chiều cao dầm và một lượng lớn cốt thép khi thiết kế dầm ở nhiệt độ thường, vì lớp bê tông bảo vệ nhỏ hơn sẽ cho chiều cao làm việc lớn hơn, dẫn tới tăng khả năng chịu lực của dầm.

5. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày các phương pháp tra bảng theo QCVN 06 và EC2-1-2, và các phương pháp tính toán đơn giản cho dầm BTCT theo EC2-1-2. Phương pháp tra bảng chỉ đưa ra các kết quả định tính theo đường gia nhiệt ISO 834, trong khi phương pháp đường đẳng nhiệt 500°C và phương pháp phân lớp cho phép tính toán khả năng chịu uốn của dầm theo các loại đường gia nhiệt lên tới 4 giờ (R240).

Ảnh hưởng của chiều dày lớp bê tông bảo vệ đến khả năng chịu uốn của dầm khi cháy được khảo sát. Kết quả cho thấy phương pháp bảng tra theo QCVN 06 và EC2-1-2 quá thiên về an toàn. Đối với kết cấu dầm BTCT siêu tĩnh, ngay cả với kết cấu dầm tĩnh định, nếu sử dụng các phương pháp tính toán đơn giản theo EC2-1-2, hoàn toàn có thể giảm bớt chiều dày lớp bê tông bảo vệ được quy định trong Bảng F.2 QCVN 06 và EC2-1-2. Từ đó, có thể giảm được chiều cao dầm và một lượng lớn cốt thép khi thiết kế dầm ở nhiệt độ thường. Đồng thời, cũng tiết kiệm được chi phí, dễ dàng hơn khi thi công, tránh được việc phải sử dụng lớp bê tông quá dày và phải đặt lưới thép phụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] *QCVN 06:2022/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình*. 2022.

[2] *TCVN 5574:2018 Concrete and reinforced concrete structures - Design standard*. Ministry of Science and Technology.

[3] *EN 1992-1-2: Design of concrete structures. Part 1-2: General rules - Structural fire design*. 2004.

[4] Thắng N.T. (2017). *Xác định khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn EC2-1-2*. Tạp chí Xây dựng.

[5] Thắng N.T. and Ninh N.T. (2016). *Biểu đồ tương tác của cột bê tông cốt thép ở nhiệt độ cao theo tiêu chuẩn châu Âu EC2*. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 10(2): 55-61.

[6] Trung N.T., Hai, D. V., Phương, P. M. (2019). *Đánh giá khả năng chịu lửa của sàn bê tông cốt thép bằng các phương pháp đơn giản theo tiêu chuẩn EN 1992-1-2*. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 13(2V)(13): 41-52.

[7] Trung N.T. (2020). *Thiết lập mô hình số bằng ABAQUS khảo sát khả năng chịu lửa của sàn bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn EN 1992-1-2*. Tạp chí Xây dựng, Bộ Xây dựng, 5-2020: 156-160.

[8] Thắng N.T. and Trung N.T. (2019). *Khảo sát sự suy giảm khả năng kháng uốn khi cháy của dầm bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn châu Âu*. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng (KHCNXD) - ĐHXD, 13(4V): 22-34.

[9] *ISO 834-1:1999 Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements*. 1975.

[10] *EN 1990 Eurocode - Basic of structural design*. Brussels, Belgium. 2002.

[11] Y. Anderberg S.E.M.P.S.T.-s. and Wickstrom U. (1978). *An Analytical Approach to Fire Engineering Design of Concrete Structures*. ACI Symposium Publication, 55.

■Ngày nhận bài: 19/7/2024 ■Ngày sửa bài: 15/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 05/9/2024

Nghiên cứu thực nghiệm sự làm việc của cừ bê tông cốt GFRP

Experimental study on the performance of GFRP reinforced concrete sheet piles

> TS VÕ MẠNH TÙNG
Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Mục đích của bài báo là nghiên cứu sự làm việc của cấu kiện cọc ván cừ bê tông cốt sợi thủy tinh (GFRP-Glass Fiber Reinforced Polymer). Nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện với thí nghiệm uốn mẫu ván cừ chịu uốn tỷ lệ 1:1, mẫu M1 với nhịp 3m. Kết quả thực nghiệm về ứng xử chịu uốn, quan hệ giữa momen, độ cong và độ cứng của loại ván cừ này cho thấy phù hợp để ứng dụng thực tế, đặc biệt ở những vùng có tính chất ăn mòn cao như ven sông và ven biển. Với tính năng vượt trội về khả năng chống ăn mòn của cốt GFRP trong môi trường xâm thực mặn, chiều dày lớp bê tông bảo vệ không cần quá lớn như loại cừ bê tông cốt thép truyền thống, dẫn tới chiều dày cấu kiện giảm xuống, giảm trọng lượng tổng thể của cừ, thuận tiện cho việc thi công thực tế.

Từ khóa: Ván cừ bê tông đúc sẵn; cốt sợi thủy tinh; độ cứng; độ cong.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study the performance of glass fiber reinforced polymer (GFRP) sheet piles. Experimental research was conducted with bending tests on sheet piles scale 1:1, sample M1 with span of 3m. The results on flexural behavior, the relationship between moment, the curvature and the stiffness of this type of sheet pile show that it is suitable for practical application, especially in areas with high corrosion properties such as river banks and coastal areas. With the outstanding anti-corrosion ability of GFRP reinforcement in saline erosive environments, the thickness of the cover does not need to be as large as that of traditional reinforced concrete sheet piles, leading to a reduction in the thickness, reducing the overall weight of the pile, convenient for actual construction.

Keywords: Precast concrete sheet piles; glass fiber reinforced polymer; stiffness; curvature.

1. GIỚI THIỆU

Trong vòng 20 năm qua, kết cấu tường chắn sử dụng cọc ván bê tông cốt thép đã được áp dụng khá nhiều ở các nước Đông Nam Á trong đó có Việt Nam để bảo vệ các công trình ven sông kết hợp với việc chống xói lở bờ sông, công trình hố đào sâu, hệ thống kè các đường giao thông có địa hình bất lợi, hệ thống các đê, cống, đập và các cảng sông, biển,… Cọc ván PC được ứng dụng vào Việt Nam từ năm 1999 ở các hạng mục hệ thống các kênh dẫn chính và các kênh nhánh tại cụm công trình nhiệt điện Phú Mỹ. Các công trình lấn biển ở tỉnh Kiên Giang, Quảng Ninh, kè bờ sông Đồng Nai khi sử dụng cọc ván PC này cũng cho hiệu quả cao.

Tuy nhiên, việc áp dụng cừ bê tông cốt thép đúc sẵn ở những môi trường có tính ăn mòn cao sẽ bị hạn chế do cốt thép và cốt thép ứng lực trước nhạy cảm với môi trường xâm thực mặn, vì vậy lớp bê tông bảo vệ sẽ dày hơn làm tăng trọng lượng bản thân và gây khó khăn trong việc thi công cừ. Khi thay thế cốt thép bằng loại cốt không bị ăn mòn GFRP là một ý tưởng hợp lý [10].

Trong những năm gần đây, một số nghiên cứu trong nước và thế giới cũng đã nghiên cứu sự làm việc của các loại cấu kiện bê tông cốt GFRP . . . , tuy nhiên những nghiên cứu sử dụng loại cấu kiện này làm tường chắn còn khá hạn chế.

Bài báo này sẽ trình bày thí nghiệm nghiên cứu khảo sát sự làm việc của ván cừ bê tông cốt GFRP. Thí nghiệm này được tiến hành kết hợp giữa Công ty TNHH Tư vấn Đại học Xây dựng và Công ty Nucetech tại phòng thí nghiệm LAS125 của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VÁN CỪ BÊ TÔNG CỐT GFRP CHỊU UỐN

***2.1. Các nội dung nghiên cứu thí nghiệm*:** chương trình nghiên cứu thực nghiệm có những nội dung chính sau đây:

+ Thí nghiệm kéo cốt GFRP
+ Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của bê tông.
+ Thí nghiệm xác định mô đun biến dạng của bê tông.
+ Thí nghiệm ép chẻ xác định cường độ chịu kéo.
+ Thí nghiệm uốn mẫu cừ bê tông cốt GFRP.

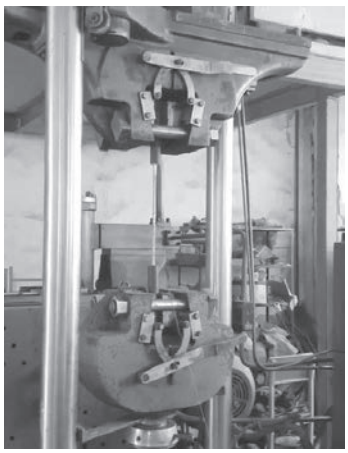
2.2. Thí nghiệm kéo cốt GFRP

Thí nghiệm trên hình 2.1 để xác định cường độ chịu kéo đứt của mẫu cốt GFRP Ø12 được sử dụng làm cốt dọc chịu lực chính cho cấu kiện cọc ván cừ.

Kết quả cường độ chịu kéo mẫu được thể hiện ở bảng 2.1

Bảng 2.1 - *Kết quả thí nghiệm kéo mẫu GFRP*

Đường kính (mm)	Diện tích tiết diện (mm^2)	Lực kéo đứt (kN)	Giới hạn bền kéo (MPa)	Modun đàn hồi (GPa)
12	113,09	70	619	44



Hình 2.1 - *Thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo của cốt GFRP*

2.3. Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén của bê tông

Thí nghiệm được tiến hành với 2 mẫu N1 và N2 để xác định cường độ chịu nén của bê tông được sử dụng chế tạo cọc ván cừ. Mẫu N1 và N2 có hình lập phương, kích thước mẫu theo tiêu chuẩn Việt Nam 15x15x15cm được tiến hành nén như trên hình 2.2



Hình 2.2 - *Thí nghiệm xác định cường độ chịu nén*

Theo tiêu chuẩn TCVN 3118:2022 [4], cường độ chịu nén của các mẫu thử được tính theo công thức sau đây:

$$R = \frac{P}{A} \qquad (2.1)$$

Trong đó : P là tải trọng giới hạn gây phá hoại mẫu

A là diện tích tiến diện mẫu thử 15x15x15 cm

Kết quả thể hiện ở bảng 2.2

Bảng 2.2 – *Kết quả thí nghiệm kéo mẫu GFRP*

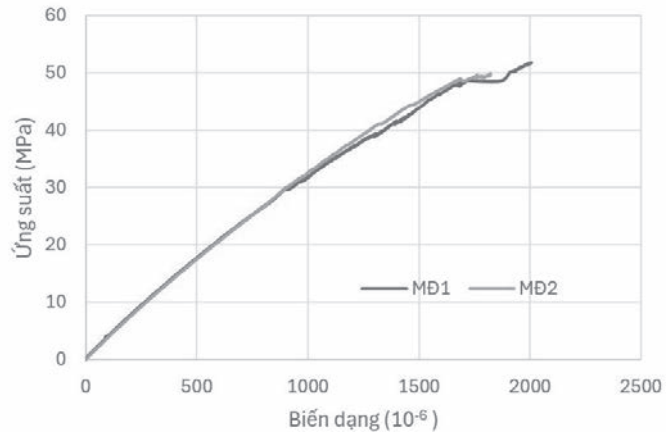
Mẫu thí nghiệm	Tải trọng giới hạn P *(kN)*	Ứng suất giới hạn (*MPa*)
N1	1621	72
N2	1700	75

2.4. Thí nghiệm xác định mô đun biến dạng của bê tông



Hình 2.3 - *Thí nghiệm xác định modun biến dạng*

Thí nghiệm trên hình 2.3 được tiến hành với 2 mẫu hình trụ MĐ1 và MĐ2 có đường kính 15cm, chiều cao 30cm. Mỗi mẫu có gắn 2 đầu đo biến dạng và được gia tải bằng kích thủy lực. Biểu đồ ứng suất biến dạng được thể hiện trên hình 2.4, kết quả mô đun biến dạng của bê tông thu được từ 2 mẫu thử khá tương đồng: E_b=29,7GPa



Hình 2.4 - *Biểu đồ ứng suất – biến dạng bê tông*

2.5. Thí nghiệm ép chẻ xác định cường độ chịu kéo của bê tông

Thí nghiệm được tiến hành trên 1 mẫu hình trụ có đường kính D=15cm, chiều cao H=30cm. Lực ép chẻ gây phá hoại mẫu là 385,6kN. Theo tiêu chuẩn TCVN 8862:2011 [5], cường độ chịu kéo của bê tông được xác định theo công thức sau đây:

$$R_{kc} = \frac{2P}{\pi HD} = 5{,}5MPa \qquad (2.2)$$

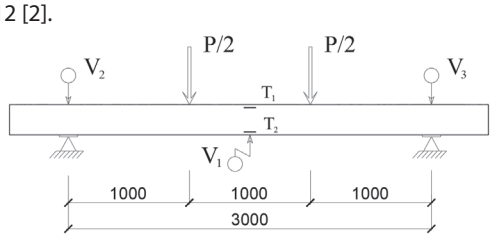
Từ cường độ chịu kéo của bê tông và thông số hình học của mẫu thí nghiệm có thể dự đoán giá trị momen gây nứt khi thí nghiệm theo lý thuyết đàn hồi như sau:

$$M_{n,\text{dự đoán}} = R_{kc} \times W = 7{,}37kN.m \qquad (2.3)$$

Với W = 1341231 mm^3 là momen chống uốn tiết diện của mẫu ván cừ thí nghiệm (xem hình 2.7)

2.6. Thí nghiệm uốn mẫu cừ bê tông cốt GFRP

a) Sơ đồ thí nghiệm: được thể hiện trên hình 2.5 tuân thủ theo tiêu chuẩn thí nghiệm cấu kiện bê tông đúc sẵn của Nhật Bản JIS A 5373:2016 [6]. Trên sơ đồ thí nghiệm này, ván cừ chịu uốn phẳng có nhịp chịu uốn 3m, được gia tải bởi 2 lực tập trung cách nhau 1m ở giữa dầm. Chi tiết cấu tạo các gối kê hai đầu, thiết bị gia tải được lắp đặt như trên hình 2.6. Quy trình gia tải tuân thủ theo TCVN 9347:2012 [2].



Hình 2.5 - *Sơ đồ thí nghiệm*

Các thiết bị đo sau đây được sử dụng để thu thập các số liệu thí nghiệm: các thiết bị LVDT (Linear Variable Differential Transformers) được bố trí để theo dõi chuyển vị tại các vị trí V1, V2, V3; các thiết bị đo biến dạng được bố trí để theo dõi biến dạng tại các thớ làm việc của dầm T1, T2; thiết bị ghi số liệu tốc độ cao TDS-530 (high speed data logger). Độ mở rộng khe nứt được đo bằng kính soi nứt quang học chuyên dụng, có độ chính xác 0,01 mm. Gia tải bằng kích thủy lực như trên hình 2.6.

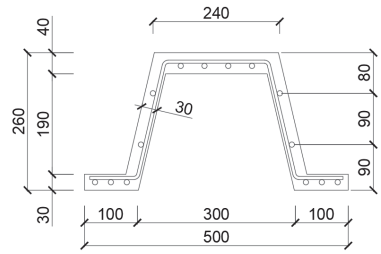
Giá trị chuyển vị của dầm được tính toán từ các số liệu đo chuyển vị các vị trí V1, V2, V3 như sau:

$$f = V_1 - \frac{V_2+V_3}{2} \qquad (2.4)$$



Hình 2.6 - *Hình ảnh thí nghiệm*

b) Cấu tạo mẫu thí nghiệm: Mẫu thí nghiệm M1 có chiều dài 6m với tiết diện hình chữ U ngược để tăng độ cứng khi chịu uốn, với các thông số hình học như trên hình 5. Bê tông cấp độ bền chịu nén B50 tương đương bê tông mác M700. Cốt dọc chịu lực 14 thanh loại cốt GFRP đường kính 12mm với cường độ f_f=600MPa (hình 2.7), cốt đai cũng là loại cốt GFRP đường kính đường kính 6mm khoảng cách 250mm. Cốt sợi thủy tinh dạng thanh do công ty Nucetech nghiên cứu và sản xuất. Kết quả thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ lý của vật liệu đã được trình bày trên đây.



Hình 2.7 - *Mặt cắt mẫu thí nghiệm*

c) Trình tự thí nghiệm [2]

+ Lắp đặt hệ gia tải (khung thép gia tải, các khung phản lực, thiết bị thủy lực) và thiết bị đo chuyển vị vào đúng vị trí;

+ Tiến hành gia tải thử ở cấp tải 1 để loại bỏ các khe hở tại các vị trí liên kết, đồng thời kiểm tra sự hoạt động - hiệu chỉnh của hệ gia tải và các đồng hồ đo;

+ Hạ tải về cấp 0, ghi số liệu ban đầu;

+ Thực hiện các cấp gia tải lên cấu kiện thí nghiệm;

+ Tại mỗi cấp tải trọng xuất hiện vết nứt, tiến hành vẽ và ghi nhận giá trị bề rộng vết nứt tương ứng;

+ Sau khi vẽ và đo đạc vết nứt xong, tiến hành tăng tải. Quy trình lặp tương tự cho đến khi các cấu kiện bị phá hủy.

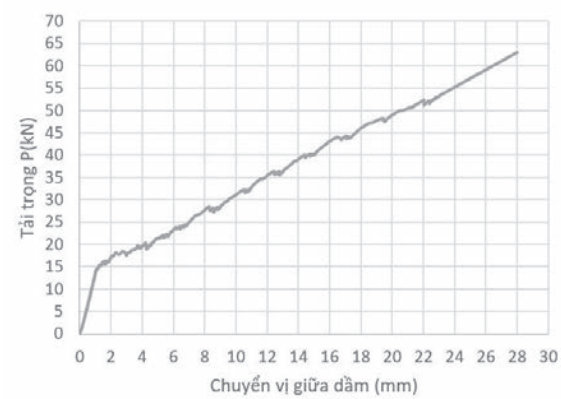
+ Ghi nhận kết quả

2.7. Phân tích kết quả thí nghiệm

a) Quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị

Trên hình 2.7 trình bày biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị giữa nhịp (P – f) của mẫu thí nghiệm. Giá trị tải trọng P thu được từ thiết bị gia tải, chuyển vị giữa nhịp thu được từ các thiết bị đo chuyển vị V1,V2,V3 và tính toán theo công thức (2.4).

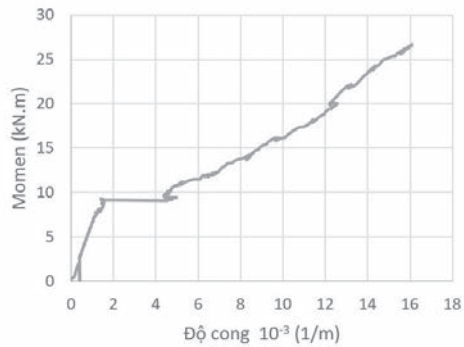
Cấu kiện thí nghiệm làm việc đàn hồi đến cấp tải P_n=14,3 kN thì xuất hiện vết nứt đầu tiên tương ứng với momen M_n=7,15 kN.m, trong giai đoạn này quan hệ giữa tải trọng thí nghiệm và chuyển vị lớn nhất tại giữa nhịp gần như tuyến tính. Giá trị momen gây nứt xấp xỉ giá trị dự đoán trong mục 2.5. Tiếp tục tăng tải tới mẫu phá hoại ở cấp tải P_{ul}=63 kN tương ứng với momen lớn nhất M_{ul}= 31,5kN.m và tương ứng với chuyển vị giữa nhịp 28mm, trong giai đoạn này vết nứt thẳng góc và các vết nứt nghiêng xuất hiện, lan dần và mở rộng đến 0,6mm trước khi phá hoại.



Hình 2.8 - *Tải trọng và chuyển vị*

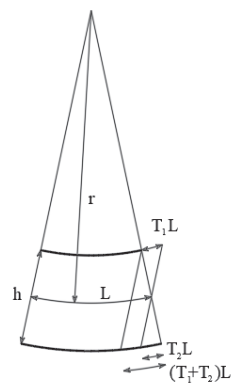
Ngay sau khi xuất hiện vết nứt, quan hệ giữa tải trọng và chuyển vị lớn nhất cũng vẫn gần như tuyến tính cho đến khi mẫu bị phá hoại. Điều này khác biệt với cấu kiện chịu uốn bê tông cốt thép vì cốt dọc chịu lực bằng GFRP làm việc đàn hồi cho đến khi đứt.

b) Quan hệ giữa momen và độ cong



Hình 2.9 - *Momen và độ cong*

Trên hình 2.9 trình bày biểu đồ quan hệ giữa momen giữa nhịp và độ cong ψ của đoạn giữa nhịp. Giá trị momen được tính toán từ tải trọng trên sơ đồ dầm tĩnh định.



Hình 2.10 - *Nguyên lý tính độ cong*

Giá trị độ cong được tính toán từ giá trị biến dạng đo được ở thớ trên T1 và thớ dưới T2 của mẫu thí nghiệm dựa trên nguyên lý trên hình 2.10 và theo công thức sau đây [3]:

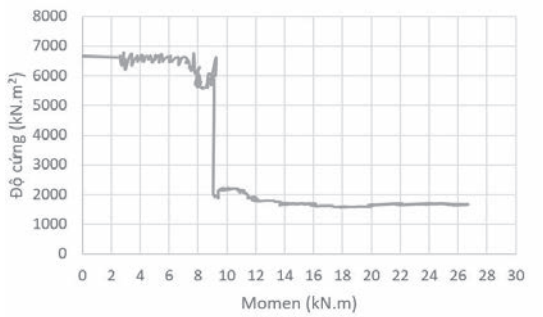
$$\psi = \frac{1}{r} = \frac{T_1+T_2}{h} \quad (2.4)$$

Trong đó : h là khoảng cách giữa 2 thiết bị đo biến dạng T_1 và T_2

Biểu độ quan hệ giữa momen và độ cong của mẫu thí nghiệm có 3 đoạn cơ bản. Đoạn đầu tiên của biểu đồ tương ứng với giai đoạn mẫu chưa xuất hiện vết nứt, quan hệ giữa momen và độ cong gần như tuyến tính và biểu đồ có độ dốc khá lớn cho tới khi cấu kiện xuất hiện vết nứt trong đoạn cấu kiện được gắn thiết bị đo với M=8,9

kN.m. Đoạn thứ hai của biểu đồ tương ứng với trạng thái mẫu xuất hiện nứt, momen gần như không thay đổi nhưng độ cong tăng đột biến khoảng gấp 3 lần, biểu đồ xuất hiện bước nhảy về độ cong từ 0,0015(1/m) đến 0,0045(1/m). Đoạn thứ ba của biểu đồ tương ứng với giai đoạn làm việc của tiết diện đã bị nứt, đoạn này cũng gần như tuyến tính nhưng độ dốc chỉ bằng khoảng ¼ độ dốc của đoạn đầu tiên. Có thể thấy rằng dạng biểu đồ quan hệ giữa momen và độ cong của mẫu thí nghiệm khá tương đồng với cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn khi cốt thép chưa chảy dẻo [3,7].

c) Quan hệ giữa độ cứng và momen



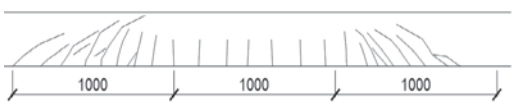
***Hình 2.11** - Độ cứng và momen*

Trên hình 2.11 trình bày biểu đồ quan hệ giữa momen và độ cứng của đoạn giữa nhịp. Giá trị momen được tính toán từ tải trọng trên sơ đồ dầm tĩnh định. Giá trị độ cứng được tính toán từ quan hệ giữa momen, độ cong và độ cứng theo công thức sau đây [3]:

$$\psi = \frac{M}{D} \leftrightarrow D = \frac{M}{\psi} \qquad (2.5)$$

Biểu độ quan hệ giữa momen và độ cứng của mẫu thí nghiệm cũng có 3 đoạn cơ bản. Đoạn đầu tiên của biểu đồ tương ứng với khi mẫu chưa xuất hiện vết nứt trong đoạn cấu kiện gắn thiết bị đo M<8,9 kN.m, trong giai đoạn này độ cứng gần như không thay đổi 6600 kN.m^2. Đoạn thứ hai của biểu đồ tương ứng với trạng thái đoạn cấu kiện xuất hiện vết nứt, momen gần như không thay đổi nhưng độ cứng giảm đột biến khoảng 4 lần, biểu đồ xuất hiện bước nhảy về độ cứng từ khoảng 6600 kN.m^2 xuống còn khoảng 1600 kN.m^2. Đoạn thứ ba của biểu đồ tương ứng với giai đoạn làm việc của đoạn cấu kiện đã bị nứt, độ cứng gần như không đổi bằng khoảng 1600 kN.m^2 cho tới khi phá hoại. Giá trị độ cứng của loại cừ này tương đương 30% độ cứng của loại cừ thép PU6 [9].

d) Hình thành khe nứt



***Hình 2.12** - Sơ đồ vết nứt trước khi phá hoại*

Trên hình 2.12 thể hiện hình ảnh các vết nứt xuất hiện trên mẫu thí nghiệm trong quá trình chất tải. Các vết nứt thẳng góc xuất hiện đầu tiên tại đoạn giữa nhịp vì đoạn này nằm giữa hai điểm đặt tải, chịu momen không đổi M_n=7,15 kN.m. Khi tiếp tục tăng tải thì các vết nứt thẳng góc tiếp tục xuất hiện, lan ra tại vùng xung quanh đồng thời với các vết nứt nghiêng xuất hiện tại 2 đoạn gần gối và hướng vào điểm đặt tải. Khi các vết nứt nghiêng xuất hiện thì chiều rộng các vết nứt thẳng góc lại giảm xuống. Các vết nứt nghiêng bắt đầu xuất hiện ở cấp tải P=32 kN tương ứng với lực cắt tại đoạn gần gối tựa Q=16 kN. Tiếp tục tăng tải thì các vết nứt nghiêng mở rộng và ăn sâu vào vùng bê tông chịu nén, đây chính là nguyên nhân gây phá hoại mẫu thí nghiệm.

e) Cơ chế phá hoại

Trên hình 2.13 thể hiện hình ảnh phá hoại của mẫu thử. Ngay trước khi phá hoại, vết nứt nghiêng mở rộng và phát triển ăn sâu vào vùng nén dẫn tới phá hoại vùng liên kết giữa bản bụng và vùng cánh bê tông chịu nén kéo theo phá hoại bản bụng của mẫu thí nghiệm. Ứng suất trong cốt dọc GFRP trước khi mẫu phá hoại khoảng 238MPa xấp xỉ 40% giới hạn kéo đứt của loại cốt này, giá trị này lớn hơn với giá trị ứng suất giới hạn sử dụng được đề xuất trong tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI code-440.11-22 [8]. Mặc dù giới hạn kéo đứt của cốt GFRP khá cao (600MPa), tuy nhiên mođun đàn hồi của loại cốt này lại rất thấp (44GPa) nên không thể khai thác loại cốt này ở mức ứng suất cao như với cốt thép vì khi biến dạng quá lớn của cốt GFRP kéo theo các vết nứt trong vùng kéo và các vết nứt nghiêng ở bản bụng mở rộng làm cho mẫu thí nghiệm bị phá hoại khá sớm khi ứng suất trong cốt dọc chưa cao, cũng phù hợp với yêu cầu khống chế ứng suất khi chịu tải dài hạn [11].



***Hình 2.13** - Trạng thái phá hoại*

3. KẾT LUẬN

Việc sử dụng cốt GFRP thay thế cho cốt thép cho loại cấu kiện cừ bê tông đúc sẵn là giải pháp khá hiệu quả và phù hợp với những môi trường có tính ăn mòn cao.

Theo kết quả thí nghiệm loại cừ này có ứng xử tương tự như các loại cừ thép và bê tông cốt thép đúc sẵn đang được sử dụng trên thị trường.

Với độ cứng uốn tổng thể bằng khoảng 30% loại cừ thép PU6 cho thấy rằng độ cứng loại cừ này là khá nhỏ so với cừ thép và cần có biện pháp tăng cường như sử dụng giải pháp ứng lực trước cho cốt GFRP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 5574:2018: *Tiêu chuẩn thiết kế bê tông và bê tông cốt thép*, Tiêu chuẩn Việt Nam.

[2] TCVN 9347:2012: *Cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép đúc sẵn - Phương pháp thí nghiệm gia tải để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt*, Tiêu chuẩn Việt Nam.

[3] Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Trường Thắng, Võ Mạnh Tùng (2021), *Kết cấu bê tông cốt thép - Phần cấu kiện cơ bản*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[4] TCVN 3118:2022: *Bê tông - Phương pháp xác định cường độ chịu nén*, Tiêu chuẩn Việt Nam.

[5] TCVN 8862:2011: *Quy trình thí nghiệm xác định cường độ kéo khi ép chẻ của vật liệu hạt liên kết bằng các chất kết dính*, Tiêu chuẩn Việt Nam.

[6] JIS A 5373:2016: *Precast prestressed concrete products*, Japanese Industrial Standard.

[7] ACI 318-19 (Reapproved 2022), *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, American Concrete Institute.

[8] ACI code-440.11-22, *Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Bars-Code and Commentary*, American Concrete Institute.

[9] ArcelorMittal Piling handbook 9th edition.

[10] Jabbar S.A., Saad B.H. Farid (2018), "Replacement of steel rebars by GFRP rebars in the concrete structures", *Karbala International Journal of Model Sience*, Vol. 4, 216-227.

[11] Tommaso D'Antino, Marco A. Pisani (2019), "Long-term behavior of GFRP reinforcing bars", *Composite Structure*, Vol. 227.

■Ngày nhận bài: 24/7/2024 ■Ngày sửa bài: 16/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/9/2024

Nghiên cứu mô phỏng số khả năng kháng chấn của cột bê tông cốt CFRP

Numerical study of Seismic performance of concrete column reinforced by CFRP reinforcements

> THS VÕ MINH QUANG [1,2], GS.TS MAKI TAKESHI[2]
[1]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
[2]Khoa Kỹ thuật xây dựng và Môi trường, Đại học Saitama, Nhật Bản; Email: quangvm@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, Polyme sợi carbon (CFRP) dạng thanh được áp dụng phổ biến để thay thế cho cốt thép thanh truyền thống do nhiều tính chất ưu việt của nó như trọng lượng nhẹ, cường độ cao và không bị ăn mòn dưới các điều kiện môi trường cực đoan. Tuy nhiên, hiện tại trên thế giới chưa có nhiều tiêu chuẩn, chỉ dẫn nào đề cập hay hướng dẫn chi tiết việc thiết kế kết cấu bê tông cốt FRP chịu động đất. Bài báo này trình bày nghiên cứu khả năng kháng chấn của cột bê tông cốt CFRP, một cấu kiện quan trọng trong việc bảo đảm sự toàn vẹn của một công trình. Phương pháp phân tích phần tử hữu hạn sử dụng phần mềm DIANA sẽ được sử dụng để mô phỏng 2 cột bê tông cốt CFRP và cốt thép chịu tải trọng lặp đổi chiều tuần hoàn và so sánh khả năng kháng chấn của chúng.

Từ khóa: Cột bê tông; cốt CFRP; khả năng kháng chấn; tải trọng lặp đổi chiều; phân tích phần tử hữu hạn.

ABSTRACT

In recent years, Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) bars have been widely applied to replace conventional steel bars due to their numerous advantages, such as light weight, high strength and non-corrosion under extreme environmental conditions. However, there are currently very few standards or guidelines in the world that mention or instruct detailly the design of FRP bars reinforced concrete structures that are resistant to earthquakes. This paper will present the study of seismic resistance of CFRP reinforced concrete columns, an important structural element in ensuring the integrity of a building. The finite element analysis method using DIANA software will be used to simulate 2 concrete columns reinforced by CFRP and steel bars under reversed cyclic loading and compare their seismic resistance.

.**Keywords:** Concrete column; CFRP reinforcement; Seismic performance; Reversed cyclic loading; Finite element analysis.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay trên thị trường, có rất nhiều loại thanh FRP khác nhau đã và đang được ứng dụng vào các dự án, công trình thực trên khắp thế giới, có thể kể đến như thanh Polymer sợi thủy tinh (GFRP), thanh Polymer sợi Aramid (AFRP), thanh Polymer sợi Carbon (CFRP). Trong số đó, thanh Polymer sợi carbon (CFRP) thể hiện sự hứa hẹn nhất, bao gồm cường độ và mô đun đàn hồi cao, cũng như sở hữu đặc tính nhẹ và không bị ảnh hưởng trong các loại môi trường cực đoan như các loại vật liệu FRP khác [6].

Ở các nước phát triển, hiện đã có một vài tiêu chuẩn, chỉ dẫn hiện hành đề cập, hướng dẫn việc thiết kế kết cấu bê tông cốt FRP như "Recommendation for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforced Materials" [5] của Hiệp hội Kỹ sư Xây dựng Nhật Bản JSCE vào năm 2007, hay ACI 440.1R-15 [1] của Viện Bê tông Hoa Kỳ ACI vào năm 2015. Tuy nhiên, chưa tiêu chuẩn chỉ dẫn nào đề cập đến hay hướng dẫn chi tiết phương pháp thiết kế cũng như phương pháp đánh giá khả năng chịu động đất của kết cấu bê tông cốt FRP.

Bê tông cốt thép thông thường được sử dụng rộng rãi trong các kết cấu chịu động đất do sự hình thành khớp dẻo được tạo ra từ khả năng chảy dẻo của cốt thép. Cơ chế này cho phép kết cấu tiêu tán năng lượng trong trận động đất, mang lại khả năng kháng chấn tốt. Ngược lại, vật liệu FRP, bao gồm cả CFRP, là vật liệu không đẳng hướng, tuyến tính và ứng xử đàn hồi, do đó không có cơ chế chảy dẻo của cốt thép [6]. Sự khác biệt này đặt ra câu hỏi về khả năng kháng chấn của kết cấu bê tông cốt CFRP, cũng như hạn chế việc áp dụng cốt CFRP ở vùng có động đất.

Kết cấu khung bê tông được sử dụng phổ biến trong cả các công trình dân dụng và cơ sở hạ tầng như cầu, cầu cạn, và trong số các kết cấu này, khung bê tông đóng vai trò là kết cấu chống động đất là khá phổ biến. Đối với kết cấu khung, cột đóng một vai trò quan trọng trong việc duy trì tính toàn vẹn của hệ kết cấu, và khi xảy ra động đất, các cột ứng xử một cách phức tạp và sự phá hủy của một cột có thể dẫn đến sự sụp đổ của toàn bộ công trình. Hiện nay đã có một số nghiên cứu thực nghiệm cũng như mô phỏng số khả năng kháng chấn của cột cốt FRP, có thể kể đến như tác giả Souza [7] , Elshamandy [8] và Ali [9] nghiên cứu khả năng kháng chấn của cột bê tông sử dụng cốt dọc và cốt đai GFRP hay tác giả Zhao [10] [11] [12] nghiên cứu khả năng cột bê tông chỉ sử dụng cốt dọc CFRP, cốt đai vẫn sử dụng đai thép như thông thường. Vì vậy, việc nghiên cứu, đánh giá khả năng kháng chấn của cột bê tông sử dụng cả cốt dọc lẫn cốt đai CFRP là hết sức cần thiết.

Bài báo sẽ mô phỏng cột bê tông cốt CFRP và BTCT chịu tải trọng phân bố đều giá trị không đổi theo phương thẳng đứng trên đỉnh cột đồng thời với tải trọng lặp đổi chiều tuần hoàn theo phương ngang được kiểm soát bằng giá trị chuyển vị tại điểm đặt lực. Cốt thép dọc và cốt thép đai của 2 mẫu cột sẽ được thiết kế với tiêu chuẩn tương ứng của ACI.

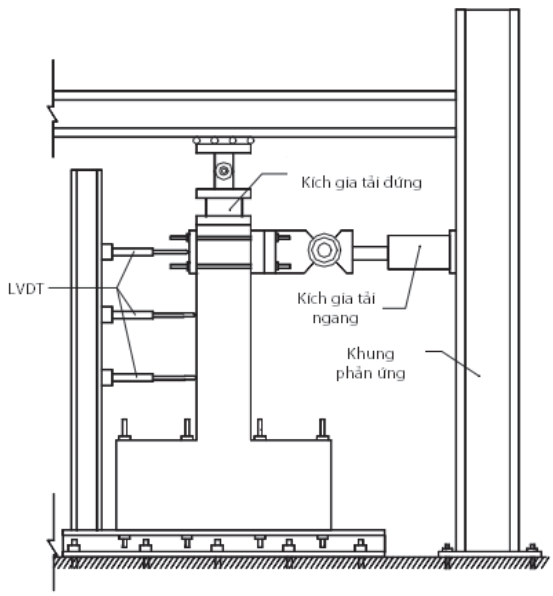
2. MÔ TẢ VÀ THIẾT KẾ MẪU NGHIÊN CỨU

2.1. Mô tả và nguyên lý thiết kế mẫu nghiên cứu

Để đánh giá khả năng chịu động đất của cột bê tông nói chung, thí nghiệm cột bê tông chịu tải trọng lặp đổi chiều tuần hoàn thường được thực hiện. Cột thường được đặt dưới 1 áp lực không đổi theo phương dọc trục, sau đó sẽ được gia tải ngang tĩnh, với tải trọng ngang được kiểm soát và diễn tả dưới dạng chuyển vị cưỡng bức.

Hình 1 thể hiện sơ đồ thí nghiệm được mô tả như trên, được tác giả Ranasinghe thực hiện tại phòng thí nghiệm của Đại học Saitama [13].

Nghiên cứu sẽ dựa trên thí nghiệm này để mô phỏng khả năng kháng chấn của 1 cột bê tông cốt CFRP cũng như 1 cột BTCT.



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm cột thực hiện bởi Ranasinghe [13]

Nguyên lý thiết kế mẫu nghiên cứu

Để đánh giá khả năng của cột cốt CFRP, 1 cột BTCT cùng kích thước sẽ được sử dụng làm mẫu đối chứng. Với cùng 1 giá trị lực dọc tham chiếu, 2 cột này sẽ được thiết kế cốt dọc sao cho giá trị mô men cực đại mà tiết diện 2 cột này có thể chịu được là tương đương với nhau. 2 tiêu chuẩn Hoa Kỳ được sử dụng để thiết kế là ACI 318-19 [2] cho cột BTCT và ACI 440.1R-15 [1] cho cột BT cốt CFRP.

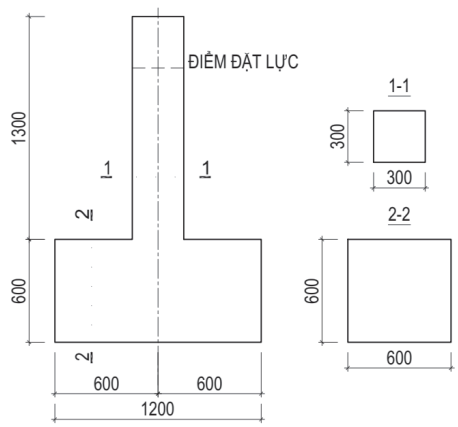
Cốt đai của cột BTCT truyền thống sẽ được cấu tạo theo chương 18 của ACI 318-19 cho cột trong khung mô men kháng chấn trung bình và khung mô men kháng chấn đặc biệt [2]. Còn ở mẫu cột BT cốt CFRP, thay vì thiết kế theo lực cắt thông thường, nghiên cứu ưu tiên việc đảm bảo sự toàn vẹn của phần lõi bê tông của cột (phần bê tông được bao bọc bởi khung cốt thép, ở đây là khung cốt CFRP). Để đảm bảo được tiêu chí trên, cốt đai của mẫu cột BT cốt CFRP sẽ được lựa chọn sao cho độ cứng dọc trục ($K = EA$) của nó và cốt đai thép ở cột BTCT có giá trị tương đương.

2.2. Thông số, cấu hình của mẫu nghiên cứu

Bảng 1 và Hình vẽ 2 dưới đây mô tả thông số hình học, kích thước của mẫu

Bảng 1: Thông số hình học mẫu nghiên cứu

Cấu kiện	b (mm)	h (mm)	L (mm)
Cột	300	300	1300
Móng	600	600	1200



Hình 2. Kích thước mẫu nghiên cứu

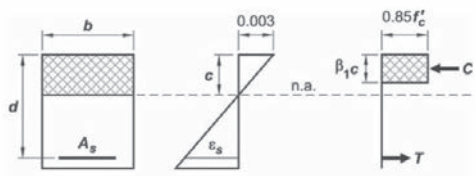
Vật liệu được sử dụng cho nghiên cứu được liệt kê như dưới đây:

Bê tông: Cường độ nén đặc trưng $f_c' = 30\ (MPa)$;
Mô đun đàn hồi: $E_c = 25000\ (MPa)$

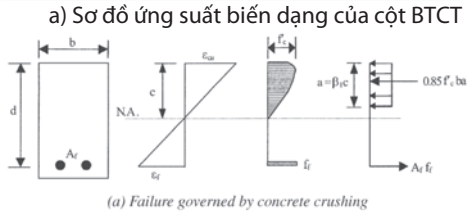
Cốt thép: Cốt thép dọc SD390, cốt thép đai SD345:
Mô đun đàn hồi: $E_s = 200000\ (MPa)$
SD390: Cường độ chảy dẻo đặc trưng: $f_y = 390\ (MPa)$
Cường độ tới hạn đặc trưng: $f_u = 560\ (MPa)$
SD345: Cường độ chảy dẻo đặc trưng: $f_y = 345\ (MPa)$
Cường độ tới hạn đặc trưng: $f_u = 490\ (MPa)$

***Cốt CFRP*:** Sử dụng CFCC-DR có thông số như sau
Cường độ tới hạn đặc trưng: $f_{fu} = 1770\ (MPa)$
Mô đun đàn hồi $E_{FRP} = 150000\ (MPa)$ hoặc 160000 (MPa) (Cho đường kính nhỏ hơn 10mm)

Với tiết diện cột 300x300mm, giá trị lực dọc tham chiếu là 270kN (tương đương 10% khả năng chịu lực của cột chỉ tính bê tông), cốt dọc của cột cốt CFRP và cốt thép được thiết kế theo tiêu chuẩn ACI tương ứng [1] [2] để có giá trị mô men tới hạn tương đương nhau. Ở cả 2 trường hợp, tiết diện đều được thiết kế sao cho phá hủy diễn ra ở thớ nén của tiết diện và bê tông bị nén vỡ. Hình 3 là sơ đồ ứng suất-biến dạng của tiết diện cốt thép và tiết diện cốt FRP.



a) Sơ đồ ứng suất biến dạng của cột BTCT



b) Mô hình tính tiết diện cốt FRP

Hình 3. Mô hình tính toán theo ACI

Để đảm bảo sự tương đồng của hiệu ứng bó cũng như mức độ bảo vệ của phần lõi bê tông cột khi sử dụng 2 loại cốt đai khác nhau,

thông số cốt đai được lựa chọn sao cho độ cứng dọc trục là tương đồng. Độ cứng dọc trục được tính toán như sau:

$$K = \frac{E_s A_{sv}}{s} \approx \frac{E_{FRP} A_{fv}}{s}$$

Trong đó E_s và E_{FRP} lần lượt là mô đun đàn hồi của thép và CFRP, A_{sv} và A_{fv} là diện tích cốt đai tương ứng và s là khoảng cách giữa các nhánh cốt đai.

Bảng 2 và Bảng 3 tổng hợp thông số về cốt thép, cốt CFRP được sử dụng của 2 mẫu sau khi được tính toán.

Bảng 2: Thông số cốt dọc của các mẫu

Mẫu	Bố trí (mm)	Diện tích (mm^2)	Hàm lượng (%)	M (kNm)
Thép	8 d 19	2292	2.55	103.73
CFRP	8 d 15.9	1000	1.11	100.50

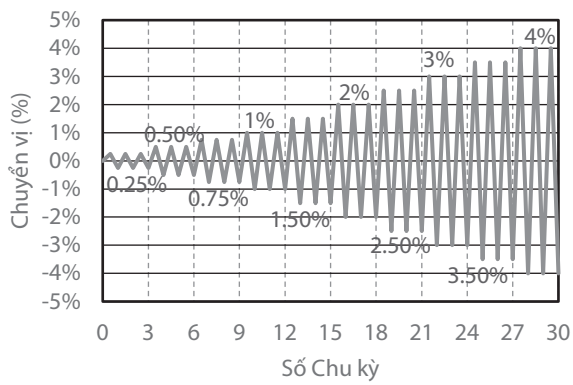
Bảng 3: Thông số cốt đai của các mẫu

Mẫu	Bố trí (nhánh x mm)	Khoảng cách (mm)	Diện tích (mm^2)	E (GPa)	EA (kN)
Thép	2 x 6	75	56.5	200	11300
CFRP	2 x 7.2	75	65.4	160	10464

2.3. Chu kỳ gia tải

Chu kỳ gia tải của tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 374.2R-13 [3] thường được sử dụng để đánh giá các kết cấu bê tông dưới tải trọng lặp đổi chiều. Tuy nhiên theo [3], biên độ chuyển vị của mỗi lần gia tải được lấy tỷ lệ theo của mức chuyển vị mà cốt thép trong kết cấu chảy dẻo, và với mỗi biên độ, ít nhất 2 chu kỳ gia tải được thực hiện.

Đối với việc đánh giá kết cấu bê tông sử dụng FRP, các biên độ chuyển vị tỷ lệ theo mức chuyển vị cốt thép chảy dẻo không phù hợp, do vật liệu FRP không có tính chất cơ học đó. Vì vậy nghiên cứu này sử dụng chu kỳ gia tải được hiệu chỉnh từ ACI 374.2R_13 [3], và với mỗi biên độ chuyển vị, 3 chu kỳ được thực hiện.

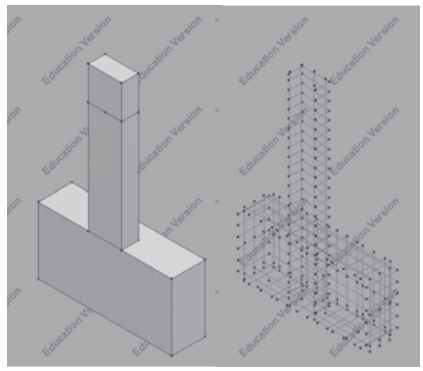


Hình 4. Chu kỳ gia tải

3. MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU

Phương pháp phân tích phần tử hữu hạn (FEA) là một công cụ ưu việt, tuy đòi hỏi lớn về mặt phần cứng máy tính, nhưng cho ra xử lý khối lượng tính toán lớn, phức tạp và cho ra kết quả chính xác, sát với kết quả thực tế thu được từ thí nghiệm với những khai báo đầu vào chính xác. Ngoài ra, FEA còn khắc phục nhiều hạn chế của việc thí nghiệm thực tế, có thể kể đến như khả năng nghiên cứu nhiều mẫu hơn, cũng như khảo sát sự ảnh hưởng của nhiều tham số hơn. Nghiên cứu này sử dụng phần mềm DIANA FEA phiên bản Giáo dục (Educational Version).

Hình 5 thể hiện phần bê tông và cốt thép của nghiên cứu được mô hình trong phần mềm. Do mẫu nghiên cứu có tính chất đối xứng, ½ mẫu nghiên cứu được mô hình trong DIANA.



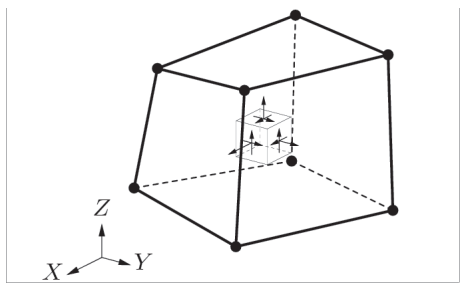
(a) **(b)**

Hình 5. Mô hình trong phần mềm Diana (a): Mô hình bê tông, (b): Mô hình cốt thép

3.1. Phần tử trong mô hình

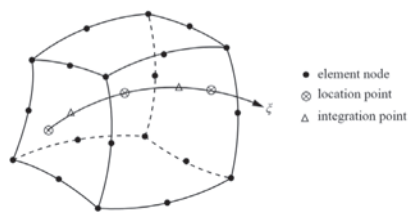
Mô hình sau khi được khai báo trong phần mềm DIANA sẽ được rời rạc hóa thành các phần tử. Cả bê tông và cốt dọc, cốt đai sẽ đều được mô hình bằng các phần tử phù hợp với chúng trong nghiên cứu này. Bê tông được mô hình thành phần tử khối và cốt dọc, đai được mô hình thành phần tử thanh.

Phần tử khối HX24L: Được sử dụng để mô hình bê tông của cột và móng. Là phần tử gồm tám nút với ba bậc tự do tại mỗi nút theo phương x, y, z. Mô hình này là cho phép định nghĩa vật liệu phi tuyến, có thể xét được nứt (theo ba phương), nén vỡ, biến dạng dẻo và từ biến, dùng để mô tả vật liệu bê tông có chứa hàm lượng cốt thép.



Hình 6. Phần tử khối

Phần tử thanh Embedded bar: Được sử dụng để mô hình cốt thanh, cốt đai. Có ứng xử giống như giàn với các biến dạng và ứng suất chỉ theo hướng dọc. Ứng xử theo ứng xử của các phần tử chủ (ở đây là bê tông) mà chúng được vào. Mô hình Embedded bar sẽ không mô phỏng được quan hệ dính-trượt của bê tông và cốt thép.



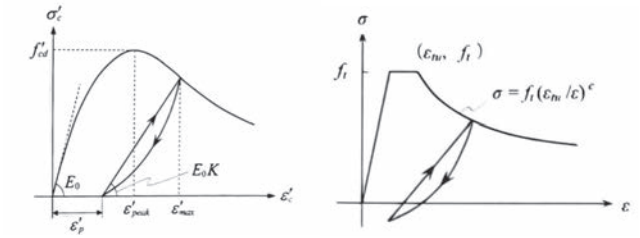
Hình 7. Phần tử thanh nằm trong phần tử khối

3.2. Mô hình vật liệu

Sử dụng mô hình vật liệu bê tông và cốt thép được xây dựng sẵn trong phần mềm Diana theo tiêu chuẩn chỉ dẫn về kết cấu bê tông của JSCE năm 2017. Lý do là các mô hình vật liệu này có kể đến được sự làm việc phi tuyến, kể đến sự tương tác của vật liệu bê tông và cốt thép, cũng như ứng xử của bê tông và cốt thép khi chịu tải trọng lặp.

+ Bê tông: Sử dụng mô hình phi tuyến 'Total strain based crack model' (mô hình vết nứt dựa theo tổng biến dạng). Ứng xử nén được khai báo theo mô hình Maekawa Cracked Concrete curve (mô

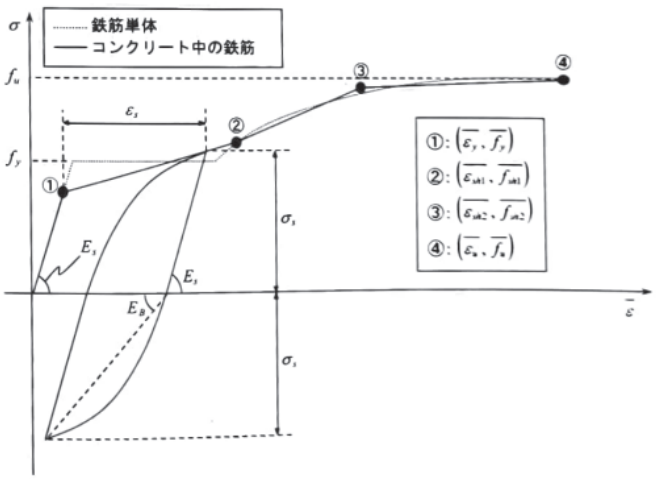
hình đường cong bê tông nứt Maekawa), ứng xử kéo được khai báo theo mô hình JSCE tension stiffening (mô hình cường độ kéo tăng cường của JSCE). Chi tiết công thức xây dựng của 2 mô hình này được đề cập trong [4].



(a) **(b)**

Hình 8. Mô hình vật liệu bê tông (a): mô hình ứng xử nén, (b): mô hình ứng xử kéo [4]

+ Cốt thép: Sử dụng mô hình JSCE plasticity (mô hình phi tuyến dẻo của JSCE). Mô hình này có kể đến sự làm việc của cốt thép ở giai đoạn củng cố. Chi tiết công thức xây dựng của mô hình này được đề cập trong [4].

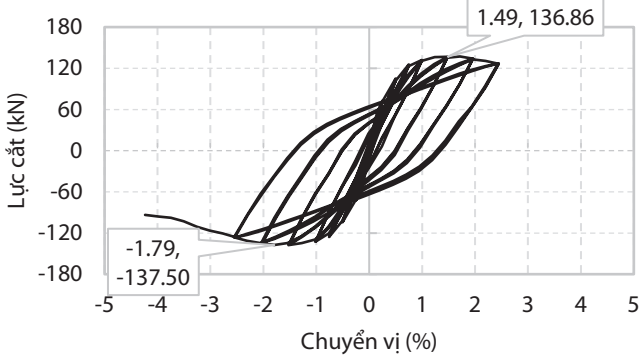


Hình 9. Mô hình vật liệu cốt thép [4] Đường nét đứt: Ứng xử của cốt thép độc lập; Đường nét liền: Ứng xử của cốt thép trong bê tông

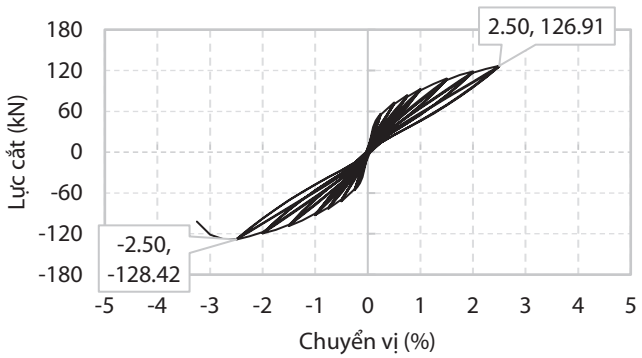
CFRP: được mô hình là vật liệu đàn hồi. Mô đun đàn hồi nén và ứng suất tới hạn nén sẽ được giảm đi 50%, dựa trên các kết quả thí nghiệm khi nén thanh CFRP của các tác giả Kobayashi [15] và Khan [14].

4. SO SÁNH KHẢ NĂNG CỦA CỘT BÊ TÔNG CỐT FRP VÀ CỐT THÉP

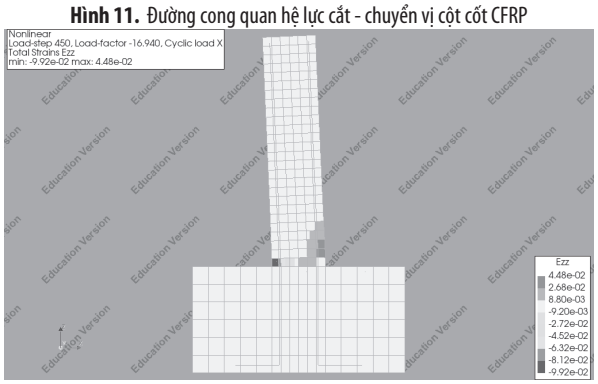
Những kết quả thu được từ việc phân tích bao gồm đường cong quan hệ lực cắt - chuyển vị, trạng thái, biến dạng của cột BTCT và cột BT cốt FRP khi bị phá hủy, đường bao lực cắt - chuyển vị .



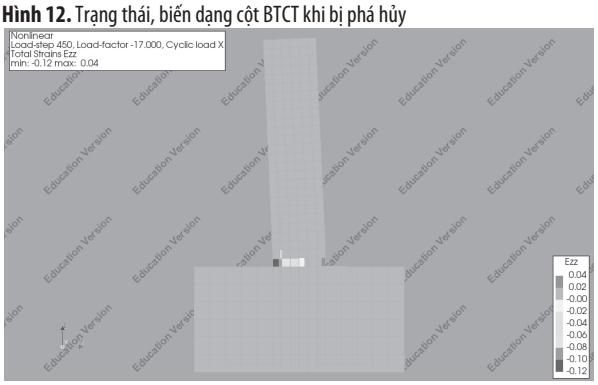
Hình 10. Đường cong quan hệ lực cắt - chuyển vị của cột BTCT



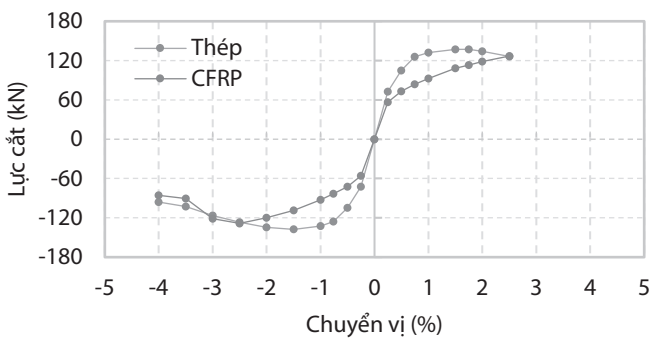
Hình 11. Đường cong quan hệ lực cắt - chuyển vị cột cốt CFRP



Hình 12. Trạng thái, biến dạng cột BTCT khi bị phá hủy

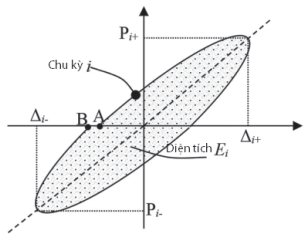


Hình 13. Trạng thái, biến dạng cột cốt CFRP khi bị phá hủy

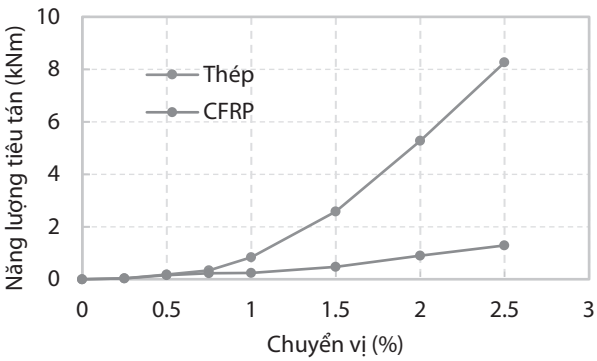


Hình 14. Đường bao lực cắt - chuyển vị của 2 cột

Năng lượng tiêu tán là một thông số quan trọng sử dụng để đánh giá khả năng kháng chấn của một kết cấu. Năng lượng tiêu tán của 1 chu kỳ i được định nghĩa là diện tích E_i mà vòng lặp của nó bao phủ (Hình 15). Từ biểu đồ đường cong quan hệ lực cắt- chuyển vị của 2 mẫu, xây dựng biểu đồ năng lượng tích tụ để so sánh trực tiếp khả năng tiêu tán năng lượng của 2 cột (Hình 16).



Hình 15. Định nghĩa năng lượng tiêu tán của 1 chu kỳ



Hình 16. Biểu đồ năng lượng tiêu tán tích tụ

Nhận xét

- Từ biểu đồ đường cong chuyển vị, có thể thấy ở cả 2 mẫu cột, ở mức chuyển vị 2.5% theo chiều âm đều thấy sự suy giảm tải trọng ngang. Điều này cho thấy tại mức chuyển vị này, cột bị phá hoại. Ở mức chuyển vị này, biến dạng của phần tử bê tông ở chân cột là rất lớn dẫn đến biến dạng hình học lớn của cả cột, từ đó dẫn đến sự suy giảm khả năng chịu lực của cột. Hình 12 và Hình 13 cho thấy biến dạng của phần tử bê tông chân cột, cũng như trạng thái biến dạng của 2 cột khi bị phá hủy.

- Do đặc tính dẻo của vật liệu thép, trong quá trình dỡ tải, khi không còn tải trọng ngang tác dụng vào, cột thép vẫn còn lượng chuyển vị dư khá lớn do biến dạng dư của các thanh cốt thép chịu kéo. Ngược lại, ở cột cốt CFRP, do đặc tính làm việc hoàn toàn đàn hồi, chuyển vị dư của cột sau khi dỡ tải là rất nhỏ, biểu đồ quan hệ lực cắt chuyển vị có xu hướng đi qua gốc tọa độ.

- Kiểm tra từ mô hình, cốt thép ở cột cốt thép bắt đầu chảy dẻo ở mức chuyển vị 1%. Điều này thể hiện rõ ở biểu đồ bao khi sau mức chuyển vị này, lực tăng rất chậm và có biểu đồ lực-chuyển vị xu hướng gần như nằm ngang. Ngược lại ở cột cốt CFRP, từ sau mức chuyển vị 0.25%, lực tăng rất đều, gần như tuyến tính cho đến khi cột bị phá hủy. Lý do cho hiện tượng cũng xuất phát từ việc CFRP ứng xử và được mô hình là tuyệt đối đàn hồi, nên lực trong thanh CFRP sẽ tăng dần, tỷ lệ với Mô đun đàn hồi của vật liệu.

- Từ biểu đồ năng lượng tiêu tán tích tụ, mức độ tiêu tán năng lượng của cột cốt CFRP là thấp hơn rất nhiều so với cột thép. Năng lượng tiêu tán tích tụ của cột BTCT đến khi bị phá hủy là 8.26 kNm, lớn hơn khoảng 6 lần so với 1.29 kNm của cột cốt CFRP lớn hơn

- Cả 2 mô hình đều bị phá hoại do uốn, không có sự phá hoại đột ngột do cắt, điều đó chứng tỏ việc thay thế cốt đai thép bằng cốt đai CFRP với mục đích bảo vệ phần lõi bê tông của cột theo tiêu chí độ cứng dọc trục tương đương là hợp lý.

5. KẾT LUẬN

- Bài báo này đã thành công mô phỏng ứng xử của cột BTCT và bê tông cốt CFRP, qua đó đánh giá và so sánh được khả năng kháng chấn của chúng. Qua kết quả phân tích bằng phần tử hữu hạn, khả năng chịu lực cũng như chuyển vị của cột cốt CFRP là gần tương đương với cột cốt thép (lực thấp hơn khoảng 7%, mức chuyển vị bị phá hoại như nhau) khi cả 2 cột được thiết kế có cùng khả năng chịu mô men với cùng 1 giá trị lực dọc tham chiếu.

- Khi so sánh khả năng tiêu tán năng lượng, cột cốt CFRP là thấp hơn khá nhiều so với cột BTCT truyền thống. Tuy nhiên, cột BT cốt CFRP do có sự làm việc hoàn toàn đàn hồi của thanh CFRP, biến dạng dư của cột là rất nhỏ sau mỗi chu kỳ. Việc này có thể gợi mở sự ứng dụng của cốt CFRP vào kết cấu không yêu cầu cao về mặt tiêu tán năng lượng, nhưng có yêu cầu cao về mặt đảm bảo sự toàn vẹn, sự thẳng đứng của cấu kiện cột sau 1 trận động đất.

- Kiến nghị có những nghiên cứu thực nghiệm, nghiên cứu số khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng kháng chấn của cột cốt CFRP như giá trị lực dọc, hàm lượng cốt dọc và cốt đai, cũng như xét đến yếu tố dính-trượt giữa cốt CFRP và bê tông.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện và hoàn thành nhờ sự cung cấp bản quyền (phiên bản giáo dục - Educational Version) của phần mềm DIANA FEA từ Đại học Saitama.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ACI 440.1R-15 (2015). Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars. American Concrete Institute.

[2] ACI 318-2019 (2019). Building Code Requirements for Structural Concrete. American Concrete Institute.

[3] ACI 374.2R-13 (2013). Guide for Testing Reinforced Concrete Structural Elements Under Slowly Applied Simulated Seismic Loads. American Concrete Institute.

[4] JSCE (2017). Standard Specifications for concrete structures. Japan Society of Civil Engineers.

[5] JSCE (2007). Recommendation for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforced Materials. Japan Society of Civil Engineers.

[6] Nanni, A., De Luca, A., & Zadeh, H. (2014). Reinforced concrete with FRP bars. *Reinforced Concrete with FRP Bars. CRC Press, London, United Kingdom*.

[7] Souza, W. M., Correia, J. R., Firmo, J. P., Almeida, J., Rosa, I. C., & Correia, A. A. (2024). Experimental Study on Seismic Behavior of Concrete Columns Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer Bars. ACI Structural Journal, 121(4).

[8] Elshamandy, M. G., Farghaly, A. S., & Benmokrane, B. (2018). Experimental behavior of glass fiber-reinforced polymer-reinforced concrete columns under lateral cyclic load. *ACI Struct. J*, *115*(2), 337-349.

[9] Ali, M. A., & El-Salakawy, E. (2016). Seismic performance of GFRP-reinforced concrete rectangular columns. *Journal of Composites for Construction*, *20*(3), 04015074.

[10] Jun, Z., Chenzhe, S., Wenbo, R., Xiangcheng, Z., & Yuping, S. (2021, August). Experimental and numerical studies on seismic performance of rectangular concrete columns reinforced by CFRP bars with different ratios and positions. In Structures (Vol. 32, pp. 237-253). Elsevier.

[11] Zhao, J., Ren, W., Ruan, X., Gong, X., & Si, C. (2021). Experimental study on the seismic performance of columns reinforced by the CFRP bar and sheet. *Applied Composite Materials*, *28*(4), 1291-1313.

[12] Zhang, X., Hu, Y., Zhao, J., Huang, X., Feng, Y., & Wang, P. (2024). Experimental study on seismic performance of CFRP bar reinforced concrete columns with magnetorheological damper. *Engineering Structures*, *314*, 118322.

[13] Ranasinghe, K., Mutsuyoshi, H., & Uchibori, H. (2002). Cyclic testing of reinforced concrete columns with unbonded reinforcement. *A A*, *6*, 150mm.

[14] Khan, Q. S., Sheikh, M. N., & Hadi, M. N. (2015). Tension and compression testing of fibre reinforced polymer (FRP) bars.

[15] Kobayashi, K., & Fujisaki, T. (1995). 32 compressive behavior of FRP reinforcement in non-prestressed concrete members. In *Non-Metallic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures: Proceedings of the Second International RILEM Symposium* (Vol. 29, p. 267). CRC Press.

[16] Nguyễn Lê Ninh, Phan Văn Huệ, Võ Mạnh Tùng, (2022), Cơ sở tính toán tác động và thiết kế nhà phòng chống động đất, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.

[17] Nguyễn Lê Ninh, Phan Văn Huệ, (2018), Kết cấu nhà bê tông cốt thép nhiều tầng, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.

[18] TCVN 9386:2012: Thiết kế công trình chịu động đất – Phần 1: Quy định chung, tác động động đất và quy định đối với kết cấu nhà.

■Ngày nhận bài: 19/7/2024 ■Ngày sửa bài: 06/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/9/2024

Khảo sát ảnh hưởng của phản ứng pozzolan tới cường độ chịu nén của bê tông cường độ cao bằng nhiễu xạ X-quang

Investigation of the pozzolanic activities' influence on the compressive strength of high-strength concrete using X-ray diffraction tests

> THS NGUYỄN NGỌC HIẾU, THS ĐOÀN THỊ QUỲNH MAI
Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: hieunn@huce.edu.vn; maidtq@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày một số kết quả thực nghiệm sử dụng kỹ thuật nhiễu xạ X-quang nhằm khảo sát ảnh hưởng hoạt tính của tro bay (FA) và silica fume (SF) tới sự phát triển cường độ chịu nén của bê tông cường độ cao (CĐC) có tỷ lệ khối lượng xi măng được thay thế bằng các vật liệu pozzolan nói trên là 0% (mẫu đối chứng), 10% và 30%. Thí nghiệm được thực hiện trên các viên mẫu hình trụ 100×200 (mm) khi bê tông đạt 7, 28, 91 và 182 ngày tuổi. Kết quả cho thấy các xu hướng phát triển giảm và tăng dần theo thời gian tương ứng của phản ứng thủy hóa và phản ứng pozzolanic. Bên cạnh đó, do lượng SF tham gia phản ứng cao gấp hai lần lượng FA, nên tạo ra một lượng đáng kể $Ca(OH)_2$, đẩy nhanh tốc độ phản ứng pozzolanic và tạo thêm chất C-S-H, nhờ đó mặc dù có cường độ chịu nén thấp hơn mẫu bê tông đối chứng trong 28 ngày đầu, những sau đó cường độ của mẫu bê tông pozzolan dần được cải thiện từ 91 ngày tuổi và vượt lên mẫu bê tông đối chứng ở 182 ngày tuổi. Một số vấn đề trong việc ứng dụng loại bê tông CĐC này trong thực tế được bình luận trong phần cuối của bài báo.

Từ khóa: Bê tông; cường độ cao (CĐC); pozzolan; tro bay; silica fume.

ABSTRACT

This study presents experimental results using X-ray diffraction tests to investigate the influence of the activities of fly ash (FA) and silica fume (SF) on the compressive strength development of high strength concrete (HSC) having the by-mass ratios of 0% (control sample), 10%, and 30% of ordinary Portland cemnet (OPC) replaced by the above pozzolanic materials. Tests were conducted on 100×200 (mm) cylinder concrete samples at the ages of 7, 28, 91 and 128 days. Experimental results shows that there are gradually reduction and increment trends in hydrat reactions and pozzolanic reaction, respectively. Besides, since the reaction amount of SF was two times higher than that of FA, producing a significant amount of $Ca(OH)_2$, thereby speeding up the pozzolanic reaction and create more C-S-H. Hence, concrete compressive strength of pozzolanic-containing concrete was lower than that of OPC concrete samples for the first 28 days; but by day 91, it was surpassed by samples containing SF; then after 182 days, the pozzolan-containing samples' intensity kept rising significantly. In the latter part of the paper, a number issues of applying this pozzolanic concrete in reality will be discussed.

Keywords: Concrete; high strength; pozzolan; fly ash; silica fume.

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, việc sử dụng chất thải công nghiệp để sản xuất bê tông đã được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu do tác dụng tích cực của nó trong nỗ lực bảo vệ môi trường toàn cầu [1,4]. Xi măng có nhiều tác động tiêu cực đến môi trường gây bởi quá trình khai thác đá vôi làm nguyên liệu thô tạo ra một lượng khí thải CO_2 đáng kể. Tại Nhật Bản, lượng CO_2 từ ngành công nghiệp sản xuất xi măng chiếm khoảng 4% tổng lượng khí thải nhà kính [5]. Để đối phó, Bộ Kinh tế, Thương mại và Công nghiệp của Nhật bản (METI) đã đặt ra mục tiêu "mở rộng sử dụng xi măng hỗn hợp" - là một trong những biện pháp để cải thiện thực trạng này. Tro bay (FA) và silica fume (SF) là hai sản phẩm phụ công nghiệp có nhiều đặc tính tương tự như xi măng Portland thường (OPC). Bên cạnh đó, FA và SF đều có các đặc tính thủy hóa tiềm ẩn, có thể tăng cường độ lâu dài, giảm nhiệt thủy hóa của bê tông, cải thiện độ kín nước, cải thiện khả năng kháng hóa chất,... Nhiều tính chất tích cực khác cũng được kỳ vọng sẽ phát huy được hiệu quả nếu FA và SF được sử dụng để thay thế một phần OPC làm chất kết dính trong bê tông [3,6,10]. Tại các

nước tiên tiến trên thế giới, một số nghiên cứu về ảnh hưởng của FA và SF đến bê tông có cường độ chịu nén trên 100 MPa đã được thực hiện sử dụng thử nghiệm nhiễu xạ X-quang [8]. Tuy nhiên, theo hiểu biết của tác giả, tại Việt Nam thử nghiệm kỹ thuật cao này mới chủ yếu được sử dụng trong ngành khai thác mỏ mà chưa được ứng dụng nhiều trong nghiên cứu chuyên sâu về vật liệu bê tông.

Trong bài báo này, bê tông cường độ cao (CĐC) với cấp phối có FA và SF được xử lý bằng hộp bảo dưỡng cách nhiệt đơn giản và bể chứa nước được kiểm soát nhiệt độ. Thí nghiệm dùng nhiễu xạ X-quang để nghiên cứu phản ứng pozzolanic và ảnh hưởng của hàm lượng FA và bột mịn SF đến sự phát triển cường độ và đặc tính co ngót của mẫu CĐC. Trong các vật liệu sử dụng làm chất kết dính cho bê tông, xi măng, tro bay và silica fume có khá nhiều điểm tương đồng về tính chất. Xi măng dạng bột có khối lượng riêng khoảng 3,16 g/cm^3 (giá trị cố định trong mọi trường hợp) và diện tích bề mặt trên một đơn vị khối lượng (độ mịn Blaine) khoảng 3,220 cm^2/g. Xi măng đông cứng do phản ứng hydrat hóa với nước là cơ sở để hình thành và phát triển cường độ của bê tông. Thành phần chính của xi măng gồm tricalcium silicate ($3CaO\text{-}SiO_2$, C_3S), dicalcium silicate ($2CaO\text{-}SiO_2$, C_2S), tricalcium aluminate ($3CaO\text{-}Al_2O_3$, C_3A), và tetracalcium aluminoferite ($4CaO\text{-}Al_2O_3\text{-}Fe_2O_3$, C_4AF) [7]. Trên thị trường có khá nhiều loại xi măng với các đặc tính khác nhau tùy thuộc vào hàm lượng của từng hợp chất. Trong nghiên cứu này sử dụng các vật liệu sau: (i) xi măng OPC được chọn làm vật liệu cho mẫu đối chứng; (ii) Tro bay thu được khi tro than dạng hạt sinh ra từ quá trình đốt than được nghiền thành bột rồi thu gom bằng máy lọc bụi tĩnh điện của Nhà máy điện Tomatoh Atsuma (Nhật Bản), có khối lượng riêng là 2,29 g/cm^3, độ mịn Blaine là 4170 cm^2/g - thuộc loại JIS II; và (iii) Silica fume là loại khói công nghiệp, sản phẩm phụ thu được từ quá trình thu gom bụi từ khí thải sinh ra trong quá trình sản xuất ferrosilicon và silicon kim loại trong lò hồ quang từ Na Uy, có khối lượng riêng là 2,2 g/cm^3 và độ mịn Blaine là 200.000 cm^2/g. Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành tại Phòng thí nghiệm của Học viện Công nghệ Mororan (Nhật Bản).

2. TỔNG QUAN VỀ THÍ NGHIỆM XRD

Nhiễu xạ X-quang (X-Ray diffraction - XRD) là một kỹ thuật phân tích không phá hủy, có khả năng cung cấp thông tin về cấu trúc tinh thể, trạng thái, hướng tinh thể và các thông số khác như kích thước hạt trung bình và khuyết tật tinh thể. Bản chất của phương pháp này là sử dụng hiện tượng khi chùm X-quang nhiễu xạ được quét trên các mặt tinh thể của chất rắn, tính tuần hoàn của cấu trúc tinh thể làm phát sinh phổ nhiễu xạ cực đại và cực tiểu. Kỹ thuật này thường được sử dụng để phân tích cấu trúc của các vật liệu ở thể rắn. Về bản chất vật lý, nhiễu xạ X-quang cũng giống như nhiễu xạ điện tử (electron). Tuy nhiện sự khác biệt về tính chất quang phổ nhiễu xạ là do sự khác biệt trong tương tác giữa nguyên tử với X-quang hay với electron.

Trong thí nghiệm nhiễu xạ X-quang (XRD), tia X được chiếu tới vật liệu pozzolan dạng bột, giúp nhận diện các hợp chất thông qua kết quả về cường độ tích lũy được thu lại trên máy. Dựa vào đó, có thể định lượng canxi hydroxit $Ca(OH)_2$ và các sản phẩm hydrat hóa. Thí nghiệm XRD được thực hiện với điều kiện đo sử dụng CuKα X-quang, điện áp ống 40 kV, dòng điện ống 30 mA, tốc độ đo 10,0 độ/phút và bước đo 0,02 độ. Khoảng 150g bột nhão được chuẩn bị, không có cốt liệu, và với thành phần thể hiện trong Bảng 1. Bột nhão được niêm phong trong các túi bảo quản riêng cho từng độ tuổi của vật liệu thử nghiệm. Các túi đều kín và được duy trì ở nhiệt độ tương tự như nhiệt độ bảo dưỡng bê tông.

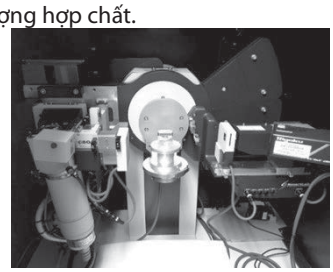
Bảng 1. Tỷ lệ vật liệu dùng cho thí nghiệm XRD

	C (g)	FA (g)	SF (g)	$Ca(OH)_2$	W (g)
Tro bay (FA)	-	100	-	166,4	186,5
Silica fume (SF)	-	-	100	175,8	275,8
Xi măng (OPC)	100	-	-	-	30

Sau khi được bảo dưỡng, bột nhão dần đóng rắn lại và có thể được nghiền đến kích thước từ 2 đến 3 mm hoặc nhỏ hơn rồi ngâm trong dung dịch axeton hai lần (trong 60 phút và 120 phút) để chờ phản ứng pozzolanic dừng hẳn. Sau đó, mẫu tiếp tục được nghiền thành bột đến kích thước 45µm hoặc nhỏ hơn. Sản phẩm được niêm phong ở 20°C trong phòng có nhiệt độ không đổi. Tuổi của vật liệu thí nghiệm được tính bắt đầu từ thời điểm trộn với nước là 0 (vật liệu kết dính trước khi thêm nước), 7, 28 và 91 ngày. Thí nghiệm XRD sử dụng máy đo nhiễu xạ X-quang như trong Hình 1 và Hình 2 để đo đỉnh đặc biệt (cực trị của phổ nhiễu xạ) của hợp chất và cường độ tích hợp của đỉnh tỷ lệ thuận với lượng hợp chất.



Hình 1. Máy đo nhiễu xạ X-quang (bên ngoài)



Hình 2. Máy đo nhiễu xạ X-quang (bên trong)

Trong nghiên cứu này, dữ liệu cường độ tích lũy của canxi hydroxit và các hợp chất C-S-H được lấy ở 2θ bằng 18,0°, 28,7° và 29,4° và phân tích phản ứng pozzolan. Thông số kỹ thuật của các chất được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Thông số vật liệu

	Khối lượng riêng (g/cm^3)	Độ mịn Blaine (cm^2/g)	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)
FA	2,31	4,190	64	22
SF	2,30	200,000	95	0

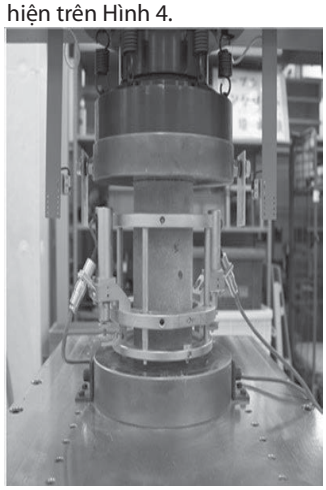
Hợp chất C-S-H có tên đầy đủ là C-S-H (canxi silicat hydrat), có công thức hóa học $C_3S_2\text{-}3H_2O$ và được tạo ra bởi phản ứng hóa học giữa C_3S và C_2S. Nó chiếm 50~60% sản phẩm hydrat hóa và đóng vai trò chính trong việc phát triển cường độ của bê tông. Đây là một tập hợp dạng lưới gồm các vi tinh thể có kích thước vài nano-met, với các khoảng trống giữa các lớp và khoảng trống gel giữa các tinh thể là từ 0,5 đến 3 nm. Hợp chất này khi được tạo ra sẽ giúp cường độ bê tông tăng dần theo thời gian một cách lâu dài. Vì vậy, kết quả của thí nghiệm XRD có thể được sử dụng để so sánh sự phát triển cường độ của bê tông chứa pozzolan so với của bê tông truyền thống. Nhãn và thành phần của các mẫu bê tông dùng trong thí nghiệm cường độ chịu nén được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Thành phần mẫu bê tông

	W/B	s/a	Poz/B (*)		Khối lượng thành phần (kg/m³ bê tông)							
			FA	SF	W	C	FA	SF	S	G	SP	AF
N	30%	49%	0%	0%	165	550	0	0	852	883	2,75	0,00825
FA10			10%	0%	165	495	55	0	843	874	2,73	0,00818
FA30			30%	0%	165	385	165	0	826	857	2,44	0,00733
SF10			0%	10%	165	495	0	55	843	874	3,85	0,01155
SF30			0%	30%	165	385	0	165	826	857	7,32	0,02195

(*) Poz/B: Hàm lượng Poz so với chất kết dính

Thí nghiệm đo cường độ chịu nén được thực hiện theo Tiêu chuẩn JISA 1108 [2]. Mẫu thử có dạng hình trụ có đường kính 100 mm và cao 200 mm, phù hợp với JISA 1132 [2]. Mẫu được đổ hai lớp và được đầm chặt bằng 25 lần nhấn đầm. Mỗi tổ hợp dùng ba mẫu thí nghiệm, lấy cường độ nén là giá trị trung bình cường độ nén của ba mẫu. Bê tông được trộn và đúc khuôn, bịt kín và bảo dưỡng trong phòng ở nhiệt độ 20°C trong tối đa 24 giờ để bê tông đông cứng, sau đó lấy ra khỏi khuôn. Các mẫu bê tông sau đó tiếp tục được dưỡng hộ trong bể chứa nước được kiểm soát nhiệt độ ở 20°C cho đến ngày kiểm tra cường độ nén tại các độ tuổi là 1, 3, 7, 28, 91 và 182 ngày. Trong thí nghiệm cường độ chịu nén, một máy đo biến dạng được gắn vào mẫu để đo biến dạng và mô đun đàn hồi tĩnh được tính toán từ kết quả đo biến dạng (Hình 3). Thiết bị kiểm tra cường độ chịu nén được sử dụng trong các thí nghiệm được thể hiện trên Hình 4.



Hình 3. Mẫu nén được gá vào máy



Hình 4. Tổng thể thiết bị thí nghiệm cường độ nén

Tải trọng tối đa được đo bằng máy đo áp suất và cường độ nén được tính như sau:

$$f'c = \frac{P}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad (1)$$

Trong đó f'c là cường độ chịu nén (N/mm2), P là tải trọng lớn nhất (N) và d là đường kính trung bình của mẫu thử (mm).

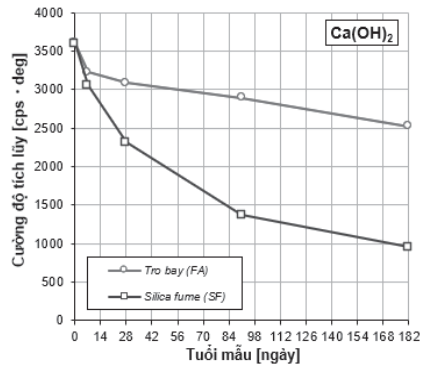
3. THÍ NGHIỆM NHIỄU XẠ X-QUANG (XRD)

Để có số liệu của phản ứng pozzolanic, thí nghiệm XRD giúp xác định hàm lượng hợp chất có trong mẫu ở các giai đoạn. Các phương trình phản ứng pozzolanic được biểu diễn như sau:

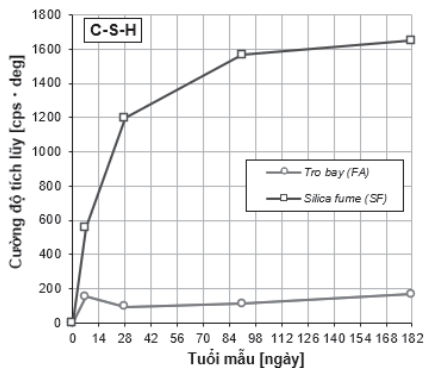
$SiO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow C\text{-}S\text{-}H$ (2)

$Al_2O_3 + Ca(OH)_2 + H_2O \rightarrow C\text{-}A\text{-}H$ (3)

Kết quả thí nghiệm mẫu pozzolan được thể hiện trên Hình 5 và Hình 6.



Hình 5. Hàm lượng $Ca(OH)_2$



Hình 6. Hàm lượng C-S-H

Hình 5 cho thấy trong 7 ngày đầu tiên, lượng $Ca(OH)_2$ bị giảm trong các mẫu chứa SF tương tự như ở các mẫu FA. Tuy nhiên, độ giảm $Ca(OH)_2$ trong các mẫu SF cao hơn không đáng kể so với trong các mẫu FA. Từ ngày thứ 7 đến ngày thứ 28, lượng $Ca(OH)_2$ trong mẫu FA bị mất không đáng kể; nhưng trong mẫu SF thì lại giảm hơn gấp đôi so với 7 ngày đầu.

Từ ngày 28 đến ngày 91, lượng $Ca(OH)_2$ mất đi trong các mẫu FA là rất nhỏ, trong khi đó lượng hợp chất này giảm gần gấp đôi ở các mẫu SF so với 28 ngày đầu tiên.

Trong khoảng thời gian từ ngày 91 đến ngày 182, mặc dù tốc độ phản ứng đã giảm so với 91 ngày đầu nhưng lượng $Ca(OH)_2$ mất đi vẫn tăng, chứng tỏ phản ứng vẫn diễn ra khá đều đặn.

Tốc độ phản ứng pozzolanic của FA và SF được đánh giá bằng tỷ lệ phản ứng pozzolanic và có thể được tính qua hàm lượng $Ca(OH)_2$ bằng công thức: Tỷ lệ phản ứng pozzolanic = (1- hàm lượng $Ca(OH)_2$ của mẫu thử 7 ngày (28, 91, 182 ngày) / hàm lượng ban đầu.

Bảng 4. Tỷ lệ phản ứng Pozzolanic

Tuổi của bê tông	7 ngày	28 ngày	91 ngày	182 ngày
FA	10,67%	14,47%	19,77%	30,15%
SF	15,08%	35,55%	61,93%	73,51%

Tại mỗi giai đoạn, tốc độ phản ứng pozzolanic của SF liên tục cao hơn của FA. Sau 182 ngày, tỷ lệ này là 2 lần. Phản ứng pozzolanic của SF mạnh hơn đáng kể so với FA, nguyên nhân một phần là do SF chứa tới 95% SiO_2, trong khi FA chỉ có 64% SiO_2 và 22% Al_2O_3.

Có thể thấy lượng giảm $Ca(OH)_2$ tỷ lệ thuận với tốc độ phản ứng pozzolanic. Tương tự, lượng C-S-H được tạo ra bởi hỗn hợp nhão chứa SF cũng tăng đều trong tất cả các giai đoạn của thí nghiệm. Ngoài ra, sau 182 ngày, SF sản xuất C-S-H nhiều hơn khoảng 8 lần so với FA.

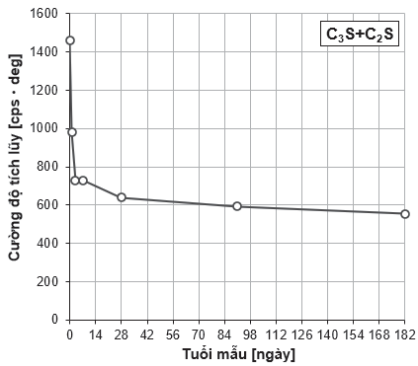
Nhìn chung, phản ứng pozzolanic diễn ra chậm ở giai đoạn đầu. Tuy nhiên, ở các giai đoạn sau, tốc độ phản ứng được tăng tốc rất nhiều và chu trình phát triển phản ứng tương đối dài.

Đối với mẫu xi măng sẽ xảy ra các phản ứng hydrat hóa, các phản ứng của C_3S, C_2S và C_3A cần được theo dõi đặc biệt vì chúng tạo ra $Ca(OH)_2$ ảnh hưởng trực tiếp đến phản ứng pozzolanic. Kết quả đo hàm lượng C_2S, C_3S và C_3A được thể hiện trên các Hình 7, 8, 9, 10. Các phản ứng hydrat hóa xi măng chứa C_3S, C_2S và C_3A được biểu diễn như sau [9]:

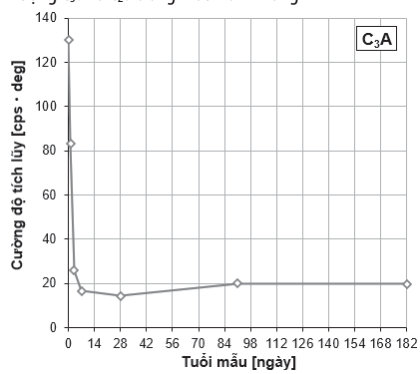
$$2C_3S + 6H_2O \rightarrow C_3S_2 \cdot 3H_2O + 3Ca(OH)_2 \quad (4)$$

$$2C_2S + 4H_2O \rightarrow C_3S_2 \cdot 3H_2O + Ca(OH)_2 \quad (5)$$

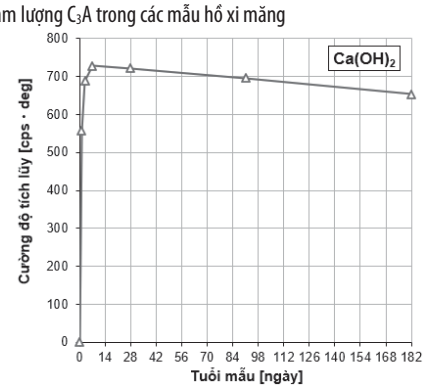
$$C_3A + Ca(OH)_2 + 12H_2O \rightarrow C_3A \cdot Ca(OH)_2 \cdot 12H_2O \quad (6)$$



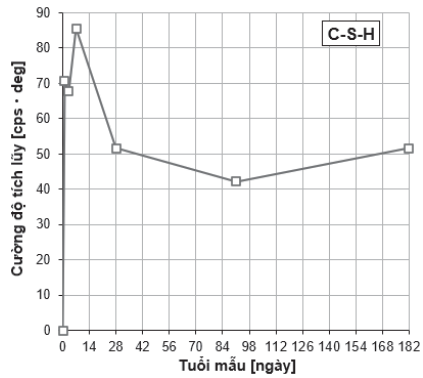
Hình 7. Hàm lượng C_3S và C_2S trong mẫu hồ xi măng



Hình 8. Hàm lượng C_3A trong các mẫu hồ xi măng



Hình 9. Hàm lượng $Ca(OH)_2$ trong mẫu hồ xi măng



Hình 10. Hàm lượng C-S-H trong các mẫu hồ xi măng

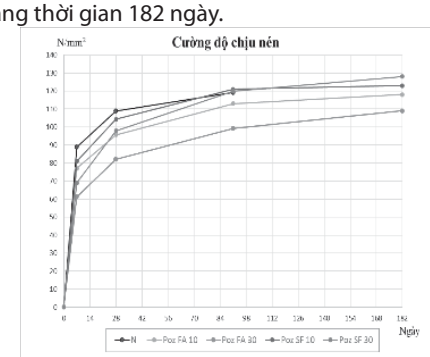
Đối với mẫu hồ xi măng, kết quả trên Hình 7 cho thấy hàm lượng C_3S và C_2S giảm mạnh trong 7 ngày đầu tiên và sau đó tốc độ giảm bé dần cho đến ngày thứ 182. Mặc dù hiệu suất phản ứng giảm nhưng vẫn có tới 62% hiệu quả. Tương tự như C_3S và C_2S, Hình 8 cho thấy lượng C_3A có hiệu suất phản ứng cao trong 7 ngày đầu tiên, thể hiện qua sự sụt giảm về lượng C_3A. Hiệu suất các phản ứng tăng lên cho đến ngày thứ 28, sau đó giảm nhẹ cho đến ngày thứ 91, trước khi duy trì tương đối ổn định cho đến ngày thứ 182.

Phản ứng hydrat hóa xi măng diễn ra với hiệu suất cao - thể hiện rằng việc kết hợp xi măng với vật liệu pozzolan cho kết quả khả quan do không chỉ tạo ra C-S-H mà còn tạo ra một lượng lớn $Ca(OH)_2$ - cũng chính là một nguyên liệu cho phản ứng pozzolanic (Hình 9).

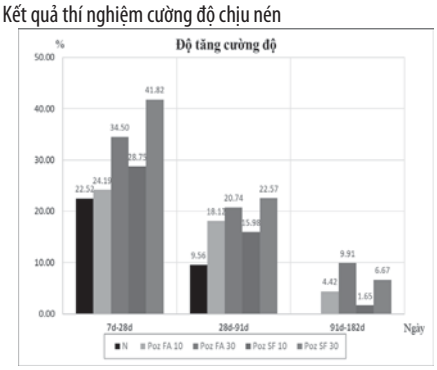
Dựa trên quan sát kết quả thực nghiệm XRD, có thể thấy việc sử dụng vật liệu pozzolan thay thế xi măng là hoàn toàn hợp lý khi các phản ứng pozzolanic và phản ứng hydrat hóa có thể hỗ trợ lẫn nhau và lượng C-S-H được sinh ra sẽ giúp tăng cường độ bê tông theo thời gian.

4. THÍ NGHIỆM CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN

Hình 11 thể hiện kết quả thí nghiệm đo cường độ chịu nén của các mẫu bê tông. Hình 12 cho thấy sự gia tăng cường độ các mẫu trong khoảng thời gian 182 ngày.



Hình 11. Kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén



Hình 12. Sự gia tăng cường độ của các mẫu

Hình 11 cho thấy cường độ chịu nén của cả mẫu bê tông chứa FA và SF đều thấp hơn bê tông thường sau 7 ngày đầu tiên. Có thể nhận thấy SF10 có cường độ cao nhất (81,03 N/mm^2) sau 7 ngày, tiếp theo là FA10 (77,03 N/mm^2), SF30 (69,03 N/mm^2) và FA30 là thấp nhất (61,07 N/mm^2). Tất cả các mẫu đều tăng cường độ sau 28 ngày, trong đó bê tông thường tiếp tục đạt cường độ cao nhất, tiếp theo là SF10. Tuy nhiên, sau 21 ngày (từ ngày 7 đến ngày 28), cường độ của mẫu SF30 tăng vọt, vượt qua mẫu FA10. Mặc dù cường độ của FA30 đã được cải thiện đáng kể nhưng nó vẫn ở vị trí cuối cùng. Thay đổi dễ nhận thấy nhất sau 91 ngày là sự vượt trội cường độ của hai mẫu bê tông chứa SF, trở thành cường độ cao nhất, với mức chênh lệch cường độ giữa hai mẫu rất nhỏ. Có cường độ lớn nhất là mẫu SF10 (121 N/mm^2), tiếp theo là SF30 (120 N/mm^2), mẫu N- bê tông thường (119,2 N/mm^2), FA10 (113 N/mm^2) và FA30 (99,17 N/mm^2). Sau 182 ngày, mẫu SF30 vượt lên và trở thành mẫu có cường độ cao nhất (128 N/mm^2), tiếp theo là mẫu SF10 (123 N/mm^2), FA10 (118 N/mm^2) và FA30 (109 N/mm^2).

Hình 12 minh họa rõ ràng hơn về sự gia tăng cường độ của các mẫu trong quá trình xử lý, từ đó có thể đưa ra nhận xét về sự gia tăng cường độ của các mẫu trong thời gian dài. Mặc dù có cường độ tăng trưởng cao nhất sau 7 ngày đầu nhưng mẫu N sau đó lại tăng trưởng thấp nhất vào khoảng 21 ngày (từ ngày 7 đến ngày 28), chỉ khoảng 22,52%, trong khi các mẫu còn lại đều gia tăng cường độ nhanh hơn ở mức SF30 (41,82%), FA30 (34,5%), SF10 (28,75%) và FA10 (24,19%). Nhìn chung, sau 91 ngày, tất cả các mẫu đều tăng cường độ nhưng với tốc độ chậm hơn một chút so với 28 ngày đầu tiên. Mẫu FA30 và SF30 tiếp tục có mức tăng lớn nhất. Mẫu FA10 cho thấy cường độ tăng cao hơn sau 91 ngày so với mẫu SF10 (ở thời điểm 28 ngày, cường độ SF10 tăng cao hơn). Cường độ tăng của các mẫu bê tông thông thường nhìn chung chậm hơn so với mẫu bê tông chứa FA và SF sau 182 ngày. Sau 182 ngày, cường độ FA30 tăng nhiều nhất (9,91%), tiếp theo là SF30 (6,67%), FA10 (4,42%) và SF10 (1,65%). Nguyên nhân khiến cường độ của mẫu N tăng chậm hơn so với các mẫu chứa FA và SF là do bên trong mẫu bê tông phản ứng hydrat hóa mới đang dần diễn ra. Sự kết hợp giữa phản ứng hydrat hóa và phản ứng pozzolanic có trong các mẫu bê tông chứa pozzolan sẽ sinh ra lượng C-S-H nhiều hơn so với phản ứng hydrat hóa, làm tăng cường độ bê tông nhanh hơn.

5. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, kết quả thực nghiệm thu được từ công nghệ nhiễu xạ X-quang (XRD) được phân tích nhằm khảo sát ảnh hưởng của tro bay (FA) và silica fume (SF) tới sự phát triển cường độ của bê tông khi sử dụng các vật liệu pozzolan này để thay thế một phần xi măng (OPC) làm chất kết dính. Một số nhận xét có thể được rút ra như sau:

- Mẫu bê tông pozzolan có cường độ thấp hơn so với mẫu bê tông OPC trong 28 ngày tuổi đầu tiên, nhưng đến ngày thứ 91 và sau đó đã vượt lên và tiếp tục tăng đều đặn tới tuổi bê tông 182 ngày. Điều này cho thấy mặc dù chậm hơn ở giai đoạn đầu, phản ứng pozzolanic phát triển ổn định hơn theo thời gian so với phản ứng hydrat hóa.

- Thí nghiệm XRD giúp lý giải một cách khoa học nguyên nhân của hiện tượng trên. Đó là do lượng ettringite sinh ra từ phản ứng pozzolanic và lượng $Ca(OH)_2$ sinh ra từ phản ứng hydrat hóa trở thành nguồn nguyên liệu cho phản ứng pozzolanic diễn ra mạnh hơn, sinh ra lượng C-S-H đáng kể hơn, giúp bê tông duy trì phát triển cường độ một cách bền bỉ hơn theo thời gian.

Mặc dù có ưu điểm về sự phát triển cường độ chịu nén theo thời gian, bê tông sử dụng vật liệu pozzolanic còn tồn tại một số vấn đề bất cập về độ co ngót, khả năng chịu nhiệt, độ bền lâu v.v… Do vậy, để ứng dụng loại vật liệu này một cách hiệu quả cho kết cấu chịu lực trên thực tế, cần tiến hành các bước nghiên cứu tiếp theo tập trung vào sự đồng nhất về chất lượng và hàm lượng của các vật liệu pozzolanic có nguồn gốc khác nhau. Hơn nữa, việc sử dụng các tiêu chuẩn hiện hành phù hợp điều kiện Việt Nam cũng là một hướng phát triển tiếp theo của nghiên cứu này.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài mã số 21-2024/KHXD của Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Các tác giả xin chân thành cám ơn PGS.TS Noriyuki Sugata, Học viện Công nghệ Muroran (Nhật Bản) đã tận tình hướng dẫn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] *Hiệp hội kỹ sư xây dựng Nhật Bản (JSCE)*: Hướng dẫn thi công bê tông sử dụng tro bay (draft) 1999.4.

[2] Japan Industrial Standard - Tiêu chuẩn Xây dựng Nhật Bản

[3] Kenta NAGAEDA and Noriyuki SUGATA: Tính chất cường độ và co ngót của bê tông cường độ cao trộn với các vết nứt bên trong và bên ngoài của tro bay, Tạp chí thường niên về kỹ thuật bê tông, Vol. 39, NO.1, 2017.

[4] K. Funamoto, E. Murakami, K. Kurohane and T. Namiki: Tác động của tro bay đến độ chảy và cường độ của bê tông cường độ cao, Biên bản báo cáo của Viện bê tông Nhật Bản, Vol.18, No.1, pp357-362, 1996.6.

[5] M. Fukagawa, N. Nakamura, Y. Masuda and M. Abe: Mechanical Properties and Durability of High- Bê tông cường độ sử dụng tro bay, Biên bản của Viện bê tông Nhật Bản, Vol.19, No.1, pp205-210, 1997.6.

[6] N. Sugata and Y. Aizawa: Strength and Shrinkage Tính chất của bê tông cường độ cao sử dụng tro bay, Biên bản báo cáo của Viện bê tông Nhật Bản,Vol.28, No.1, pp.1205-1250, 2006.6.

[7] N. Sugata and Y. Kawamura: Ảnh hưởng của phương pháp đo biến dạng và kích thước mẫu đến thử nghiệm co ngót của bê tông, Quy trình của JSCE Chi nhánh Hokkaido, No.76, E-14, 2020.1.

[8] P.-C. Aitcin (Université de Sherbrooke, Québec, Canada): *Bê tông cường độ cao.*

[9] Phuong Trinh Bui, Yuko Ogawa and Kenji Kawai: Phản ứng puzzolanic dài hạn của tro bay trong hổ xi măng đã đông cứng được kích thích bên trong bằng cách bơm tự nhiên dung dịch $Ca(OH)_2$ bão hòa, tạp chí Vật liệu và Cấu trúc (2018), 51:144, https://doi.org/10.1617/s11527-018-1274-0.

[10] Shinichi Watanabe and Noriyuki Sugata: Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo dưỡng đến cường độ và độ co ngót của bê tông cường độ cao kết hợp tro bay, Biên bản báo cáo của Viện bê tông Nhật Bản, Vol.29, No.1, pp285-290, 2007.6.

■Ngày nhận bài: 29/7/2024 ■Ngày sửa bài: 27/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/9/2024

Mô hình phân tích khả năng chịu lực của cột bê tông cốt thép kể đến sự mất ổn định cốt thép dọc

An analytical model for evaluating the bearing capacity of reinforced concrete columns incorporating the buckling behavior of longitudinal reinforcement.

> TS NGUYỄN ĐĂNG NGUYÊN
Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
Email: nguyennd@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo đề xuất mô hình tính toán đường cong tải trọng-ngang chuyển vị của cột bê tông cốt thép (BTCT) kể đến hiện tượng mất ổn định của cốt thép dọc. Thí nghiệm của bốn cột BTCT được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình dự báo. Kết quả cho thấy mô hình đề xuất dự báo khá tốt đường cong tải trọng ngang-chuyển vị so với dữ liệu thí nghiệm. Nghiên cứu cho thấy ứng xử mất ổn định của cốt thép chịu nén ảnh hưởng tới ứng xử phi tuyến sau đỉnh của cột BTCT. Điều này sẽ góp phần giúp các kỹ sư thiết kế có đánh giá khả năng chịu lực của cột BTCT chính xác hơn, từ đó có thể đánh giá ứng xử kháng chấn các công trình BTCT hiện hữu chính xác hơn.

Từ khóa: Mất ổn định; cột bê tông cốt thép; phân tích mô men- độ cong; chuyển vị; chiều dài biến dạng dẻo.

ABSTRACT

This paper proposes a method for evaluating the lateral load-displacement curves of reinforced concrete (RC) columns incorporating the buckling behavior of longitudinal reinforcement. The experimental results of four RC columns are used to assess the accuracy of the predictive model. The results indicate that the proposed model predicts the horizontal load-displacement curve quite well compared to the experiment data. The study shows the necessity of considering buckling of longitudinal reinforcement to evaluate the bearing capacity of RC columns. This approach will assist design engineers in accurately assessing the bearing capacity of RC columns, thereby enabling them to evaluate the seismic response of existing RC structures more precisely.

Keywords: Buckling; reinforced concrete column; momen-curvature analysis; displacement; plastic hinge length.

1. GIỚI THIỆU

Đánh giá khả năng kháng chấn của công trình BTCT bằng phương pháp phi tuyến đẩy dần [1-2] được sử dụng rộng rãi trong thực hành thiết kế [3]. Để tiến hành phân tích phi tuyến đẩy dần, đường cong tải trọng ngang-chuyển vị của các cấu kiện cần phải được xây dựng đầu tiên. Việc mô phỏng chính xác ứng xử phi tuyến của các cấu kiện BTCT đối với tải trọng động đất bằng cách sử dụng phương pháp chia thớ trên mặt cắt ngang yêu cầu các mô hình vật liệu phải chính xác và tin cậy. Từ các nghiên cứu thực nghiệm và phân tích, có thể nhận thấy sự suy giảm của đường cong tải trọng ngang-chuyển vị sau đỉnh chủ yếu là do bê tông lớp bảo vệ bị vỡ và cốt thép dọc bị suy giảm ứng xử do hiện tượng mất ổn định [4-6]. Các hiện tượng này làm ảnh hưởng đáng kể đến khả năng chịu lực và độ dẻo của cấu kiện bê tông cốt thép. Nếu các ứng xử mềm hóa phi tuyến này bị bỏ qua trong tính toán thì độ dẻo của cấu kiện sẽ được đánh giá quá cao, dẫn đến việc đánh giá ứng xử kháng chấn của kết cấu công trình không còn chính xác. Thêm nữa, phương pháp chia thớ, mặc dù có hiệu quả trong việc xác định biến dạng của mặt cắt ngang, nhưng lại không thể mô phỏng được hư hỏng cục bộ, chẳng hạn như sự mất ổn định của cốt thép dọc khi chịu nén. Một giải pháp cho vấn đề này là áp dụng các mô hình vật liệu có kể đến sự mất ổn định cốt thép dọc. Nhờ đó, ảnh hưởng của hiện tượng mất ổn định cốt thép chịu nén đến ứng xử tổng thể của cấu kiện sẽ được xét đến. Ứng xử của cấu kiện BTCT sau khi cốt thép dọc chảy dẻo chủ yếu được kiểm soát bởi cốt thép dọc và hiệu ứng bó ngang của bê tông lõi thông qua cốt thép đai. Sự suy giảm ứng xử của cấu kiện nói riêng bị ảnh hưởng bởi sự khởi đầu của quá trình mất ổn định cốt thép dọc, có thể dẫn tới cốt thép đai bị bung/đứt và mất hoàn toàn hiệu ứng bó ngang. Nếu có đủ hiệu ứng bó ngang, dạng phá hoại có thể chuyển sang thành sự hư hỏng do hiện tượng mỏi trong cốt thép dọc. Do đó, trong mô hình tính toán cần kể đến các hiện tượng bê tông chịu nén bị mềm hóa và cốt thép chịu nén bị mất ổn định [4,6-8].

Theo khuyến nghị của các tiêu chuẩn thiết kế cho rằng hiện tượng mất ổn định trong cốt thép chịu nén có thể được ngăn ngừa bằng cách tuân thủ các quy định cấu tạo bắt buộc như tuân thủ các quy định về khoảng cách cốt đai, đường kính cốt đai, và chiều dày

lớp bê tông bảo vệ [9-11]. Nếu các yêu cầu này không được tuân thủ trong thiết kế thì khả năng mất ổn định thép dọc sẽ rất dễ xảy ra.

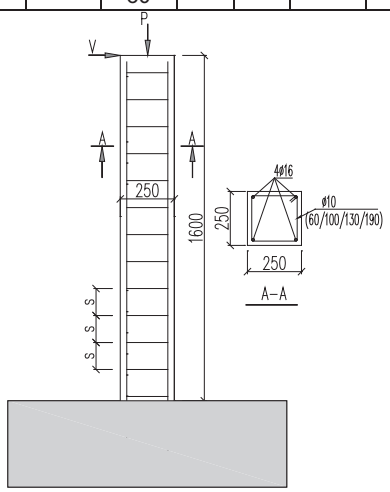
Bài báo này đề xuất phương pháp đơn giản xây dựng đường cong tải trọng ngang-chuyển vị của cột BTCT kể đến hiện tượng mất ổn định cốt thép dọc. Phần mềm Xtract [12] được sử dụng để phân tích mô ment (M)-độ cong (ϕ) của mặt cắt ngang cột BTCT chịu lực nén dọc trục (P), từ đó xác định chuyển vị của cột thông qua chiều dài biến dạng dẻo (L_p) và tải trọng ngang (V) của cột. Thí nghiệm của bốn cột BTCT trong nghiên cứu thực nghiệm của Kostankakopoulos và Bousias [13] được sử dụng để đánh giá mức độ chính xác của mô hình dự báo. Điều này sẽ góp phần giúp các kỹ sư thực hành đánh giá chính xác hơn sự làm việc của cột BTCT, từ đó có thể đánh giá ứng xử kháng chấn các công trình BTCT hiện hữu chính xác hơn.

2. THÔNG TIN VỀ CỘT THÍ NGHIỆM

Kết quả thí nghiệm 4 cột BTCT trong nghiên cứu của Kostankakopoulos và Bousias [13] được sử dụng để kiểm chứng với kết quả phân tích sẽ được trình bày bên dưới. Cột có mặt cắt ngang hình vuông cạnh (h) là 250 mm, có nhịp gia tải trọng ngang (L) là 1600 mm. Cột được gắn với khối đế móng có độ cứng lớn, và khối đế này được gắn chặt vào nền thí nghiệm rất cứng. Thông tin về các cột thí nghiệm được thể hiện ở Bảng 1. Các cột sử dụng đường kính cốt đai (d_t) là 10 mm, được neo uốn 135° tuân thủ cấu tạo kháng chấn theo TCVN 9386:2012 [10]. Cột được gia cường bằng bốn thanh cốt dọc có đường kính (d) là 16 mm. Khoảng cách cốt đai (s) của các cột thay đổi từ 4d đến 12d. So sánh với quy định cấu tạo kháng chấn theo TCVN 9386:2012 [10] với s_{max} = min (8d; 175 mm; b_o/2) = 110 mm thì khoảng cách cốt đai của cột C60 và C100 là tuân thủ tiêu chuẩn, hai cột C130 và C190 có khoảng cách đai lớn hơn quy định. Cốt dọc có ứng suất chảy (f_{sy}) và ứng suất bền (f_{su}) lần lượt là 514 MPa và 659 MPa. Cốt thép đai có ứng suất chảy (f_{yt}) và ứng suất bền (f_{ut}) lần lượt là 542 MPa và 657 MPa. Cường độ chịu nén của bê tông cột ($f_c^{'}$) là 24,7 MPa. Lực nén dọc (P) không đổi tác dụng lên các cột là 500 kN, ứng với tỉ số nén là 0,33. Tải trọng ngang của cột (V) được ghi nhận lại ứng với quá trình gia tải lặp. Hình 1 thể hiện kích thước, cấu tạo của cột BTCT trong thí nghiệm.

Bảng 1. Một số thông tin về các cột thí nghiệm (Đơn vị: N, mm)

Cột	L/h	$f_c^{'}$	s	d_t	d	f_{yt}/ f_{ut}	f_{sy}/ f_{su}	P (x10^3)
C190	6,4	24,7	190	10	16	542/ 657	514/ 659	500
C130			130					
C100			100					
C60			60					



Hình 1. Kích thước và cấu tạo cột BTCT trong thí nghiệm

3. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN ĐỀ XUẤT

3.1. Mô hình vật liệu

a) Mô hình cốt thép chịu kéo

Mô hình ứng suất-biến dạng của cốt thép chịu kéo sử dụng mô hình Mander [7] có hiệu chỉnh một lượng nhỏ biến dạng củng cố [4]:

$$\sigma_s = \begin{cases} E_s\varepsilon_s & \text{khi} \quad \varepsilon_s \le \varepsilon_{sy} \\ f_{sy} + 0,02E_s(\varepsilon_s - \varepsilon_{sy}) & \text{khi} \quad \varepsilon_{sy} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{sh} \\ f_{su} + (f_{sh} - f_{su})\left(\dfrac{\varepsilon_{su} - \varepsilon_s}{\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}}\right)^2 & \text{khi} \quad \varepsilon_{sh} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{su} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó :

σ_s , ε_s : lần lượt là ứng suất và biến dạng của cốt thép chịu kéo ; ε_{sy} , ε_{su} : lần lượt là biến dạng chảy dẻo và biến dạng cực hạn của cốt thép chịu kéo; f_{sy} , f_{su} : lần lượt là ứng suất chảy dẻo và ứng suất cực hạn của cốt thép chịu kéo; f_{sh} , ε_{sh} : lần lượt là ứng suất và biến dạng tại điểm bắt đầu cứng hóa của cốt thép chịu kéo $f_{sh} = f_{sy} + 0,02E_s(\varepsilon_{sh} - \varepsilon_{sy})$; E_s : mô đun đàn hồi của cốt thép, E_s = 200000 MPa.

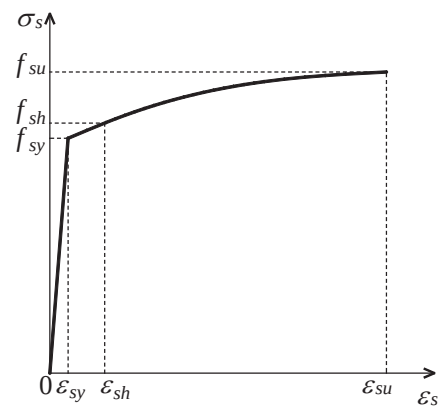
Ứng suất cực hạn của cốt thép được xác định theo phương trình (2). Dưới tác dụng của tải trọng động đất, cốt thép dọc ở vùng biến dạng dẻo trải qua quá trình biến dạng đổi chiều phi tuyến rất mạnh, gây ra hiệu ứng mỏi trong cốt thép và do đó làm giảm biến dạng cực hạn của cốt thép. Hệ số ψ được kể đến trong phương trình (2) để kể đến hiệu ứng mỏi. Trong nghiên cứu này, giá trị ψ bằng 0,7 cho cốt thép dọc theo Ou và Nguyen [6]. Với cốt thép đai thì giá trị ψ được lấy bằng 1.

$$\varepsilon_{su} = \psi\varepsilon_{su0} \quad (2)$$

Trong đó :

ε_{su0} : biến dạng cực hạn của cốt thép khi chịu kéo dưới tác dụng của tải trọng tĩnh kéo dọc trục.

Hình 2 thể hiện quan hệ ứng suất-biến dạng của cốt thép khi chịu kéo.



Hình 2. Mô hình cốt thép chịu kéo

b) Mô hình cốt thép chịu nén

Dhakal và Maekawa [8] đã tiến hành phân tích phần tử hữu hạn phi tuyến trên các thanh cốt thép riêng lẻ với tỷ lệ độ mảnh L_{bl}/d khác nhau bằng kỹ thuật chia thớ. Dhakal và Maekawa [8] đã đề xuất một mô hình phân tích có thể mô phỏng chính xác ứng xử mất ổn định của cốt thép dọc sau khi đạt giới hạn chảy dẻo. Nguyên tắc chính của mô hình này là mối liên hệ giữa ứng xử mất ổn định của cốt thép và sự tương tác của hai yếu tố chính: tỷ số L_{bl}/d và ứng suất

chảy dẻo (f_{sy}) của cốt thép dọc. Trong mô hình này, ứng xử nén của cốt thép được đặc trưng bởi một tham số không thứ nguyên, được ký hiệu là λ_p như sau :

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_{sy}(\text{MPa})}{100}}\frac{L_{bl}}{d} \quad (3)$$

Trong đó :

L_{bl} : chiều dài làm việc của thanh thép khi nén; d : đường kính của thanh thép chịu nén.

Chiều dài làm việc của thanh thép khi chịu nén (L_{bl}) được xác định dựa theo Dhakal và Maekawa [14]. Theo Dhakal và Maekawa [14], chiều dài L_{bl} phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của mặt cắt ngang, tính chất cơ học và hàm lượng cốt thép dọc và các hàm lượng cốt thép đai, được xác định qua độ cứng tương đương ($k_{eq} = k_t/k$) với k là độ cứng uốn dọc trung bình của cốt thép dọc và k_t là độ cứng dọc trục của cốt đai trong việc cản trở sự uốn dọc.

$$k = \pi^4 EI / s^3 \quad (4)$$

$$k_t = \frac{E_t A_t}{l_e} \times \frac{n_l}{n_b} \quad (5)$$

Trong đó :

EI : độ cứng uốn của cốt dọc, $EI = E_s I / (2\sqrt{f_{sy}/400})$; I : mô men quán tính của cốt thép dọc; s : khoảng cách bố trí cốt đai; E_s : mô đun đàn hồi của thép dọc; E_t , A_t , l_e : lần lượt là mô đun đàn hồi, diện tích mặt cắt ngang cốt đai, và chiều dài nhánh đai; n_l : số lượng nhánh đai cản trở sự mất ổn định của số thanh cốt thép dọc (n_b).

Quan hệ ứng suất-biến dạng khi nén của thanh thép được xác định theo Dhakal và Maekawa [8] như sau :

$$\sigma_{sc} = \begin{cases} E_s\varepsilon_{sc} & \text{khi } \varepsilon_{sc} \le \varepsilon_{sy} \\ \left[1-\left(1-\frac{f_i}{f_{it}}\right)\left(\frac{\varepsilon_{sc}-\varepsilon_{sy}}{\varepsilon_i-\varepsilon_{sy}}\right)\right]\sigma_t & \text{khi } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_{sc} \le \varepsilon_i \\ f_i - 0{,}02E_s\left(\varepsilon_{sc}-\varepsilon_i\right) \ge 0{,}2f_{sy} & \text{khi } \varepsilon_{sc} > \varepsilon_i \end{cases} \quad (6)$$

Trong đó :

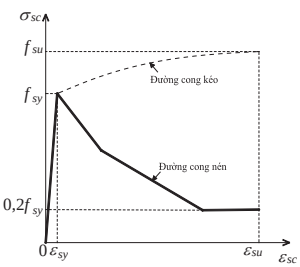
$$\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{sy}} = 55 - 2{,}3\lambda_p; \quad \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{sy}} \ge 7 \quad (7)$$

$$\frac{f_i}{f_{it}} = \alpha\left(1{,}1 - 0{,}016\lambda_p\right); \quad \frac{f_i}{f_y} \ge 0{,}2 \quad (8)$$

$$\alpha = 0{,}75 + \frac{\varepsilon_{su0}-\varepsilon_{sh}}{300\varepsilon_{sy}}; \ \alpha \le \frac{f_{su}}{1{,}5\,f_{sy}}; \ 0{,}75 \le \alpha \le 1{,}0 \quad (9)$$

σ_t , f_{it} : lần lượt là các ứng suất trên đường cong chịu kéo theo phương trình (1) ứng với biến dạng ε_{sc} và ε_i (theo phương trình 7).

Hình 3 thể hiện quan hệ ứng suất-biến dạng của cốt thép khi chịu nén.



Hình 3. Mô hình cốt thép chịu nén

c) Mô hình bê tông

Quan hệ ứng suất-biến dạng của lớp bê tông bảo vệ được mô hình theo Mander và cs. [15] đối với bê tông không bó ngang. Bê tông lõi được mô hình dựa theo mô hình bê tông bị kiềm chế nở hông có kể đến ảnh hưởng của cốt đai theo Mander và cs. [15].

$$f_{cc}^{'} = Kf_c^{'} \quad (10)$$

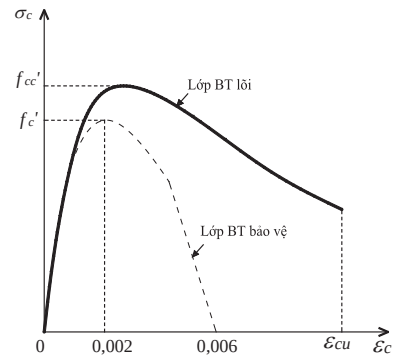
$$\varepsilon_{cu} = 0{,}004 + \frac{1{,}4\rho_v f_{yt}\varepsilon_{su}^t}{f_{cc}^{'}} \quad (11)$$

Trong đó :

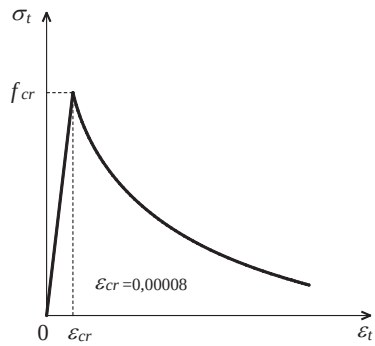
$f_{cc}^{'}$, $f_c^{'}$: lần lượt là cường độ chịu nén của bê tông lõi và bê tông lớp bảo vệ; K : hệ số cường độ nén ngang phụ thuộc vào ứng suất nén ngang theo các phương $f_{lx}^{'}$ và $f_{ly}^{'}$, chi tiết xem Mander và cs. [15] ; f_{yt} , ε_{su}^t : lần lượt là ứng suất chảy dẻo và biến dạng cực hạn ($\varepsilon_{su}^t = 0{,}1$) của cốt thép đai; ρ_v : tỉ số thể tích của cốt thép đai;

Hình 4 thể hiện quan hệ ứng suất-biến dạng của bê tông khi chịu nén. Quan hệ ứng suất-biến dạng khi kéo của bê tông sử dụng mô hình đề xuất bởi Berlabi và Hsu [16], như được thể hiện ở Hình 5. Với cường độ chịu kéo của bê tông được xác định như sau [16]:

$$f_{cr} = 0{,}31\sqrt{f_c^{'}\,(\text{MPa})} \quad (12)$$



Hình 4. Mô hình bê tông chịu nén



Hình 5. Mô hình bê tông chịu kéo

3.2. Tính toán chuyển vị và tải trọng ngang

Cột BTCT trong thí nghiệm có tải trọng dọc trục (P) không đổi và được gia tải trọng ngang (V) trên đỉnh cột như Hình 1. Dưới tác động của tải trọng ngang như động đất thì vùng chân cột sẽ trải qua các biến dạng phi tuyến đảo chiều rất lớn. Các biến dạng phi tuyến này sẽ sinh ra các độ cong phi tuyến phân bố trên vùng tập trung ứng suất này. Để đơn giản trong tính toán, độ cong phi tuyến được xem là phân bố đều trên toàn bộ chiều dài biến dạng dẻo (L_p). Đây là đoạn chiều dài mà các tiêu chuẩn kháng chấn yêu cầu cả cường độ và độ dẻo thông qua các yêu cầu cấu tạo cốt thép. Chiều dài biến dạng dẻo (L_p = 308 mm) xác định theo Paulay và Priestley [17], phù

hợp với chiều dài vùng chân cột vị nén vỡ như quan sát thấy ở thực nghiệm:

$$L_p = 0,08L + 0,022df_{sy} \quad (13)$$

Chuyển vị ngang tại đỉnh cột (Δ) có thể được xác định như sau:

$$\Delta = \Delta_{flex} + \Delta_{shear} + \Delta_{slip} \quad (14)$$

Trong đó:

Δ : chuyển vị tại đỉnh cột; Δ_{shear} : chuyển vị ngang do biến dạng cắt; Δ_{flex} : chuyển vị ngang tại đỉnh cột do uốn; Δ_{slip} : chuyển vị ngang tại đỉnh cột kể đến hiện tượng cốt thép dọc bị kéo trượt ở liên kết giữa cột với khối đế.

Các cột được sử dụng để kiểm chứng có khả năng chịu cắt lớn hơn khả năng chịu uốn. Thêm nữa, với tỉ số L/*h* của các cột thí nghiệm là 6,4 đều lớn hơn 3 nên biến dạng uốn chiếm ưu thế và có thể bỏ qua biến dạng cắt, $\Delta_{shear} = 0$ [18-19].

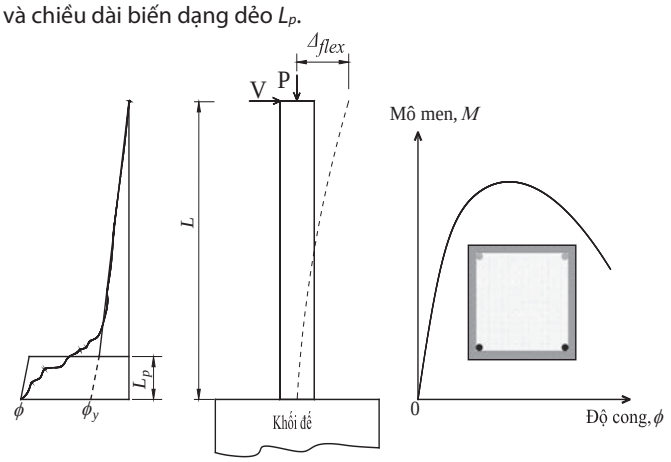
Chuyển vị uốn (Δ_{flex}) của cột trước và sau khi cốt thép dọc chảy dẻo có thể được xác định như sau.

$$\Delta_{flex} = \begin{cases} \frac{1}{3}\phi L^2 & \text{khi } \phi < \phi_y \\ \frac{1}{3}\phi L^2 + \left(\phi - \phi_y\right)\left(L - 0,5L_p\right)L_p & \text{khi } \phi \geq \phi_y \end{cases} \quad (15)$$

Trong đó:

ϕ : độ cong của mặt cắt ngang được xác định từ phân tích mô men độ cong sử dụng phần mềm Xtract [20]; ϕ_y : độ cong của mặt cắt ngang ứng với thời điểm cốt thép dọc chịu kéo chảy dẻo; L : chiều dài của cột.

Trong nghiên cứu này, mô men và độ cong của mặt cắt ngang được xác định bằng phần mềm Xtract [12]. Trong phân tích mô men-độ cong thì mặt cắt ngang của cột được chia thành các thớ vật liệu với tính chất được xác định theo mục "Mô hình vật liệu). Độ cong (ϕ) được tăng dần từ không cho đến khi mặt cắt ngang được xem là phá hoại ứng với bê tông lõi bị nén vỡ hoặc cốt thép dọc bị kéo đứt. Bê tông lõi bị nén vỡ khi biến dạng nén của bê tông ở thớ ngoài cùng của lõi vượt quá giá trị (ε_{cu}), xác định ở phương trình (11). Cốt thép chịu kéo bị đứt khi biến dạng của cốt thép chịu kéo vượt quá giá trị ε_{su} , xác định từ phương trình (2). Giá trị mô men (*M*) ứng với độ cong (ϕ) được xác định bằng cách lấy mô men của các thớ vật liệu trên mặt cắt ngang đối với trục trung hòa. Hình 6 thể hiện tính toán chuyển vị Δ_{flex} thông qua phân tích mô men độ cong và chiều dài biến dạng dẻo L_p.



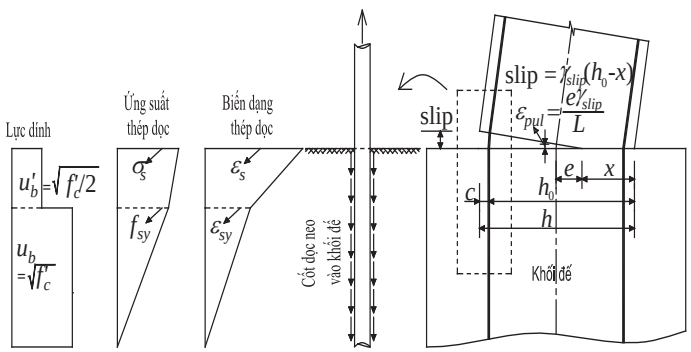
Hình 6. Tính toán chuyển vị uốn (Δ_{flex}) của cột

Chuyển vị Δ_{slip} của cột xác định theo đề xuất của Sezen và Setzler [20] như Hình 7:

$$\Delta_{slip} = \begin{cases} \frac{\varepsilon_s \sigma_s d}{8u_b\left(h_0 - x\right)}L & \text{khi } \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy} \\ \frac{d\left(\varepsilon_{sy} f_{sy} + 2\left(\varepsilon_s + \varepsilon_{sy}\right)\left(\sigma_s - f_{sy}\right)\right)}{8u_b\left(h_0 - x\right)}L & \text{khi } \varepsilon_s > \varepsilon_{sy} \end{cases} \quad (16)$$

Trong đó:

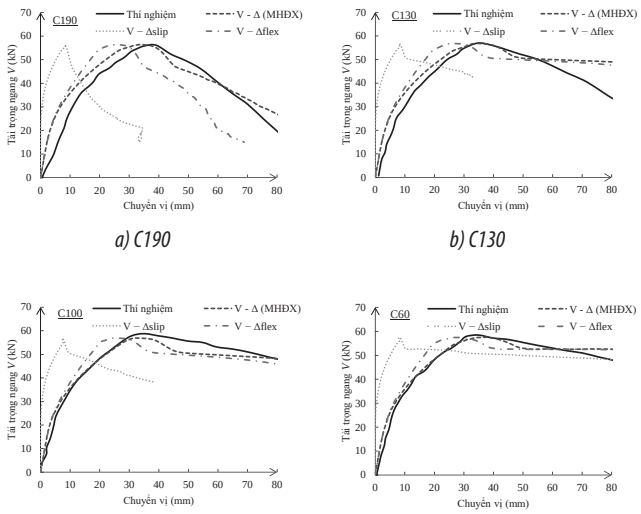
ε_s , σ_s : lần lượt là biến dạng và ứng suất trong cốt thép dọc chịu kéo, xác định từ phân tích mô men-độ cong; ε_{sy} , f_{sy} : lần lượt là biến dạng chảy và ứng suất chảy của cốt thép dọc chịu kéo; d : đường kính cốt thép dọc; h_0 : khoảng cách từ thớ bê tông chịu nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép dọc chịu kéo; u_b : lực dính phân bố đều, được lấy bằng $\sqrt{f_c'}$, đơn vị là MPa; x : chiều cao trục trung hòa.



Hình 7. *Tính toán chuyển vị (Δ_{slip}) của cột do cốt dọc bị kéo trượt*

4. KIỂM CHỨNG MÔ HÌNH ĐỀ XUẤT VỚI KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

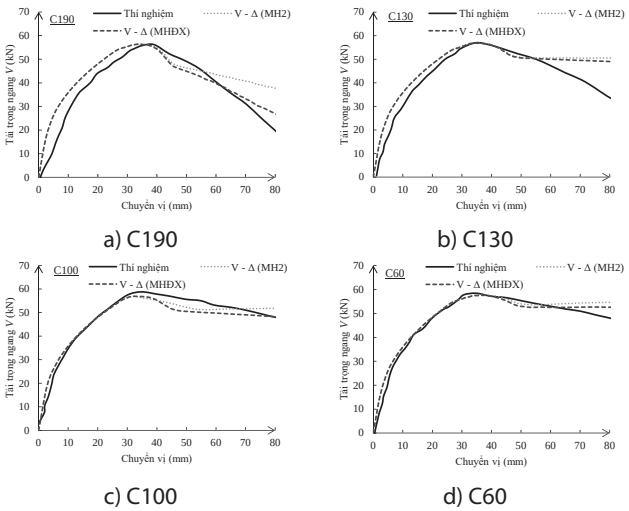
Kết quả thí nghiệm của bốn cột được tóm tắt ở mục 2 sẽ được dùng để so sánh với mô hình tính toán đề xuất được trình bày ở mục 3.



a) C190 *b) C130*

c) C100 *d) C60*

Hình 8. So sánh kết quả đường cong tải trọng ngang-chuyển vị của thí nghiệm với mô hình đề xuất



Hình 9. So sánh kết quả đường cong tải trọng ngang-chuyển vị của mô hình đề xuất (MHĐX) và mô hình không kể đến ứng xử mất ổn định thép chịu nén (MH2)

Hình 8(a)-(d) thể hiện so sánh đường cong tải trọng ngang-chuyển vị từ thí nghiệm và kết quả của mô hình đề xuất (MHĐX) lần lượt của các cột C190, C130, C100, và C60. Có thể thấy rằng, mô hình đề xuất dự báo khá tốt đường cong tải trọng ngang-chuyển vị của cột về độ cứng ban đầu, khả năng chịu tải trọng ngang, và ứng xử phi tuyến sau đỉnh. Cả bốn cột đều được dự đoán phá hoại do cốt thép chịu nén bị mất ổn định và sự suy giảm ứng xử nén của bê tông, điều này là khớp với quan sát được từ thực nghiệm. Trên Hình 8 cũng thể hiện hai thành phần của chuyển vị ngang gồm chuyển vị do sự trượt của cốt thép dọc trong khối đế (Δ_{slip}), và chuyển vị do uốn (Δ_{flex}). Chuyển vị của cột do sự đóng góp của Δ_{slip} và Δ_{flex} phản ánh khá tốt kết quả thí nghiệm, nên có thể xác nhận rằng việc bỏ qua chuyển vị do cắt (Δ_{shear}) trong các cột khảo sát với L/h>3 là có thể chấp nhận được trong tính toán [18-19].

Ảnh hưởng của việc kể đến ứng xử mất ổn định cốt thép dọc của MHĐX sẽ được thấy rõ hơn khi so sánh với mô hình không kể đến ứng xử mất ổn định cốt thép chịu nén được ký hiệu là MH2. Trong MH2 ứng xử của cốt thép chịu nén là giống ứng xử của cốt thép chịu kéo, với đường cong ứng suất-biến dạng theo Hình 2. Hình 9(a)-(d) thể hiện so sánh đường cong tải trọng ngang-chuyển vị của MHĐX và MH2. Có thể thấy rằng, hai mô hình phân tích đều có kết quả tương tự nhau đến vị trí có tải trọng ngang lớn nhất (vị trí đỉnh). Sau mức đỉnh này, MH2 cho giá trị tải trọng ngang lớn hơn so với MHĐX ứng với cùng một giá trị chuyển vị. Điều này được giải thích là do khi không kể đến ứng xử mất ổn định cốt thép chịu nén thì MH2 có vùng nén chịu lực tốt hơn so với MHĐX nên cốt thép dọc vùng kéo có thể được huy động ứng suất lớn hơn, vì vậy MH2 sẽ có tải trọng ngang lớn lơn. Nói một cách khác, khi không kể đến ứng xử mất ổn định của cốt thép chịu nén theo MH2 thì cột sẽ có độ dẻo lớn hơn. Điều này sẽ ảnh hưởng đến việc đánh giá quá mức khả năng của cấu kiện khi thực hiện phân tích phi tuyến đẩy dần trong công trình BTCT.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đề xuất mô hình tính toán đường cong tải trọng-ngang chuyển vị của cột BTCT kể đến hiện tượng mất ổn định của cốt thép dọc. Thí nghiệm của bốn cột BTCT được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình dự báo. Kết quả cho thấy mô hình đề xuất có khả năng dự báo khá tốt đường cong tải trọng ngang-chuyển vị so với kết quả thí nghiệm. Nghiên cứu cũng cho thấy sự cần thiết phải kể đến ứng xử mất ổn định cốt thép dọc để đánh giá khả năng chịu lực của cột BTCT, nhất là đối với ứng xử phi tuyến sau đỉnh. Điều này sẽ góp phần giúp các kỹ sư thiết kế có đánh giá chính xác hơn sự làm việc của cột BTCT, từ đó có quy trình phù hợp để đánh giá khả năng kháng chấn của các công trình BTCT hiện hữu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] FEMA 273 (1997). "*NEHRP guidelines for seismic rehabilitation of buildings*." Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA.

[2] FEMA 356 (2000). "*Prestandard and commentary for seismic rehabilitation of buildings*." Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA.

[3] Ou, Y. C., Fan, H. D, Nguyen N. D. (2013). "*Long-term seismic performance of reinforced concrete bridge under steel reinforcement corrosion due to chloride attack*." Earthquake Engineering & Structural Dynamic, 42(14), 2113-2127.

[4] Nguyen N. D., Hai, D. V. (2019). "*Dự đoán đường cong lực-chuyển vị của dầm đơn giản bê tông cốt thép chịu uốn*." Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, 13(4V), 82-93.

[5] Suda, K., Murayama Y., Ichinomiya, T. and Shimbo, H. (1996) "*Buckling behaviour of longitudinal reinforcing bars in concrete column subjected to reverse lateral loading*", 11th World Conference on Earthquake Engineering, Paper no 1753.

[6] Ou, Y. C., Nguyen, D. N. (2016). "*Modified axial-shear-flexure interaction approaches for uncorroded and corroded reinforced concrete beams*." Engineering Structures, 128, 44-54.

[7] Mander, J. B. (1983). "*Seismic design of bridge piers*." PhD dissertation, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, 1983.

[8] Dhakal, R. P., Maekawa, K. (2002). "*Modeling for postyield buckling of reinforcement*." Journal of Structural. Engineering, 128, 1139–114

[9] EC2 (2004). *Design of concrete structures- Part 1.1: General rules and rules for buildings*. European Standard.

[10] TCVN 9386:2012 (2012). *Thiết kế công trình chịu động đất*. Bộ Khoa học và Công nghệ, Việt Nam.

[11] ACI 318-2019 (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete.* American Concrete Institute.

[12] XTRACT 3.0.8 (2007). Cross-sectional structural analysis of components.

[13] Kostankakopoulos, G., Bousias, S. (2004) "*Experimental study of the effect of reinforcement stability on the capacity of reinforced concrete columns*", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B. C., Canada, Paper. No 70.

[14] Dhakal, R. P., and Maekawa, K. (2002). "*Reinforcement stability and fracture of cover concrete in reinforced concrete members*." Journal of Structural Engineering, ASCE, 128(10), 1253-1262.

[15] Mander, J. B., Priestley, M. J. N., and Park, R. (1988). "*Theoretical stress-strain model for confined concrete*." Journal of Structural Engineering, ASCE, 114(8), 1804-1826.

[16] Belarbi, A. and Hsu, T.T.C. (1994), "*Constitutive laws of concrete in tension and reinforcing bars stiffened by concrete*.", ACI Structural Journal., 91(4), 465-474.

[17] Paulay, T., Priestley, M. J. N. (1992). "*Seismic design of reinforced concrete and mansory building*." John Wiley & Sons, Inc: New York, USA.

[18] Lehman, D. E., Moehle, J. P. (1998). "*Seismic performance of well-confined concrete bridge columns*." Pacific Earthquake Engineering Research Center, Report No. PEER-1998/01, College of Engineering, University of California, Berkely, CA, USA.

[19] Calderone, A. J. (2001). "*Behavior of reinforced concrete bridge columns having varying aspect ratios and varying lengths of confinement*." Pacific Earthquake Engineering Research Center, College of Engineering, University of California, Berkely, CA, USA.

[20] Sezen, H., Setzler, E. J. (2008). "*Reinforcement slip in reinforced concrete columns*." ACI Structural Journal, 105(3):280-9

■Ngày nhận bài: 18/7/2024 ■Ngày sửa bài: 21/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/9/2024

Một số tính chất cơ lý của bê tông sử dụng cao su từ lốp xe thải thay thế một phần cốt liệu mịn

Physical and mechanical properties of concrete containing recycled rubber from scrap tires as a partial fine aggregate replacement

> NCS TRỊNH THỊ HIỀN[1], PGS.TS PHẠM THÁI HOÀN[2], KS BÙI THANH MINH[3], PGS.TS NGÔ SĨ HUY[4]

[1]Bộ môn Kỹ thuật công trình, Trường ĐH Hồng Đức, NCS Trường ĐH Xây dựng Hà Nội
[2]Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội
[3]Công ty CP Tư vấn đầu tư và xây dựng Hòa Bình, HVCH Trường ĐH Xây dựng Hà Nội
[4]Bộ môn Kỹ thuật công trình, Khoa Kỹ thuật công nghệ, Trường ĐH Hồng Đức

TÓM TẮT

Để tái sử dụng các lốp xe thải và phát triển một loại vật liệu có khả năng sử dụng trong các kết cấu chịu lực và chịu được tải trọng động cũng như tải trọng nổ, nghiên cứu này sử dụng cao su tái chế từ lốp xe thải để thay thế một phần cát trong bê tông cốt liệu mịn. Mẫu bê tông đối chứng được thiết kế với tỷ lệ nước/chất kết dính bằng 0,35, sử dụng xỉ lò cao nghiền mịn và silica fume với hàm lượng tương ứng là 30% và 15% so với tổng lượng chất kết dính. Bốn mẫu bê tông khác sử dụng cao su tái chế để thay thế cát theo thể tích với các hàm lượng lần lượt là 5%, 15%, 25% và 35%. Kết quả thí nghiệm cho thấy mặc dù một số tính chất cơ lý của bê tông giảm, tuy nhiên khả năng cách nhiệt tăng. Cường độ chịu nén và vận tốc truyền xung siêu âm của mẫu bê tông sử dụng 35% cao su thay thế cát tương ứng đạt trên 26 MPa và 3300 m/s, đảm bảo chúng có thể sử dụng được trong các kết cấu thông thường.

Từ khóa: Cao su tái chế; lốp xe thải; bê tông cao su; bê tông cốt liệu mịn.

ABSTRACT

To reuse scrap tires and develop an innovative material that can suffer both dead and live loading as well as blast loading, this study investigates the use of recycled rubber from scrap tires to replace sand in fine aggregate concrete partially. The reference mixture was designed with a water-to-ind binder ratio of 0.35 and using ground granulated blast furnace slag and silica fume with respective content of 30% and 15% of the total binder. Four other mixtures were formed by using recycled rubber to replace 5%, 15%, 25% and 35% natural sand. Test results showed that although several physical and mechanical properties of concrete decreased, its thermal insulation increased. The compressive strength and ultrasonic pulse velocity of concrete with 35% recycled rubber reached higher than 26 MPa and 3300 m/s, respectively, indicating that it can be used in common structures.

Keywords: Recycled rubber; scrap tire; rubber concrete; fine aggregate concrete

1. GIỚI THIỆU

Theo thống kê của Ngân hàng Thế giới, lượng rác thải sinh hoạt được thải ra ở các đô thị trên toàn cầu đã vượt 2 tỷ tấn/năm, dự kiến đến năm 2030 sẽ lên đến 3,4 tỷ tấn/năm [1]. Vì vậy, việc giảm thiểu chất thải và tái sử dụng chúng trở thành nguyên liệu có ích, nhằm quản lý chất thải, bảo tồn tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường cũng như giảm diện tích đất sử dụng làm các bãi chôn lấp đang là bài toán cấp bách. Trong tổng lượng rác thải kể trên, tình trạng phát thải các sản phẩm liên quan đến cao su đang là vấn đến nổi bật và thu hút nhiều sự quan tâm của Chính phủ cũng như các nhà nghiên cứu trên toàn cầu. Theo ước tính của Colom và các cộng sự [2], mỗi năm có khoảng 1 tỷ chiếc lốp xe được thải ra trên toàn thế giới. Con số này cũng tương tự như con số được đưa ra theo cách tính của Martínez và các cộng sự [3], khi cho rằng mỗi cư dân ở các nước phát triển trung bình thải ra 1 lốp xe/năm, như vậy mỗi năm cũng có khoảng 1 tỷ lốp xe được thải ra. Dự báo đến năm 2030 có khoảng 1,2 tỷ lốp xe được loại biên hàng năm, và tổng số lốp xe thải tồn đọng tại các bãi rác khoảng 5 tỷ chiếc [4]. Tại châu Âu, hàng năm khoảng 355 triệu lốp xe được sản xuất ra ở 90 nhà máy, chiếm 24% tổng sản lượng toàn cầu, khoảng 290 triệu chiếc được loại biên,

trong số đó 45 triệu chiếc được tái chế, và chi phí quản lý lốp xe thải hàng năm ước tính khoảng 600 triệu Euro [5].

Tại các quốc gia trong khu vực châu Á, việc tiêu thụ sản phẩm cao su tại Thái Lan đạt khoảng 250.000 tấn chỉ riêng trong năm 2000 [6]. Trong đó, lốp xe chiếm khoảng 38% (tương đương 94.000 tấn). Những con số này không ngừng gia tăng theo từng năm do sự gia tăng của số lượng phương tiện, dẫn đến những thách thức trong tương lai liên quan đến lốp xe thải. Tại Singapore và Đài Loan mỗi năm tương ứng có khoảng hơn 25.100 và 100.000 tấn lốp xe thải [7,8]. Tại một số quốc gia khác, như ở Mỹ mỗi năm sản xuất ra khoảng 290 triệu lốp xe và khoảng 275 triệu chiệc được loại biên và vứt bỏ trong các bãi rác trên toàn quốc [9]. Tại Úc, sự gia tăng lốp xe thải tại các bãi chứa mỗi năm khoảng 2%, ước tính năm 2010 có hơn 20 triệu lốp xe được vứt bỏ tại các bãi chôn lấp [10]. Việt Nam hiện là quốc gia đông dân thứ 3 Đông Nam Á và thứ 15 thế giới, theo thống kê sản lượng tiêu thụ xe ô tô lần lượt năm 2022 và 2023 khoảng 334.000 và 370.000 chiếc, lượng lốp xe tương ứng cần đạt khoảng 2 triệu chiếc/năm, và khối lượng lốp xe thải ra mỗi năm khoảng 500.000 tấn.

Hiện nay, ngoại trừ một số nước phát triển có tỷ lệ tái chế cao, còn lại đa phần đều sử dụng bãi chôn lấp để xử lý lốp xe đã qua sử dụng [11]. Trong đó nhiều chiếc được vứt bỏ trái phép hoặc lưu trữ tại những nơi không được phép. Việc xử lý lốp xe thải không đúng cách có thể tạo ra những mối đe dọa tiềm ẩn đến môi trường và sức khỏe con người như nguy cơ hỏa hoạn, là nơi trú ngụ của các sinh vật gây hại như chuột, muỗi và gián. Chính vì vậy việc tái chế lốp xe thải đã và đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm, đặc biệt là sử dụng chúng như một phần cốt liệu thay thế cát hoặc đá trong sản xuất bê tông [11–13]. Các nghiên cứu trước đã chỉ ra rằng, bê tông sử dụng hạt cao su tái chế từ lốp xe thải có khả năng hấp thụ năng lượng tốt, do vậy có khả năng chịu tải trọng động và tải trọng nổ [14,15]. Tuy nhiên, đa phần các nghiên cứu đều sử dụng hạt cao su tái chế trong sản xuất bê tông thông thường có đầy đủ cốt liệu lớn và nhỏ. Mặt khác, nghiên cứu sử dụng hạt cao su tái chế trong thành phần bê tông ở Việt Nam còn hạn chế.

Nhằm tạo ra một loại kết cấu bê tông vừa có khả năng chịu lực, vừa có khả năng chịu tải trọng động và tải trọng nổ, nghiên cứu này sử dụng hạt cao su tái chế từ lốp xe thải thay thế một phần cát trong bê tông cốt liệu mịn. Bê tông cốt liệu mịn này có thể được sử dụng như một lớp bê tông hoặc một vữa trát trên bề mặt kết cấu để hấp thụ năng lượng. Bài báo trình bày kết quả thực nghiệm về một số tính chất cơ lý của bê tông cao su làm tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo để phát triển một loại vật liệu sử dụng trong các kết cấu có khả năng chịu tải trọng va đập và tải trọng nổ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu

Các vật liệu được sử dụng trong bê tông cốt liệu mịn bao gồm: chất kết dính, cốt liệu mịn, nước và phụ gia siêu dẻo. Trong đó, cốt liệu mịn bao gồm cát có kích thước hạt từ 0,15-1,25 mm và hạt cao su tái chế từ lốp xe thải có kích thước trong khoảng 0-1 mm. Các chất kết dính bao gồm xi măng Bỉm Sơn PCB40, xỉ lò cao nghiền mịn Hòa Phát S95 và silica fume PRO-MIC được cung cấp bởi Công ty cổ phần IPRO. Nước trộn bê tông là nước máy, trong khi phụ gia siêu dẻo là loại gốc Naphtalen formaldehyt sulfonat có khối lượng riêng 1150 kg/m^3. Hạt cao su được cung cấp bởi Công ty TNHH Tái chế cao su Long Long có khối lượng riêng 1100 kg/m^3. Do hạt cao su có kích thước nhỏ hơn 1 mm nên cát sử dụng cũng được lựa chọn có kích thước tương đồng trong khoảng 0,15-1,25 mm, cát có khối lượng riêng là 2650 kg/m^3. Khối lượng riêng của xi măng, xỉ lò cao nghiền mịn và silica fume lần lượt là 3120 kg/m^3, 2820 kg/m^3, và 2200 kg/m^3.

2.2. Thiết kế cấp phối

Bảng 1 trình bày thành phần cấp phối của các mẫu bê tông trong nghiên cứu này. Tất cả các mẫu đều có tỷ lệ nước/chất kết dính bằng 0,35, do vậy được ký hiệu là M35. Mẫu đối chứng (M35-R00) không sử dụng cao su được thiết kế trước với hàm lượng nước chọn là 205 kg/m^3. Hàm lượng xi măng, xỉ lò cao nghiền mịn và silica fume được sử dụng tương ứng 55%, 30% và 15% so với tổng lượng chất kết dính. Mục đích sử dụng xỉ lò cao nghiền mịn là để tận dụng các nguồn phế thải công nghiệp, góp phần bảo vệ môi trường trong khi việc sử dụng silica fume nhằm tăng cường độ của bê tông, đảm bảo bê tông đạt cường độ tối thiểu 25 MPa khi thay thế hàm lượng cát bởi sao su. Lượng phụ gia siêu dẻo được sử dụng tương ứng 2% tổng hàm lượng chất kết dính. Sau khi mẫu đối chứng được thiết kế, lần lượt thay thế cát bởi 5%, 15%, 25% và 35% theo thể tích để được các mẫu M35-R05, M35-R15, M35-R25 và M35-R35. Ký hiệu các mẫu như sau : M35 có nghĩa là mẫu có tỷ lệ nước/chất kết dính bằng 0,35, các số đứng sau chữ R là hàm lượng cát bị thay thay thế bởi cao su tính theo phần trăm thể tích.

Bảng 1. Thành phần cấp phối (kg/m^3)

Tên mẫu	XM	SF	XLC	Cát	Cao su	Nước	SP
M35-R00	322	87,9	175,7	1536	0	205	11,7
M35-R05				1460	31,9		
M35-R15				1306	95,7		
M35-R25				1152	159,4		
M35-R35				999	223,2		

Ghi chú: XM= xi măng, SF= silica fume, XLC= xỉ lò cao nghiền mịn, SP= phụ gia hóa dẻo.

2.3. Chuẩn bị mẫu và phương pháp thí nghiệm

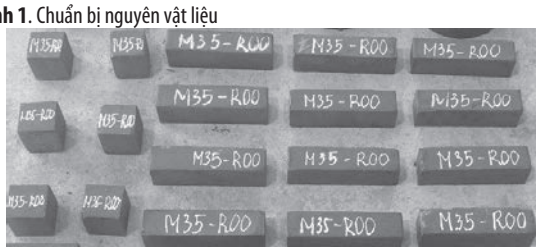
Quy trình trộn mẫu được thực hiện như sau, ban đầu cho tất cả các vật liệu khô như xi măng, xỉ lò cao nghiền mịn, silica fume, cát và cao su vào máy trộn với tốc độ chậm rồi tăng dần lên mức trung bình để cho chúng được trộn đều với nhau. Sau đó cho khoảng 2/3 hỗn hợp đã được trộn đều của nước và phụ gia siêu dẻo vào trộn tiếp trong khoảng 3 phút. Tiếp theo cho 1/3 hỗn hợp còn lại của nước và phụ gia siêu dẻo vào trộn đến khi đạt được hỗn hợp đồng nhất. Sử dụng khuôn thép kích thước 50×50×50 mm và 40×40×160 mm để tạo mẫu. Sau khi đúc mẫu được 24h thì tháo mẫu và ngâm bảo dưỡng mẫu trong bể nước cho đến khi làm thí nghiệm. Hình 1 minh họa các vật liệu được chuẩn bị cho một mẽ trộn. Hình 2 minh họa các mẫu bê tông sau khi tháo khuôn và được ghi ký hiệu.

Các mẫu bê tông sau khi đúc được kiểm tra các tính chất cơ lý bao gồm: khối lượng thể tích bê tông đóng rắn (khối lượng thể tích khô), cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, vận tốc truyền sóng siêu âm, độ hút nước và độ truyền nhiệt. Khối lượng thể tích khô, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn và độ hút nước được thực hiện dựa theo TCVN 3121-2003, vận tốc truyền xung siêu âm được thực hiện theo ASTM C597-16, và độ truyền nhiệt được đo trực tiếp bằng thiết bị ISOMET-2014. Mẫu hình lập phương kích thước 50×50×50 mm được sử dụng để đo khối lượng thể tích bê tông đóng rắn, độ hút nước và độ truyền nhiệt, các thí nghiệm này được tiến hành ở 28 ngày tuổi. Mẫu hình lăng trụ kích thước 40×40×160 mm được sử dụng để đo cường độ chịu uốn, cường độ chịu nén và vận tốc truyền xung siêu âm. Sau khi xác định vận tốc truyền xung siêu âm, mẫu bê tông được kiểm tra cường độ chịu uốn theo phương pháp uốn 3 điểm. Hai nữa mẫu bê tông bị gãy trong thí nghiệm uốn được dùng để kiểm tra cường độ chịu nén với đế gá bằng thép có diện tích tiếp xúc mẫu là 40×40 mm. Kết quả trình bày trong nghiên cứu này là giá trị trung bình của ít nhất 3 mẫu thử. Cường độ chịu nén và vận tốc truyền xung siêu âm được đo tại 3, 7,

14 và 28 ngày tuổi. Do cường độ chịu uốn tại các ngày tuổi ban đầu khá thấp nên chúng chỉ được xác định tại các ngày tuổi 7, 14 và 28.



Hình 1. Chuẩn bị nguyên vật liệu

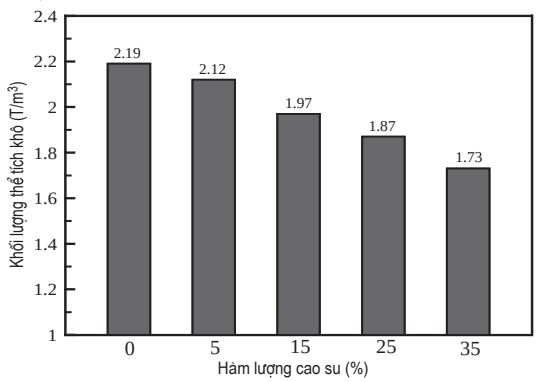


Hình 2. Các mẫu bê tông sau khi tháo khuôn

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khối lượng thể tích khô

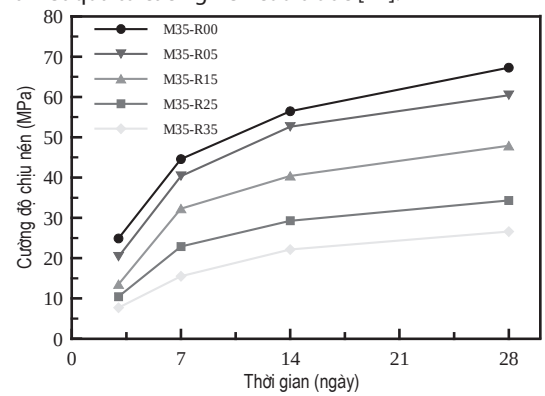
Khối lượng thể tích của các mẫu bê tông đã đóng rắn, hay còn gọi là khối lượng thể tích khô, được thể hiện trên Hình 3. Mẫu đối chứng có khối lượng thể tích khô là 2,19 T/m^3, trong khi các mẫu bê tông có hàm lượng cao su 5%, 15%, 25% và 35% có khối lượng thể tích khô tương ứng là 2,12 T/m^3, 1,97 T/m^3, 1,87 T/m^3 và 1,73 T/m^3. Có nghĩa là khi tăng hàm lượng cao su, khối lượng thể tích khô của các mẫu bê tông giảm. Điều này là do cao su có khối lượng riêng (1100 kg/m^3) nhỏ hơn rất nhiều so với khối lượng riêng của cát (2650 kg/m^3). Khi sử dụng hàm lượng cao su là 5%, 15%, 25% và 35%, khối lượng thể tích khô của bê tông giảm tương ứng là 3,1%, 10%, 14,9% và 21,2%. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Fadiet và các cộng sự [16], khi thay thế cát bởi 10-40% cao su, khối lượng thể tích khô giảm từ 3,25-30,1%. Khối lượng thể tích của bê tông nhẹ giúp giảm giá trị tĩnh tải từ đó giảm tải trọng tác dụng lên móng công trình.



Hình 3. Khối lượng thể tích bê tông đóng rắn

3.2. Cường độ chịu nén

Cường độ chịu nén là một trong những tính chất cơ bản và quan trọng của bê tông, nó thể hiện khả năng chịu lực của bê tông. Kết quả cường độ chịu nén của các mẫu bê tông theo thời gian được thể hiện trên Hình 4. Cường độ của các mẫu bê tông phát triển theo thời gian và có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng cao su thay thế cát. Mẫu đối chứng có cường độ chịu nén tại 28 ngày tuổi là 67,3 MPa, trong khi các mẫu bê tông sử dụng 5%, 15%, 25% và 35% cao su có cường độ chịu nén tương ứng là 60,5 MPa, 47,9 MPa, 34,3 MPa và 26,6 MPa. Có thể thấy rằng khi càng tăng hàm lượng cao su thì cường độ chịu nén có xu hướng giảm càng mạnh. Cụ thể, cường độ chịu nén giảm tương ứng 10,1%, 26,1%, 49% và 60,5% khi hàm lượng cao su sử dụng là 5%, 15%, 25% và 35%. Kết quả này tương đồng với kết quả từ các nghiên cứu trước [11].

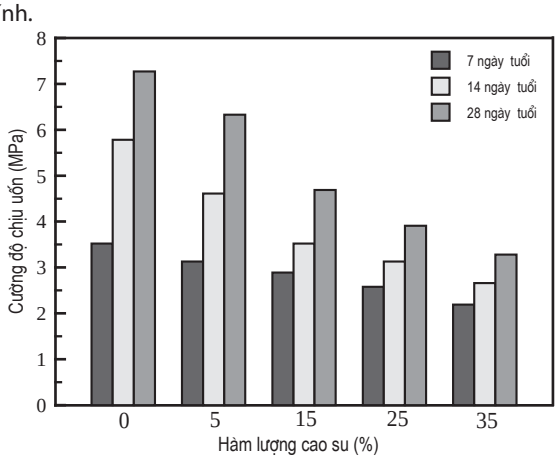


Hình 4. Cường độ chịu nén theo thời gian

Sự giảm cường độ chịu nén này là do khả năng liên kết giữa các chất kết dính với cao su nhỏ hơn nhiều so với cát, do vậy khi chịu lực bê tông cao su dễ xuất hiện các vết nứt tại các vị trí có cao su, làm giảm khả năng chịu lực của bê tông. Tuy nhiên, như đã dự kiến ở trên, khi sử dụng các hạt cao su thay thế một phần cát, cường độ các mẫu bê tông sẽ giảm đáng kể, vì vậy việc sử dụng silica fume nhằm mục đích để khi thay thế đến 35% cát bởi cao su, cường độ chịu nén của mẫu vẫn đạt 26,6 MPa, tương đương với bê tông mác M250, có thể sử dụng được trong các kết cấu chịu lực.

3.3. Cường độ chịu uốn

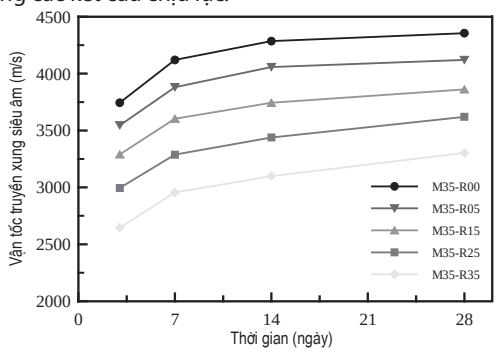
Sự phát triển cường độ chịu uốn của các mẫu bê tông với các hàm lượng cao su khác nhau theo thời gian được thể hiện trên Hình 5. Tương tự như cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn của bê tông có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng cao su. Cường độ chịu uốn của mẫu đối chứng đạt 7,3 MPa tại 28 ngày tuổi, trong khi các mẫu sử dụng 5%, 15%, 25% và 35% cao su có cường độ chịu uốn tương ứng là 6,3 MPa, 4,7 MPa, 3,9 MPa và 3,3 MPa. Điều này có nghĩa là khi thay thế 5%, 15%, 25% và 35% cát tự nhiên bởi vụn cao su, cường độ chịu uốn của bê tông giảm lần lượt là 12,9%, 35,5%, 46,2% và 54,8%. Kết quả này có cùng xu hướng với các kết quả từ các nghiên cứu trước [11]. Nguyên nhân chủ yếu của việc giảm cường độ này là do sự không đồng nhất của hỗn hợp bê tông khi có sự tham gia của cao su dẫn đến sự xuất hiện của các vết nứt giữa cao su và các chất kết dính.



Hình 5. Cường độ chịu uốn của bê tông với các hàm lượng cao su khác nhau

3.4. Vận tốc truyền xung siêu âm

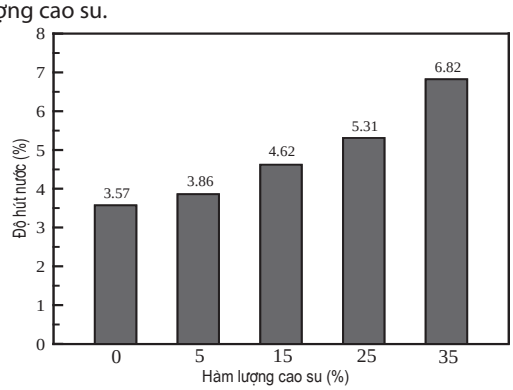
Giá trị vận tốc truyền xung siêu âm có liên quan mật thiết đến độ đặc chắc cũng như cường độ chịu nén của bê tông. Vì vậy, thí nghiệm xác định giá trị vận tốc truyền xung siêu âm được biết đến như là một trong những phương pháp không phá hủy dùng để xác định chất lượng tương đối của bê tông. Hình 6 trình bày kết quả xác định giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu bê tông theo thời gian với các hàm lượng cao su khác nhau. Tương tự như đối với cường độ chịu nén, giá trị vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu bê tông tăng dần theo thời gian và có xu hướng giảm rõ rệt khi tăng hàm lượng cao su. Cụ thể, các mẫu sử dụng cao su thay thế một phần cát có giá trị vận tốc truyền xung siêu âm tại 28 ngày tuổi trong khoảng 3304-4120 m/s, trong khi mẫu đối chứng có giá trị tương ứng là 4356 m/s. Kết quả này có xu hướng tương đồng với kết quả từ nghiên cứu trước [17], và nguyên nhân được chỉ ra là do độ đặc chắc của cao su kém hơn nhiều so với cát (khối lượng riêng của cao su và cát lần lượt là 1100 kg/m^3 và 2650 kg/m^3). Điều đó có nghĩa là độ rỗng bên trong cao su cao, làm tăng thời gian từ điểm truyền sóng đến điểm thu sóng, do vậy giá trị vận tốc truyền xung siêu âm trong bê tông giảm. Theo sự phân loại chất lượng bê tông thường dựa trên giá trị vận tốc truyền xung siêu âm, những mẫu bê tông được cho là có chất lượng tốt khi giá trị này lớn hơn 3600 m/s [18]. Các mẫu bê tông trong nghiên cứu này đều có giá trị lớn hơn 3600 m/s ngoại trừ mẫu M35-R35 có giá trị xấp xỉ (3304 m/s). Như đã nói trên, chất lượng của bê tông cao su trong nghiên cứu này được cải thiện nhờ sự có mặt của silica fume, vốn là chất kết dính bao gồm các hạt rất mịn, có thể khỏa lấp được các lỗ rỗng trong bê tông, vì vậy tăng cường độ và một số tính chất cơ lý khác của bê tông. Nói cách khác, các mẫu bê tông trong nghiên cứu này có thể sử dụng được trong các kết cấu chịu lực.



Hình 6. Vận tốc truyền xung siêu âm

3.5. Độ hút nước

Độ hút nước của các mẫu bê tông tại 28 ngày tuổi được thể hiện trên Hình 7 tương ứng với hàm lượng cao su thay thế cát. Kết quả hiển thị trên Hình 7 cho thấy, độ hút nước của bê tông tăng khi tăng hàm lượng cao su.

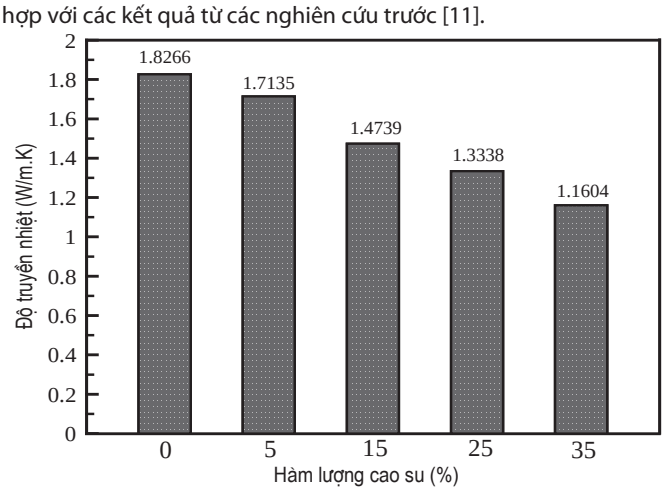


Hình 7. Độ hút nước

Cụ thể, mẫu đối chứng có độ hút nước tương đối thấp là 3,57%, trong khi các mẫu bê tông cao su có độ hút nước trong khoảng 3,86-6,82% khi hàm lượng cao su sử dụng tương ứng là 5-35%. Các nghiên cứu trước đều cho rằng, độ hút nước của bê tông tăng khi tăng hàm lượng cao su [19], và nguyên nhân được chỉ ra tương tự như đối với giá trị vận tốc truyền xung siêu âm, tức là độ rỗng trong bê tông cao su lớn. Có thể thấy rằng, giá trị vận tốc truyền xung và độ hút nước đều có liên quan đến độ rỗng của bê tông. Các hạt cao su vốn nhẹ, có nghĩa là tồn tại nhiều lỗ rỗng ở dạng bong bóng khí bên trong nó, làm giảm giá trị vận tốc truyền xung siêu âm. Bên cạnh đó, sự liên kết không tốt giữa cao su và các chất kết dính cũng hình thành nên các lỗ rỗng và các vết nứt, là nguyên nhân dẫn đến sự tăng giá trị độ hút nước. Giá trị đột hút nước trong nghiên cứu này gần tương đồng với độ hút nước của bê tông trong nghiên cứu trước [20].

3.6. Độ truyền nhiệt

Độ truyền nhiệt tại 28 ngày tuổi của các mẫu bê tông tương ứng với hàm lượng cao su sử dụng được thể hiện trên Hình 8. Mẫu đối chứng có hệ số dẫn nhiệt 1,82 W/m.K gần tương đương với hệ số dẫn nhiệt của bê tông thông thường (khoảng 2,0 W/m.k) [21]. Lưu ý rằng, hệ số dẫn nhiệt phụ thuộc chủ yếu vào độ đặc chắc của bê tông [22], có nghĩa là vật liệu có khối lượng riêng càng cao thì hệ số dẫn nhiệt càng lớn. Đối với bê tông thường, khối lượng thể tích ở trạng thái đóng rắn khoảng 2,5 T/m^3, tuy nhiên mẫu bê tông đối chứng trong nghiên cứu này chỉ sử dụng cốt liệu mịn (cát) và một số loại chất kết dính (xỉ lò cao nghiền mịn và silica fume) có khối lượng riêng thấp hơn so với xi măng nên khối lượng thể tích khô được xác định ở trên là 2,19 T/m3, dẫn đến hệ số truyền nhiệt thấp hơn bê tông thông thường. Khi thay thế cát bởi cao su, khối lượng thể tích khô của các mẫu bê tông giảm, kéo theo độ truyền nhiệt giảm. Khi thay thế từ 5% đến 35% cát bởi cao su, hệ số dẫn nhiệt giảm tương ứng xuống từ 1,71 W/m.K đến 1,16 W/m.K. Càng tăng hàm lượng cao su thì độ rỗng trong bê tông càng lớn, khối lượng thể tích khô giảm, dẫn đến độ truyền nhiệt giảm. Xu hướng này phù hợp với các kết quả từ các nghiên cứu trước [11].



Hình 8. Độ truyền nhiệt

KẾT LUẬN

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá một số tính chất cơ lý của bê tông sử dụng cao su tái chế từ lốp xe thải để thay thế một phần cát trong thành phần bê tông cốt liệu mịn. Một số kết quả chính được rút ra từ thực nghiệm như sau:

1) Khi tăng hàm lượng cao su khối lượng thể tích khô, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn và vận tốc truyền xung siêu âm của bê tông giảm, trong khi độ hút nước tăng.

2) Sử dụng cao su tái chế thay thế một phần cát giúp tăng khả năng cách nhiệt của bê tông. Hàm lượng cao su càng tăng thì khả năng cách nhiệt của bê tông càng tốt.

3) Mặc dù cường độ chịu nén và vận tốc truyền xung siêu âm của các mẫu bê tông cao su giảm, tuy nhiên các mẫu bê tông trong nghiên cứu này có cường độ lớn hơn 26 MPa và giá trị vận tốc truyền xung siêu âm lớn hơn 3300 m/s, đảm bảo chúng có khả năng sử dụng trong các kết cấu chịu lực. Có được kết quả này một phần nhờ vào việc thiết kế cấp phối hợp lý trong đó có sử dụng silica fume như một phần chất kết dính.

4) Với các tính chất cơ lý như đã trình bày trên, các mẫu bê tông cao su này có thể tiếp tục được thử nghiệm cho các khả năng chịu tải trọng va đập và tải trọng nổ trong các nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua Đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Bộ, mã số: B2024-XDA-09.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, F.V. Woerden (2018), *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*, World Bank Publications.

[2]. X. Colom, F. Carrillo, J. Cañavate (2007), Composites reinforced with reused tyres: Surface oxidant treatment to improve the interfacial compatibility, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 38, 44–50.
https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2006.01.022

[3]. J.D. Martínez, N. Puy, R. Murillo, T. García, M.V. Navarro, A.M. Mastral (2013), Waste tyre pyrolysis – A review, Renewable Sustainable Energy Review, 23, 179–213.
https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.038.

[4]. F. Pacheco-Torgal, Y. Ding, S. Jalali (2012), Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): An overview, Constrion and Building Materials, 30, 714–724.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.11.047.

[5]. D. Lo Presti (2013), Recycled tyre rubber modified bitumens for road asphalt mixtures: A literature review, Constrion and Building Materials, 49, 863–881.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.007.

[6]. P. Sukontasukkul, C. Chaikaew (2006), Properties of concrete pedestrian block mixed with crumb rubber, Constrion and Building Materials, 20, 450–457.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.01.040.

[7]. S.-F. Wong, S.-K. Ting (2009), Use of recycled rubber tires in normal and high-strength concretes, ACI Materials Journal, 106 (4), 325-332.
https://doi.org/10.14359/56652

[8]. W.H. Yung, L.C. Yung, L.H. Hua (2013), A study of the durability properties of waste tire rubber applied to self-compacting concrete, Constrion and Building Materials, 41, 665–672.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.11.019.

[9]. M.K. Batayneh, I. Marie, I. Asi (2008), Promoting the use of crumb rubber concrete in developing countries, Waste Management, 28, 2171–2176.
https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.09.035.

[10]. I. Mohammadi, H. Khabbaz, K. Vessalas (2014), In-depth assessment of crumb rubber concrete (CRC) prepared by water-soaking treatment method for rigid pavements, Constrion and Building Materials, 71, 456–471.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.085.

[11]. A.M. Rashad, A comprehensive overview about recycling rubber as fine aggregate replacement in traditional cementitious materials, Int. J. Sustain. Built Environ. 5 (2016) 46–82.
https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2015.11.003.

[12]. A. Siddika, Md.A.A. Mamun, R. Alyousef, Y.H.M. Amran, F. Aslani, H. Alabduljabbar (2019), Properties and utilizations of waste tire rubber in concrete: A review, Constrion and Building Materials, 224, 711–731.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.108.

[13]. R. Roychand, R.J. Gravina, Y. Zhuge, X. Ma, O. Youssf, J.E. Mills (2020), A comprehensive review on the mechanical properties of waste tire rubber concrete, Constrion and Building Materials, 237, 117651.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117651.

[14]. T. Gupta, R.K. Sharma, S. Chaudhary (2015), Impact resistance of concrete containing waste rubber fiber and silica fume, International Journal of Impact Engineering, 83, 76–87.
https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2015.05.002.

[15]. F. Yang, W. Feng, F. Liu, L. Jing, B. Yuan, D. Chen (2019), Experimental and numerical study of rubber concrete slabs with steel reinforcement under close-in blast loading, Constrion and Building Materials, 198, 423–436.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.248.

[16]. A. Fadiel, F.A. Rifaie, T. Abu-Lebdeh, E. Fini (2014), Use of crumb rubber to improve thermal efficiency of cement-based materials, American Journal of Engineering and Applied Sciences, 7, 1–11.
https://doi.org/10.3844/ajeassp.2014.1.11.

[17]. K.B. Najim, M.R. Hall (2012), Mechanical and dynamic properties of self-compacting crumb rubber modified concrete, Constrion and Building Materials, 27, 521–530.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.013.

[18]. R. Solís-Carcaño, E.I. Moreno (2008), Evaluation of concrete made with crushed limestone aggregate based on ultrasonic pulse velocity, Constrion and Building Materials, 22, 1225–1231.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.01.014.

[19]. R.A. Assaggaf, M.R. Ali, S.U. Al-Dulaijan, M. Maslehuddin (2021), Properties of concrete with untreated and treated crumb rubber – A review, Journal of Materials Research and Technology, 11, 1753–1798.
https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.02.019.

[20]. M. Gesoğlu, E. Güneyisi (2011), Permeability properties of self-compacting rubberized concretes, Constrion and Building Materials, 25, 3319–3326.
https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.03.021.

[21]. K.-H. Kim, S.-E. Jeon, J.-K. Kim, S. Yang (2003), An experimental study on thermal conductivity of concrete, Cement and Concrete Research, 33, 363–371.
https://doi.org/10.1016/S0008-8846(02)00965-1.

[22]. H. Uysal, R. Demirboğa, R. Şahin, R. Gül (2004), The effects of different cement dosages, slumps, and pumice aggregate ratios on the thermal conductivity and density of concrete, Cement and Concrete Research, 34, 845–848.
https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.09.018.

■Ngày nhận bài: 09/7/2024 ■Ngày sửa bài: 15/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 09/9/2024

Tính toán cốt thép liên kết giữa hai lớp bê tông đổ khác thời điểm

Calculation of steel reinforcement between concrete layers pouring at different times

> TS NGUYỄN MINH THU*, PGS.TS LÊ VIỆT DŨNG, THS DƯƠNG VĂN HAI, TS NGUYỄN ĐĂNG NGUYÊN
Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
*Email: thunm1@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bài báo này, các yếu tố ảnh hưởng đến gia cường cốt thép chịu cắt giữa hai lớp bê tông đổ không liên tục cho cấu kiện bê tông cốt thép (BTCT) chịu uốn được phân tích theo các tiêu chuẩn thiết kế khác nhau. Hai trường hợp cấu kiện BTCT chịu uốn được phân tích, liên quan đến đài móng bê tông khối lớn và gia cường sàn chịu lực. Kết quả phân tích bước đầu làm rõ được hàm lượng cốt thép chịu cắt gia cường cần thiết khi xét đến trạng thái nội lực và vị trí phân tách giữa các lớp bê tông. Phạm vi nghiên cứu của bài báo mới hạn chế cho cấu kiện BTCT thông thường chịu uốn.

Từ khóa: Cấu kiện chịu uốn BTCT; đinh chống cắt, BTCT toàn khối đổ tách lớp.

ABSTRACT

In this paper, the factors affecting the shear reinforcement between two concrete layers with different ages for flexural members are analyzed according to the different design standards. Two cases of reinforced concrete flexural members are analyzed, related to mass concrete foundation and the reinforcement of RC slab. The results of analysis clarify the required shear studs account for the internal force state and the separation position between the concrete layers. The scope of this research is limited to normal flexural reinforced concrete members.

Keywords: Flexural reinforced concrete member; shear Studs; in-situ Concrete layers with different ages.

1. GIỚI THIỆU

Trong các dự án xây dựng ở Việt Nam hiện nay, nhiều cấu kiện bê tông cốt thép khối lớn như móng, hệ dầm chuyển... vì lý do thi công được đổ thành nhiều lớp bê tông khác nhau. Ngoài ra, trong nhiều trường hợp công trình cần gia cố, cải tạo và sửa chữa cũng phải đổ bù thêm lớp bê tông để tăng tiết diện chịu lực. Cơ chế truyền ứng suất cắt giữa hai lớp bê tông là một hiện tượng phức tạp và phụ thuộc vào nhiều thông số ảnh hưởng đến quá trình truyền tải trọng như hàm lượng cốt thép tại mặt tiếp xúc, khả năng chịu nén của bê tông, độ nhám của bề mặt tiếp xúc, sự xuất hiện của vết nứt hoặc ứng suất gây ra bởi lực tác dụng lên bề mặt tiếp xúc. Ảnh hưởng của ma sát sẽ chiếm ưu thế nếu bề mặt được làm nhám và cốt thép gia cố được neo tốt. Việc tính toán và cấu tạo để đảm bảo sự làm việc đồng thời giữa các lớp này chưa được rõ ràng, tin cậy, vì thế vấn đề này cần được nghiên cứu để ứng dụng rộng rãi làm tăng khả năng chịu lực kết cấu, ổn định công trình.

Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu nhiều nước trên thế giới đã có chỉ dẫn về tính toán khả năng chịu cắt giữa các lớp bê tông đổ khác thời điểm nhưng tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5574-2018 [1] chưa đề cập cụ thể cách tính toán, gây khó khăn cho việc áp dụng trong thực tế.

Biểu thức thiết kế để đánh giá cường độ chịu cắt tại mặt phân cách giữa hai lớp bê tông theo lý thuyết ma sát cắt được đề xuất từ những năm 1960 với năm cột mốc quan trọng, theo Pedro M D dos Santos [2] là : 1)công bố lý thuyết ma sát cắt của Birkeland và Birkeland (1966) [3]; 2) lý thuyết ma sát cắt sửa đổi có kể thêm lực dính đề xuất bởi Mattock và Hawkins (1972); 3) kể đến cường độ bê tông trong biểu thức thiết kế Loov (1978); 4) sử dụng mô hình hình cầu cho liên kết giữa các hạt cốt liệu của Walraven và cộng sự (1987); 5) biểu thức thiết kế đầu tiên xem xét rõ ràng ba cơ chế truyền lực cắt giữa các bộ phận bê tông, được đề xuất bởi Randl (1997).

Cơ chế truyền lực cắt giữa hai lớp bê tông, theo lý thuyết ma sát cắt phụ thuộc : a) lực dính, hay liên kết cơ học giữa các hạt cốt liệu; b) ma sát, do có ứng suất nén và chuyển vị tương đối giữa các cốt liệu; và c) cốt thép chịu cắt, do sự biến dạng của các thanh cốt thép vượt qua mặt phân cách.

Các biểu thức tính khả năng chịu cắt được phát triển và hiệu chỉnh bằng cách sử dụng kết quả thực nghiệm, đưa ra dự đoán đầy đủ về độ bền chịu cắt cho các trường hợp cụ thể. Các nhà nghiên cứu Vàerson (1960); Hanson (1960); Saemann và Washa (1964); Hofbeck và cộng sự (1969); Mattock (1974)[4]; Walraven và cộng sự (1987) [5] và Patnaik (1992)[6] đã tiến hành nhiều thí nghiệm với các mẫu có hình dạng và vật liệu bê tông cốt thép khác nhau.

Các biểu thức của lý thuyết trên được đưa vào trong các tiêu chuẩn thiết kế như CEB-FIP 1990 [7]; Eurocode 2 (2004) [8]; BS 8110-1 (1997) [9]; ACI 318 (2019) [10]; CAN/CSA A23.3 (2004); tiêu chuẩn thiết kế cầu AASHTO LFRD (2007); sổ tay thiết kế PCI (2004) ... có sự khác biệt đáng kể giữa các tiêu chuẩn về một số thông số hay các giả thiết khác nhau cho cùng một tham số.

Bởi vậy, bài báo sẽ tập trung vào nghiên cứu ứng xử cắt tại bề mặt tiếp xúc giữa hai lớp bê tông đổ khác thời điểm (bê tông khối lớn hoặc bê tông cần gia cố) để đảm bảo yêu cầu chịu lực theo một

tiêu chuẩn đang hiện hành trên thế giới và mô phỏng bằng phần mềm phần tử hữu hạn phân tích kết cấu ABAQUS.

2. DỰ BÁO KHẢ NĂNG CHỊU CẮT TẠI MẶT TIẾP XÚC CỦA HAI LỚP VẬT LIỆU BTCT THEO CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ

2.1. Tiêu chuẩn CEB-FIP Model Code (1990) [7]

Cường độ chịu cắt tại mặt cắt bê tông-bê tông được mô tả bằng sự kết hợp của lực dính, lực ma sát và cốt thép chịu cắt. Ứng suất cắt tính toán tại mặt tiếp xúc bê tông-bê tông v_u được cho bởi:

$$v_u = cf_{ctd} + \mu(\sigma_n + \rho f_y) \le 0.25 f_{cd} \quad (2.1)$$

Trong đó :

c và μ : hệ số phụ thuộc vào độ nhám của mặt tiếp xúc; f_{ctd} : cường độ chịu kéo tính toán của lớp bê tông yếu nhất; σ_n : ứng suất pháp tuyến trên mặt tiếp xúc, ρ : hàm lượng cốt thép (> 0,1%); f_y, f_{cd} : cường độ giới hạn chảy của cốt thép và cường độ chịu nén tính toán của bê tông.

Đối với trường hợp không có cốt thép chịu cắt, ứng suất chịu cắt tính toán tại mặt tiếp xúc được tính bởi:

$$v_u = cf_{ctd} \quad (2.2)$$

Trường hợp có cốt thép, ứng suất cắt tính toán tại mặt tiếp xúc:

$$v_u = \mu[\sigma_n + \rho f_y(sin\,\alpha + cos\,\alpha)] \le 0.3 f_{cd} \quad (2.3)$$

trong đó μ lấy bằng 0,5 đối với bề mặt nhẵn và 0,9 đối với bề mặt nhám; σ_n là ứng suất pháp tuyến tại mặt tiếp xúc; ρ là hàm lượng cốt thép chịu cắt; α là góc tạo bởi thanh thép chịu cắt và mặt phẳng cắt.

Trường hợp không bố trí cốt thép chịu cắt, khả năng chịu lực cắt được tính bằng lực dính và lực ma sát cho hai loại bề mặt tiếp xúc nhẵn và thô.

Với bề mặt nhẵn, khả năng chống cắt do ma sát giữa hai lớp bê tông được tính bởi:

$$\tau_{fu,d} = 0.40\sigma_{cd} \quad (2.4)$$

trong đó $\boldsymbol{\sigma_{cd}}$ là ứng suất nén trung bình đối với mặt phân cách.

Độ trượt do cắt s_u được tính bởi:

$$s_u = 0.15\sqrt{\sigma_{cd}} \quad (2.5)$$

với s_u tính bằng mm và σ_{cd} bằng MPa.

Với các bề mặt tiếp xúc gồ ghề, khả năng chịu cắt do ma sát giữa các lớp bê tông được tính bởi:

$$\tau_{fu,d} = 0.40 f_{cd}^{\frac{2}{3}} (\sigma_{cd} + \rho f_{yd})^{\frac{1}{3}} \quad (2.6)$$

trong đó σ_{cd} là ứng suất nén pháp tuyến trung bình tại mặt tiếp xúc; ρ là hàm lượng cốt thép;

$$\tau_{fd} = 5\tau_{fu,d} \quad : \text{nếu } s < 10mm \quad (2.7)$$

$$\left(\frac{\tau_{fd}}{\tau_{fu,d}}\right)^4 - 0.5\left(\frac{\tau_{fd}}{\tau_{fu,d}}\right)^3 = 0.3s - 0.03 : \text{nếu } s \ge 10mm \quad (2.8)$$

với s tính bằng mm.

Độ trượt do lực cắt dọc theo mặt phẳng thô khi xuất hiện vết nứt được cho bởi công thức sau (w và s tính bằng mm):

$$w = 0.6 s^{\frac{2}{3}} \quad (2.9)$$

2.2. Tiêu chuẩn Eurocode 2 (2004) [8]

Ứng suất cắt tính toán tại mặt cắt bê tông-bê tông v_u :

$$v_u = cf_{ctd} + \mu\sigma_n + \rho f_y(\mu\,sin\,\alpha + cos\,\alpha) \le 0.5\nu f_{cd} \quad (2.10)$$

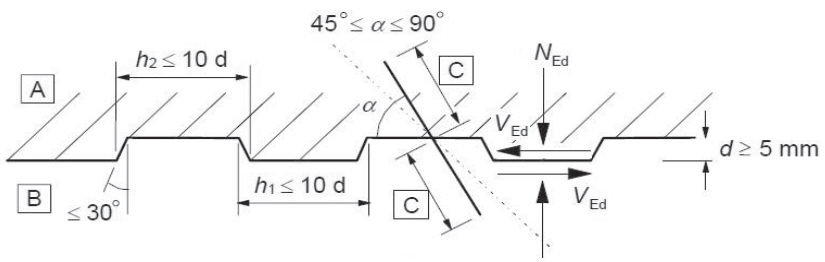
trong đó cf_{ctd} thể hiện ảnh hưởng của lực dính, c là các hệ số phụ thuộc vào độ dính kết của mặt tiếp xúc; f_{ctd} là cường độ chịu kéo tính toán của bê tông;

$\mu\sigma_n$ thể hiện ảnh hưởng của ngoại lực, μ là hệ số phụ thuộc vào độ nhám, σ_n là ứng suất pháp tuyến dụng lên mặt tiếp xúc;

$\rho f_y(\mu\,sin\,\alpha + cos\,\alpha)$ thể hiện ảnh hưởng của cốt thép gia cường đi qua mặt tiếp xúc, với ρ là hàm lượng cốt thép; f_y là cường độ chảy của cốt thép; α là góc giữa cốt thép chịu cắt và mặt phẳng chịu cắt; ν là hệ số giảm cường độ; f_{cd} là cường độ nén thiết kế của bê tông.

Eurocode 2 (2004) chia ra 4 loại bề mặt tiếp xúc: rất mịn, mịn, thô và lồi lõm. Chúng được phân biệt thông qua hệ số lực dính và ma sát:

- Rất mịn: một bề mặt đúc với thép, nhựa hoặc khuôn bằng gỗ c = 0,025 đến 1, μ = 0,2
- Mịn: bề mặt trơn hoặc ép đùn, hoặc một bề mặt tự do c = 0,2 và μ = 0,6
- Thô: bề mặt có độ nhám ít nhất 3 mm ở khoảng cách khoảng 40 mm, đạt được bằng cào, phơi khô hoặc tương đương c = 0,4, μ = 0,7
- Lồi lõm: một bề mặt lồi hoặc lõm so le giống hình bên (Hình 2.1): c = 0,50 và μ = 0,9



A - lớp bê tông mới B: lớp bê tông cũ C: thép gia cường

Hình 2.1 - *Bề mặt lồi lõm theo tiêu chuẩn Eurocode 2*

2.3. Tiêu chuẩn BS 8110-1 (1997)[9]

Tiêu chuẩn BS 8110-1 (1997) của Anh bao gồm các thông số thiết kế chi tiết của kết cấu bê tông đúc sẵn và kết cấu composite. Khi ứng suất cắt tính toán không vượt quá 0,23MPa thì không cần bổ sung cốt thép chống cắt qua mặt phân cách.

Khi bề mặt tiếp xúc hoàn thiện thô và ứng suất cắt tính toán không vượt quá 0,45MPa thì không cần cốt thép chịu cắt qua giao diện.

Khi ứng suất cắt không vượt quá 1,3MPa, phải gia cường các thanh giằng bằng thép tại bề mặt tiếp xúc.

Khi coi cốt thép chống cắt tại mặt tiếp xúc chịu toàn bộ lực cắt, ứng suất cắt dọc tính toán v_u tại mặt cắt được tính theo công thức:

$$v_u = 0.6 F_b \rho\, tan\,\alpha \quad (2.11)$$

trong đó F_b là giá trị nhỏ nhất giữa 0,95 $f_y A_s$ và giá trị neo của cốt thép; f_y là cường độ chảy của cốt thép; A_s là diện tích cốt thép chịu cắt qua mặt phân cách; ρ là hàm lượng cốt thép; α là góc nội ma sát thay đổi từ 0,7 đến 1,7 (bảng 2.1). Biểu thức được đề xuất rất giống với biểu thức được đề xuất bởi Birkelvà và Birkel và (1966).

Loại bề mặt	tan α
Giao diện mượt, trong bê tông chưa qua xử lý	0,7
Mối nối thô hoặc đúc không có dải tại chỗ liên tục trên đầu mối nối	1,4
Khớp được làm nhám hoặc đúc với các dải tại chỗ liên tục trên các đầu của khớp	1,7

Bảng 2.1 - *Góc nội ma sát theo BS 8110-1 (1997)*

Bảng 2.2 trình bày ứng suất cắt dọc tính toán tại mặt tiếp xúc, phụ thuộc vào bề mặt tiếp xúc, cường độ bê tông tại vị trí đổ và cốt thép chịu cắt qua mặt tiếp xúc.

Bề mặt được chỉ định "đúc" là bề mặt bê tông sau khi đổ có một lớp hoàn thiện thô. Bề mặt được chỉ định "đùn" là bề mặt có kết cấu hở được sản xuất trực tiếp từ máy đùn bê tông. Bề mặt được chỉ định "chải", "láng" hoặc "trộn nhám" là các bề mặt được làm nhám mà không để lộ cốt liệu.

Đơn vị đúc sẵn	Loại bề mặt	Cường độ bê tông đổ tại chỗ		
		25 MPa	30 MPa	> 40 MPa
Không có thép gia cường qua giao diện	Như đúc hoặc ép đùn	0,40	0,55	0,65
	Đánh bóng, láng nền hoặc dán nhám	0,60	0,65	0,75
	Rửa sạch để loại bỏ chất xơ hoặc được xử lý với chất làm chậm và được làm sạch	0,70	0,75	0,80
Có cốt thép gia cường qua giao diện	Như đúc hoặc ép đùn	1,20	1,80	2,00
	Đánh bóng, láng nền hoặc dán nhám	1,80	2,00	2,20
	Rửa sạch để loại bỏ chất xơ hoặc được xử lý với chất làm chậm và được làm sạch	2,10	2,20	2,50

Bảng 2.2 - *Ứng suất cắt dọc thiết kế theo BS 8110-1 (1997)*

2.4 Tiêu chuẩn ACI 318 (2019) *[10]*

Ứng suất cắt dọc tại mặt phân cách $\boldsymbol{v_u}$:

$$v_u = A_{vf}(\mu \sin\alpha + \cos\alpha) \quad (2.12)$$

trong đó: A_{vf} là diện tích cần thiết của cốt thép chịu cắt; f_y là cường độ chảy của cốt thép; μ là hệ số ma sát; α là góc giữa cốt thép chịu cắt và mặt phẳng chịu cắt.

Biểu thức trên gần giống với biểu thức do Birkel (1966) [3] đề xuất nhưng có kể đến ảnh hưởng của hướng cốt thép chịu cắt qua mặt tiếp xúc.

Hệ số ma sát μ được cho trong bảng 2.3, xác định cho bốn trường hợp bề mặt tiếp xúc khác nhau. Tham số λ là hệ số điều chỉnh liên quan đến mật độ bê tông và được lấy bằng: a) 1,00 đối với bê tông trọng lượng bình thường; b) 0,85 đối với bê tông nhẹ; và c) 0,75, đối với bê tông rất nhẹ.

Ứng suất cắt dọc tính toán v_u được giới hạn khoảng từ 0,2 f_c đến 5,52MPa (800psi), với f_c là cường độ nén của bê tông. Cường độ chảy của cốt thép f_y không được lấy lớn hơn 414MPa (60000psi).

Khi bê tông được đổ trên nền bê tông đông cứng, bề mặt phải sạch và không có sạn. Nếu bề mặt được làm thô có chủ ý, sẽ có biên độ bằng một phần tư inch (6,35mm).

Khi bề mặt tiếp xúc sạch sẽ, không có vết sần sùi và được làm nhám cố ý hoặc không làm nhám thì cường độ cắt dọc của bề mặt tiếp xúc v_u không được lớn hơn 552bd kN (80bd lb).

Khi bề mặt tiếp xúc sạch sẽ, không có vết sần sùi, được làm nhám cố ý đến hết biên độ một phần tư inch (6,35mm) và các thanh thép được bố trí để truyền lực cắt dọc, cường độ cắt dọc của bề mặt tiếp xúc v_u không được lấy lớn hơn 2415bd kN (350bd lb).

Loại bề mặt	Hệ số ma sát μ
Bê tông mới đặt trên nền bê tông đông cứng không chủ ý làm thô	0,60 λ
Bê tông mới đặt trên nền bê tông đông cứng bề mặt làm thô có chủ ý	1,00 λ
Bê tông đổ toàn khối	1,40 λ
Bê tông gia cường thép cuộn uốn móc ở đầu hoặc bằng thép thanh	0,70 λ

Bảng 2.3 - *Hệ số ma sát do ACI 318 (2008) đề xuất*

Đối với bê tông đúc trên bê tông đã đông cứng không được làm nhám, khả năng chống cắt chủ yếu là do tác động của cốt thép. Kết quả thử nghiệm (Mattock 1977) chỉ ra rằng giá trị giảm μ = 0,6λ được chỉ định cho trường hợp này là phù hợp

2.5. Tổng hợp các thông số tính toán theo các tiêu chuẩn

Các tham số hiển thị trong biểu thức tính toán của các tiêu chuẩn (bảng 2.4) là: cường độ nén và kéo của bê tông; cốt thép đi qua mặt tiếp xúc; hệ số lực dính, hệ số ma sát; ứng suất pháp tuyến tại mặt tiếp xúc dưới tác dụng của tải trọng; độ nhám.

Thông số	CEB-FIP (1990)	EC2 (2004)	BS8110 -1 (1997)	ACI-318 (2008)
Cường độ chịu nén của bê tông	Không	Không	Không	Không
Cường độ chịu kéo của bê tông	Có	Có	Không	Không
Cốt thép đi qua mặt tiếp xúc	Có	Có	Có	Có
Hướng của cốt thép	Có	Có	Không	Có
Hệ số dính bám	Có	Có	Không	Không
Hệ số ma sát	Có	Có	Có	Có
Ứng suất pháp tại mặt tiếp xúc	Có	Có	Không	Không
Độ nhám	Có	Có	Có	Có

Bảng 2.4 - *Tổng hợp các thông sô tính toán theo các tiêu chuẩn*

Ta thấy, ứng xử tại mặt phân cách giữa hai lớp bê tông chịu ứng suất cắt được dự đoán bằng cách sử dụng lý thuyết ma sát.

Cường độ bê tông là một thông số chung cho tất cả các tiêu chuẩn thiết kế. Tiêu chuẩn CEB-FIP 1990 (1990) và Eurocode 2 (2004) có sử dụng cường độ chịu kéo bê tông trong biểu thức. Tuy nhiên, cường độ bê tông được chỉ định trong thiết kế tương ứng với lớp bê tông yếu nhất, thường là bê tông đổ trước.

Ảnh hưởng của cốt thép qua mặt tiếp xúc được kể đến trong tất cả các tiêu chuẩn thiết kế. Ngoài ra, CEB-FIP (1990) và Eurocode2 (2004) có kể đến góc nghiêng giữa lực cắt cốt thép và mặt phẳng cắt.

Hệ số ma sát và cường độ giới hạn chảy của cốt thép qua mặt tiếp xúc là tham số được kể đến trong tất cả các tiêu chuẩn. Các thông số như lực dính, ứng suất pháp tuyến tại mặt tiếp xúc, hướng của cốt thép và cường độ bê tông chỉ được xem xét trong một số tiêu chuẩn thiết kế.

Độ nhám của bề mặt tiếp xúc đóng một vai trò quan trọng trong tất cả các tiêu chuẩn. Tuy nhiên hệ số lực dính và lực ma sát được tính toán dựa trên việc xử lý định tính hoàn thiện bề mặt, phụ thuộc vào ý kiến chủ quan của kỹ thuật viên. Mỗi tiêu chuẩn thiết kế có thuật ngữ riêng và sự phân loại độ nhám bề mặt khác nhau. Do đó, đối với cùng một xử lý hoàn thiện bề mặt, các hệ số của lực dính và ma sát thu được là khác nhau.

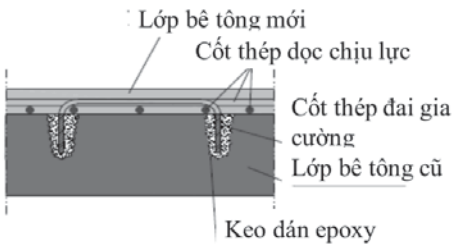
Trong tất cả các tiêu chuẩn nêu ở trên thì tiêu chuẩn Euro-code2 có kể đến ảnh hưởng của nhiều thông số nhất, dùng để vận dụng tính toán trong bài báo này.

3. VẬN DỤNG TÍNH TOÁN

Vận dụng tiêu chuẩn Euro-code2 để tính toán cho 2 bài toán: bản sàn BTCT có đổ thêm lớp BTCT gia cường và đài móng BTCT đổ toàn khối.

3.1 Bài toán gia cố sàn BTCT

Tính cốt thép cần gia cố cho ô sàn có kích thước 9x9m kê lên cột 0.8mx0.8m, vùng mở rộng mũ cột 3x3m. Để tăng sức chịu tải của sàn phẳng BTCT, lớp bê tông yêu cầu đổ thêm dày 8cm. Biết chiều dày bản h_b =25cm tại giữa nhịp và h_b=40cm tại vị trí mũ cột. Vật liệu sử dụng cho hai lớp BTCT là B30, cốt thép CT500V.



Hình 3.1 - Sơ đồ tính toán gia cố sàn

Bỏ qua ứng xử từ biến của bê tông, khả năng chịu cắt tại mặt phân cách ở giai đoạn đầu sau khi đổ bê tông (chưa tính đến ảnh hưởng của thép) là

$V^*_{Rdi}=c\,f_{ctd}+\mu\,\sigma_n=0.61MPa$

trong đó σ_n=0, ρ=0, coi bề mặt tiếp xúc giữ hai lớp bê tông là thô với c=0.45, μ = 0.7.

Bê tông B30 có f_{ck} =30MPa, γ_c = 1.5, α_{ct} =1, f_{ctm}= 2,9MPa, f_{ctk} =2.03MPa, f_{cd} =20MPa, độ bền chịu kéo thiết kế f_{ctd} =1.35MPa.

Giá trị lực cắt lớn nhất sinh ra tại mặt trượt (tính trong vùng mở rộng mũ cột b=3m) do lực dính (lấy β=0.5)

$V_{ed}=V^*R_{di}\,z\,b/\beta=0.61*103*0.4*3/0.5=1464KN$

Lượng cốt thép cần gia cường tại mũ cột (bỏ qua ảnh hưởng của lực dính, coi như cốt thép chịu toàn bộ lực cắt) được xác định từ phương trình cân bằng:

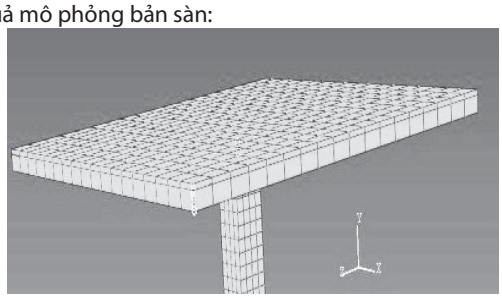
$V_{Edi}=V_{Rdi}=\rho f_{yd}\,(\mu\sin\alpha+\cos\alpha)=0.58Mpa$

Với CB500V có f_{yd} =435Mpa, góc nghiêng α =90^0 nên ta tính được ρ=0.2% tương đương với diện tích thép cần gia cường As=180cm^2 hay 160 ϕ12. Lượng đinh thép cần gia cường trên 1m^2 là 18 thanh ϕ12, tương đương với 9 đai thép gia cường (mỗi đai 2 đinh).

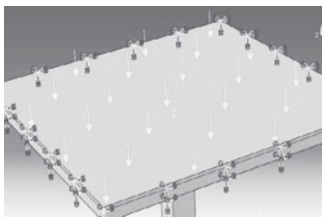
Áp dụng mô hình hóa sàn bê tông bằng phần mềm phần tử hữu hạn phân tích kết cấu ABAQUS để tính ứng suất cắt tại mặt tiếp xúc.

Để đơn giản hóa, xây dựng mô hình đầu vào cho bài toán tương tự như trên gồm cột kích thước 0,8x0,8m (coi cột không biến dạng, ngàm tại chân cột), mũ cột 3x3m, lớp bê tông sàn cũ kích thước 9x9m dày 25cm, lớp bê tông gia cố 9x9m dày 8cm.

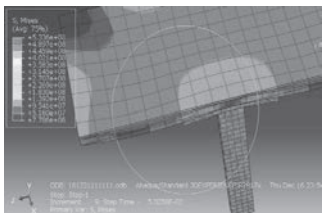
Kết quả mô phỏng bản sàn:



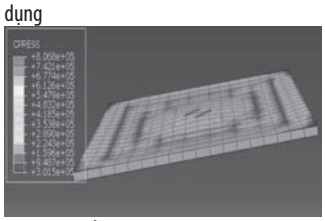
Hình 3.2 - Mô hình phần tử hữu hạn bản sàn BTCT gồm 2 lớp vật liệu



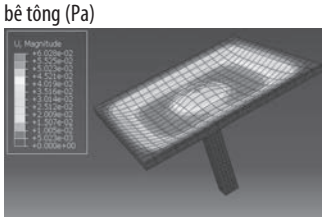
Hình 3.3 - Điều kiện biên và tải trọng tác dụng



Hình 3.4 - Trạng thái ứng suất trong sàn bê tông (Pa)



Hình 3.5 - Ứng suất trên mặt phân cách - vị trí mặt sàn cũ (Pa)



Hình 3.6 - Biến dạng trên sàn tại mặt tiếp xúc, u (m)

Nhận xét: Ứng suất cắt lớn nhất trên mặt tiếp xúc tại vị trí cột là 0.6774Mpa, ứng suất cắt lớn nhất tại các vị trí gần mũ cột là 0.612MPa, giá trị này tương tự giá trị tính toán theo tiêu chuẩn EC2. Càng xa mũ cột các giá trị ứng suất này giảm dần.

So sánh kết quả mô hình với kết quả tính toán theo tiêu chuẩn

Ứng suất trong bản sàn BTCT tại mặt tiếp xúc giữa hai lớp bê tông cốt thép là 0,612 MPa, giá trị này tương tự như tính toán theo tiêu chuẩn EC2. Tính toán theo phần tử hữu hạn Abaqus có ưu điểm là biết được ứng suất tại các vị trí khác nhau từ đó bố trí được cốt thép gia cường một cách hợp lý nhất.

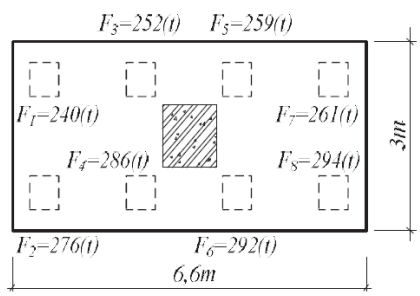
3.2 Ví dụ tính toán cho đài móng BTCT đổ toàn khối

Trong thực tế khi tính toán các cấu kiện bê tông khối lớn như móng cho nhà cao tầng chịu tải trọng lớn, móng cho thang máy, dầm cao, sàn chuyển … ta thường tính bê tông đủ khả năng chịu cắt và cốt thép đai thường được đặt theo cấu tạo. Theo tiêu chuẩn bê tông khối lớn TCVN 305:2004 [11] chiều cao mỗi đợt đổ bê tông không quá 1,5m, chiều cao mỗi lớp đổ không quá 50cm. Thời gian chờ để đổ tiếp đợt phía trên không ít hơn 4 ngày đêm tính từ lúc đổ xong đợt đổ dưới. Như vậy chiều cao mỗi lớp đổ bê tông được tính toán h ≤ 1,5m, đối với đài móng h có thể được tính đến mặt đáy của sàn tầng hầm hoặc giằng đối với đài móng

Ví dụ áp dụng cho bài toán thiết kế đài gồm 8 cọc; kích thước đài 3×6,6 m, tiết diện cột 1×1 m; chiều cao đài 2,2 m; bê tông đài cọc sử dụng: B30, thép đai cấu tạo CB500V chọn ϕ14a500. Lực cắt lớn nhất tại chân cột V_{ed}=120KN. Sức chịu tải của cọc được tính như sau:

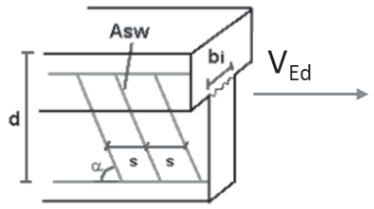
P1 = 2400KN; P2 = 2760KN ; P3 = 2520KN P4 = 2860KN

P5 = 2590KN; P6 = 2920KN ; P7 = 2610KN P8 = 2940KN



Hình 3.7 - Sơ đồ phản lực đầu cọc

Lấy chiều cao lớp đổ bê tông thứ nhất tính đến đáy sàn tầng hầm. Vậy ta có chiều cao lớp đổ bê tông thứ nhất h_1 = 1500mm, thứ hai h_2 = 500mm. Chiều cao làm việc d = h_1+h_2-a = 1885mm. Bề rộng mạch ngừng b = 3000mm



Hình 3.8 - Sơ đồ mặt cắt trượt

Thông số vật liệu

Bê tông B30 có f_{ck} =30MPa, γ_c = 1.5, α_{ct} =1, f_{ctm}= 2,9MPa, f_{ctk} =2.03MPa, f_{cd} =20MPa, độ bền chịu kéo thiết kế f_{ctd} =1.35MPa. Cốt thép dọc cần gia cường trên mặt tiếp xúc CB500V có cường độ chịu kéo tính toán f_{yk} = *500MPa*, f_{yd} =f_{yk}/γ_s = *435MP*a, chọn ϕ16a400 (n=6) có hàm lượng thép $\rho_w = A_{sw}/(s.b.sin\alpha)$ =0.1%,

Hàm lượng cốt thép tối thiểu theo tiêu chuẩn Euro-code:

$\rho_{w,min} = 0.08.sqrt(f_{ck})/f_{yk}$ =0.088%

Hệ số giảm cường độ của bê tông khi bị nứt

$\upsilon = 0.6(1-f_{ck}/250) = 0.504$

Giá trị ứng suất cắt thiết kế (lực cắt trượt) tại bề mặt trượt :

$V_{Edi} = \beta V_{ed}/(z.bi) = 0.02$ *MPa*

trong đó với β =1, cánh tay đòn z =1697mm. Hệ số phụ thuộc độ nhám bề mặt tiếp xúc lấy c=0,4 và μ=0,7

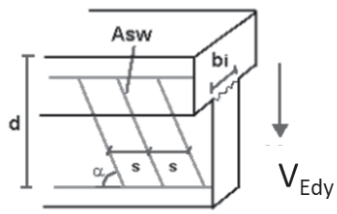
Tính khả năng chịu cắt tại mạch ngừng:

$V_{Rdi} = c\,f_{ctd} + \mu\,\sigma_n + \rho\,f_{yd}\ (\mu sin\alpha + cos\alpha) \le 0{,}5\ \upsilon\,f_{cd}$

$V_{Rdi} = c\,f_{ctd} + \mu\,\sigma_n + \rho\,f_{yd}\ (\mu sin\alpha + cos\alpha) = 0{,}86MPa \le 0{,}5\ \upsilon\,f_{cd}$= 5,82MPa

So sánh V_{Edi} =0.02 MPa < V_{Rdi} ➔ Vậy đài móng đủ khả năng chống cắt

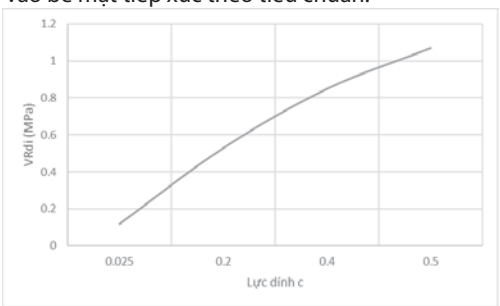
Xét trường hợp mạch ngừng đặt theo phương dọc, khi đó giá trị V_{ed}=21600KN lớn hơn rất nhiều so với mặt ngừng theo phương đứng. Trong trường hợp này cốt thép đi qua mặt phân cách gồm thép chịu lực và cốt cấu tạo chịu co ngót của bê tông có hàm lượng ρ =0.6%



Hình 3.9 - Sơ đồ mặt cắt trượt

Tính toán hoàn toàn tương tự ta có giá trị ứng suất cắt tại bề mặt V_{Edy}=4.24Mpa. Khả năng chịu cắt tại mạch ngừng V_{Rdy} = 4.18Mpa < V_{Edy}. Trong trường hợp này khả năng chịu cắt tại mạch ngừng không đảm bảo, cần phải bổ sung thêm thép gia cường.

Hình 3.10 dưới đây mô tả mối quan hệ giữa khả năng chịu cắt phụ thuộc vào bề mặt tiếp xúc theo tiêu chuẩn.



Hình 3.10 - Ảnh hưởng của khả năng chịu cắt phụ thuộc lực dính

3.3 Nhận xét

Qua hai ví dụ trên ta thấy ảnh hưởng của bề mặt tiếp xúc, độ nhám đóng vai trò rất quan trọng. Các hệ số của lực dính và lực ma sát cũng như hàm lượng cốt thép ảnh hưởng lớn đến khả năng chịu cắt giữa hai lớp vật liệu.

Khi hàm lượng cốt thép không đổi, tăng diện tích bề mặt tiếp xúc sẽ làm tăng cường độ chịu cắt nên khi thi công cần chú ý đến việc chọn chiều dày lớp đổ cho hợp lý.

Ngoài ra việc kiểm tra ứng suất trên bề mặt tiếp xúc giữa hai lớp bê tông thường bị bỏ qua và trong một số trường hợp cốt thép cấu tạo trong đài móng không đủ, bởi vậy việc kiểm tra khả năng chịu cắt cho đài móng là rất cần thiết.

4. KẾT LUẬN

Trong thi công cấu kiên BTCT toàn khối, đặc biệt bê tông khối lớn cần xem xét và kiểm tra khả năng chịu cắt giữa các lớp đổ bê tông.

Việc sử dụng lớp phủ bê tông mới với mật độ khác nhau và cường độ của lớp bê tông cũ cần được nghiên cứu, đánh giá ứng xử tại vị trí tiếp xúc khi chịu tải động và mỏi, cũng như đối với các tình huống hỏa hoạn.

Sự co ngót, chênh lệch nhiệt độ giữa hai lớp bê tông cần được xem xét trong thiết kế và đánh giá tại chỗ cho từng trường hợp cụ thể. Các ảnh hưởng của nhiệt độ cũng cần được xem xét trong thiết kế.

Độ cứng chênh lệch giữa cả hai lớp bê tông phải được tính đến trong thiết kế. Mô đun đàn hồi của lớp bê tông mới được thêm vào không được nhỏ hơn giá trị tương ứng của lớp bê tông cũ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. TCVN 5574:2018. Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng

[2]. Pedro Miguel Duarte dos Santos. Assessment of the Shear Strength between Concrete Layers- Thesis. The Univercity de Coimbra, 2009.

[3]. Birkeland, P. W., and Birkeland, H. W., 1966, "Connections in Precast Concrete Construction," *ACI Journal Proceedings*, V. 63, No. 3, Mar., pp. 345-368. doi: 10.14359/7627

[4]. Mattock, A.H. Shear transfer in concrete having reinforcement at an angle to the shear plane. American Concrete Institute, Special Publication 42-2, pp. 17-42, January 1974.

[5]. Walraven, J., Frénay, J. and Pruijssers, A. - Influence of concrete strength and load history on the shear friction capacity of concrete members, Precast/Prestressed Concrete Institute, PCI Journal, Vol. 32, No. 1, pp. 66-84, January-February 1987.

[6]. Patnaik, A.H. - Horizontal shear strength of composite concrete beams with a rough interface, PhD thesis, Department of Civil Engineering, University of Calgary, Calgary, Canada, 1992, 263 p.

[7]. CEB-FIP Model Code 1990 for concrete structures, Comité Euro-International du Béton, Secretariat Permanent, Case Postale 88, CH-1015 Lausanne, Switzerland, 1990, 437 p.

[8]. EN 1992-1-1 - Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, European Committee for Standardization, 2004, 225 p. (with corrigendum dated of 16 January 2008).

[9]. BS 8110-1 - Structural use of concrete. Part 1: Code of practice for design and construction, British Standard Institute, London, 1997.

[10]. ACI 318-19, Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and commentary, Committee 318, American Concrete Institute, Farmington Hills, USA, 2019.

[11]. TCVN 305 -2004. Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam TCVN 305-2004 -Bê tông khối lớn. Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng.

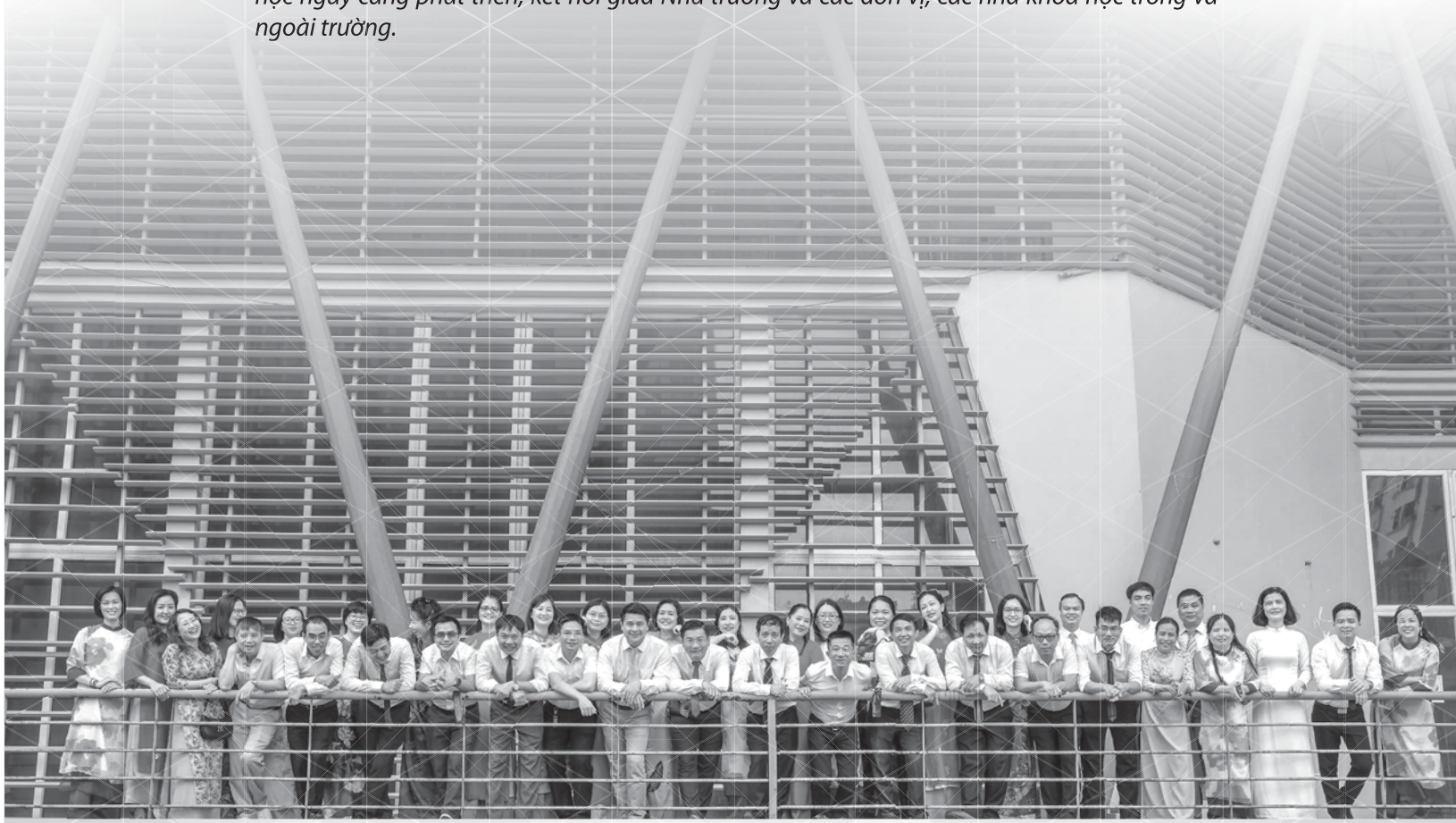
PHÁT TRIỂN HẠ TẦNG ĐÔ THỊ XANH THÔNG MINH

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị là một trong hai Khoa đầu tiên của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Trải qua 55 năm xây dựng và phát triển, Khoa đã có bước phát triển mạnh mẽ, là cơ sở đào tạo cung cấp nguồn lực lớn cán bộ chủ chốt khoa học kỹ thuật cho ngành Xây dựng.

Trong những năm qua, cùng với sự phát triển của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị có nhiều đổi mới, thường xuyên cập nhật công nghệ, thông tin tiên tiến để hướng tới một chương trình đào tạo hiện đại cũng như một hệ thống chương trình nghiên cứu khoa học có khả năng tiếp cận những vấn đề mới nhất của thực tiễn hôm nay như: phát triển đô thị, phát triển dân số hướng tới bền vững và tất cả các yếu tố thách thức của thiên tai, BĐKH…

Hội thảo khoa học "Phát triển hạ tầng đô thị xanh thông minh" là hoạt động nghiên cứu gắn với thực tiễn và ứng dụng trong đào tạo đáp ứng nhu cầu chung của xã hội. Đây cũng là diễn đàn để các nhà nghiên cứu, chuyên gia, kiến trúc sư, kỹ sư và các chuyên viên trong ngành Kỹ thuật hạ tầng đô thị, Quy hoạch, Quản lý xây dựng và công nghệ thông tin, chia sẻ kiến thức kết quả nghiên cứu về các giải pháp phù hợp.

Tập hợp các nội dung nghiên cứu khoa học sau Hội thảo là những đề xuất, giải pháp đóng góp cho đô thị Hà Nội nói riêng và cho các đô thị của Việt Nam nói chung vượt qua những tác động của biến đổi khí hậu cũng như sự thách thức của phát triển đô thị trong tương lai. Đây cũng là điểm nhấn quan trọng giúp Khoa và Nhà trường có được cơ sở để phát triển các hệ thống chuyên ngành; đồng thời, có những tiến trình phát triển cho công tác nghiên cứu khoa học ngày càng phát triển, kết nối giữa Nhà trường và các đơn vị, các nhà khoa học trong và ngoài trường.



■Ngày nhận bài: 19/7/2024 ■Ngày sửa bài: 15/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 06/9/2024

Giảm thiểu ngập úng cho các đô thị vùng Đồng bằng sông Hồng trong điều kiện biến đổi khí hậu đảm bảo phát triển bền vững

Minimizing flooding for urban City in the red River Delta in conditions of climate change to ensure sustainable development

> TS CHU VĂN HOÀNG
Phó trưởng Bộ môn Kỹ thuật hạ tầng, Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội;
Email: vanhoangvtv.hau@gmail.com

TÓM TẮT

Vùng Đồng bằng sông Hồng là địa bàn chiến lược đặc biệt quan trọng, là động lực phát triển hàng đầu, có vai trò dẫn dắt quá trình cơ cấu lại nền kinh tế và chuyển đổi mô hình tăng trưởng của cả nước. Quá trình đô thị hóa đang tạo ra các đô thị phát triển hiện đại, văn minh, sinh thái, thu nhập cao. Tuy nhiên, các đô thị đang đối mặt với nhiều thách thức về môi trường, đặc biệt ngập úng đô thị đã và đang ảnh hưởng nghiêm trọng tới sự phát triển và an toàn của đô thị. Tìm hiểu thực trạng, các nguyên nhân, các tác động tiêu cực của Biến đổi khí hậu để đưa ra giải pháp tổng thể nhằm giảm thiểu ngập úng cho đô thị đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển bền vững cho các đô thị vùng Đồng bằng sông Hồng.

Từ khóa: Vùng Đồng bằng sông Hồng; ngập úng đô thị; thoát nước bền vững; biến đổi khí hậu.

ABSTRACT

The Red River Delta is a particularly important strategic area, a leading development driving force, and plays a leading role in the process of restructuring the economy and transforming the growth model of the whole country. The urbanization process is creating modern, civilized, ecological, and high-income urban areas. However, urban areas are facing many environmental challenges, especially urban flooding which has been seriously affecting urban development and safety. Understanding the current situation, causes, and negative impacts of Climate Change to come up with a comprehensive solution to reduce urban flooding plays an important role in the sustainable development of urban areas the Red River Delta.

Keywords: Red River Delta region; urban flooding; sustainable drainage; climate change.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng Đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) bao gồm toàn bộ ranh giới hành chính đất liền và không gian biển của các thành phố: TP Hà Nội, TP Hải Phòng và 09 tỉnh: Vĩnh Phúc, Bắc Ninh, Quảng Ninh, Hải Dương, Hưng Yên, Thái Bình, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình. Vùng này được xem là một cực phát triển quan trọng với quy mô kinh tế đứng thứ 2 trong 6 vùng kinh tế trọng điểm quốc gia [4]. Trong đó, tốc độ đô thị hóa đạt trên 40%, nhiều đô thị được đầu tư hiện đại, đồng bộ về hạ tầng phục vụ nhu cầu về nhà ở và phát triển kinh tế của vùng. Bộ mặt các đô thị trong vùng đã có những thay đổi tích cực theo hướng văn minh, hiện đại. Tuy nhiên, quá trình đô thị hóa cũng làm gia tăng những hệ lụy gây ảnh hưởng tiêu cực đến xã hội, môi trường ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống của người dân như vấn đề ùn tắc giao thông, ô nhiễm môi trường đặc biệt là vấn đề ngập úng đô thị. Các yếu tố chính góp phần vào những vấn đề này bao gồm: tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu, tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa diễn ra mạnh mẽ, các chính sách quản lý và thực thi pháp luật còn nhiều bất cập. Điều này dẫn đến những áp lực lớn đối với môi trường đô thị, đặc biệt là các hệ thống cơ sở hạ tầng, trong đó phải kể tới hệ thống thoát nước không đáp ứng được năng lực tiêu thoát đã dẫn tới tình trạng ngập úng tại các đô thị Việt Nam nói chung và các đô thị vùng ĐBSH nói riêng.

2. THỰC TRẠNG NGẬP ÚNG TẠI CÁC ĐÔ THỊ VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

a. Thực trạng cao độ nền và thoát nước mặt

Các đô thị vùng ĐBSH chịu ảnh hưởng lớn của chế độ thủy văn hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình đồng thời chịu ảnh hưởng của mực nước triều và nước dâng trong bão. Hiện nay, cốt nền của vùng ĐBSH nhìn chung khá thấp, giao động từ +0,4m đến +9.0m (khu vực cốt nền +9m chủ yếu các đô thị thuộc tỉnh Vĩnh Phúc và một số đô thị thuộc tỉnh Quảng Ninh). Trong đó có khoảng 58,4% diện tích ĐBSH có cốt nền ở mức

thấp hơn 2m. Hơn 72% diện tích đồng bằng ở cốt nền thấp hơn 3m. Bốn tỉnh Hải Phòng, Thái Bình, Hà Nam và Ninh Bình có trên 80% diện tích đất đai có cốt nền thấp hơn 2m. Đối với tỉnh Quảng Ninh và các tỉnh ven biển ĐBSH, nếu mực nước biển dâng 80 cm, khoảng 1,59% diện tích của tỉnh Quảng Ninh và 8,4% diện tích vùng ĐBSH có nguy cơ bị ngập. Trong đó, tỉnh Thái Bình (25,06%) và tỉnh Nam Định (29,29%) là 2 tỉnh có nguy cơ ngập cao nhất. [9] Nếu mực nước biển dâng 100cm, 1,94% diện tích của tỉnh Quảng Ninh có nguy cơ bị ngập. Nam Định là tỉnh có nguy cơ ngập cao nhất khoảng 43,67%, trong khi đó toàn ĐBSH là 13,20%. Như vậy, cốt nền của các đô thị trong vùng hầu như thấp hơn mực nước lũ, mực nước triều tính toán và mực nước biển dâng. Điều này dẫn tới khó khăn cho việc tổ chức thoát nước mặt, chống ngập úng cho các đô thị. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng diễn biến phức tạp, tác động của nó sẽ làm tình hình ngập úng tại các đô thị ngày một nghiêm trọng thêm.

Các đô thị vùng ĐBSH chủ yếu phát triển theo hình thức lấn dần, có nghĩa phát triển từ các đô thị cũ. Trước đây tính toán xác định cốt nền các đô thị này khá thấp ứng với tần suất thiết kế (P%) tương ứng với cấp đô thị thấp (chủ yếu là thị xã hoặc thành phố loại III, loại II). Chính vì vậy, sau khi phát triển, các khu đô thị mới được tính toán với tần suất cao hơn, điều này dẫn tới chênh lệch cốt nền giữa đô thị cũ và đô thị mới, gây khó khăn cho công tác tổ chức thoát nước mặt đồng thời gây ra ngập úng cục bộ. Điển hình tại TP Hưng Yên, khu đô thị trung tâm có cao độ trung bình khoảng +2.50m đến +3.00m nhưng các khu đô thị mới có cao độ khoảng +3.50m. Tại Nam Định, hiện thành phố có các "điểm đen" về ngập úng gồm: Ngã tư đường Trần Hưng Đạo - Phan Đình Phùng, đường Trần Hưng Đạo (đoạn cổng chợ Mỹ Tho, đoạn kéo dài ven hồ Truyền thống), Hàn Thuyên - Hùng Vương và chùa Cả, Hàng Tiện, Hàng Cấp, chợ Diên Hồng, đầu đường Quang Trung (Trung tâm Đăng kiểm cũ), ngã 6 Năng Tĩnh - Văn Cao, đường Bến Thóc, Ngô Quyền, Máy Tơ. Đặc biệt, tại Hà Nội, các khu đô thị phát triển mở rộng thuộc chuỗi đô thị phía Đông vành đai 4 có cao độ cao hơn nhiều so với khu dân cư hiện hữu gây nên tình trạng ngập úng trong khu dân cư mỗi khi mưa lớn.

Hệ thống thoát nước của các đô thị vùng ĐBSH chủ yếu dựa vào hệ thống tiêu thoát nước thủy nông. Toàn vùng ĐBSH có khoảng trên 500 cống dưới đê phục vụ cấp thoát nước, hơn 1700 trạm bơm chính phục vụ tưới tiêu được kết nối với hệ thống sông kênh và các hồ chứa lớn. Tuy nhiên đây chỉ là hệ thống thoát nước tự nhiên. Hệ thống thoát nước tại các đô thị vùng ĐBSH hiện đã và đang xuống cấp. Để đánh giá khả năng thoát nước của một đô thị ta có thể dựa trên tiêu chí chiều dài bình quân đường cống trên đầu người. Đối với các nước trên thế giới tỷ lệ trung bình là 2m/người, ở nước ta tỷ lệ này tại các đô thị lớn như Hà Nội, Hải Phòng là 0,2-0,25 m/người, các đô thị còn lại chỉ đạt từ 0,05-0,08 m/người. Theo đánh giá của các công ty thoát nước và môi trường đô thị tại các địa phương hiện nay: 50% tuyến cống đã bị hư hỏng, 30% tuyến cống cũ bị xuống cấp, chỉ khoảng 20% tuyến cống mới xây dựng là còn tốt. Đây là một trong những nguyên nhân hàng đầu gây ngập úng tại các đô thị vùng ĐBSH hiện nay. [12]

b. Thực trạng ngập úng

Bão, lũ lụt và nước biển dâng đang gây ra hậu quả ngập úng nghiêm trọng tại các đô thị thuộc vùng ĐBSH. Trong những năm gần đây các đô thị này đã phải hứng chịu những trận mưa, bão lũ có cường độ lớn, vượt xa khả năng chịu tải của hệ thống thoát nước. Rất nhiều đô thị ngoài việc chịu tác động của mưa, bão còn chịu tác động của nước biển dâng, triều cường dẫn đến ngập lụt. Hậu quả trực tiếp là hệ thống thoát nước và các công trình đầu mối chống ngập lụt (trạm bơm, hồ điều hòa, đê bao...) bị hư hỏng, chi phí dành cho cho công tác duy tu, bảo dưỡng, nâng cấp tăng lên. Theo số liệu khảo sát các trận mưa lớn nhất từ năm 2008 đến năm 2024 thì vũ lượng ngày càng lớn, thời gian và chiều sâu ngập tại các đô thị ngày càng tăng. (Bảng 1).

Bảng 1. Thống kê khu vực bị ảnh hưởng do lượng mưa tăng [12]

STT	Thời gian	Lượng mưa (mm)	Khu vực bị ảnh hưởng	Chiều sâu ngập
1	Tháng 10, tháng 11/ 2008	550	TP Hà Nội và các tỉnh lân cận	0.7m - 1.6m
2	Tháng 10/2017	610	Lưu vực Hoàng Long - Ninh Bình và sông Tích, sông Bùi - Hà Nội lũ lớn gây tràn đê Hữu Hoàng Long và Tả - Hữu Bùi.	0.8m - 1.8m
3	Tháng 7/2018	419	Hà Nội; Hà Nam; Nam Định; Ninh Bình	0.5m - 1.6m
4	Tháng 5/2022	390	Hà Nội	0.4m - 0.6m
5	Tháng 5/2024	620	Quảng Ninh, Hải Phòng	0.8m - 1.8m

Đối với các đô thị vùng ĐBSH, cao độ nền đô thị thường thấp hơn mực nước sông, biển. Thoát nước chủ yếu tự chảy kết hợp với bơm tiêu nên khả năng chống ngập úng gặp nhiều bất lợi. Đến thời điểm hiện tại tất cả các tỉnh, thành phố đã triển khai các dự án thoát nước và xử lý nước thải. Tuy nhiên chủ yếu sử dụng hệ thống thoát nước chung trên cơ sở cải tạo nâng cấp hệ thống thoát nước hiện có, vì vậy thiếu đồng bộ. Các đô thị nhỏ nhưng hầu như chưa có hệ thống thoát nước, hoặc đã được xây dựng nhưng chưa đầy đủ và không đồng bộ. Đây là một trong những nguyên nhân gây ra tình trạng ngập úng nghiêm trọng tại các đô thị hiện nay.

3. CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY RA TÌNH TRẠNG NGẬP ÚNG TẠI CÁC ĐÔ THỊ VÙNG ĐBSH

a. Tác động của BĐKH làm thay đổi Điều kiện tự nhiên, khí tượng, thủy văn

Những nghiên cứu mới nhất của các nhà khoa học Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường cho thấy, BĐKH tác động đặc biệt mạnh mẽ tới sông ngòi, gây ra những thái cực trái ngược, mùa lũ nước dâng cao còn mùa hạn lại giảm sâu, điều này gây khó khăn cho công tác phòng chống ngập úng cho đô thị. Với kịch bản phát thải khí nhà kính ở mức trung bình, thì đến năm 2040-2059, BĐKH dự kiến sẽ làm lưu lượng đỉnh lũ hàng năm ở các sông tăng khoảng 1-5% so với những năm 1980-1990. [2] Về lượng mưa, có thay đổi đáng kể khi nhiệt độ tăng. Một số khu vực có lượng mưa tăng, trong khi đó một số khu vực có lượng mưa giảm. Xu thế chung là lượng mưa mùa mưa tăng, lượng mưa mùa khô giảm. Lượng mưa ngày lớn nhất tăng lên ở hầu hết các vùng khí hậu, trong đó có vùng ĐBSH. Chính vì tác động của BĐKH làm thay đổi cơ bản về điều kiện tự nhiên, thủy triều, lũ thượng nguồn. Các tác động này dẫn tới hiện tượng gây ngập:

- Ngập do triều: Ngập úng có thể lớn hơn và nghiêm trọng hơn khi có sự kết hợp triều cường, lũ từ sông, từ các hồ ở thượng lưu xả về và mưa lớn diễn ra trên diện rộng sẽ gây hiệu ứng ngập sâu đô thị. Trong những ngày cuối tháng 5 và đầu tháng 6 vừa qua, tại các đô thị ven biển Quảng Ninh, Hải Phòng và Nam Định, triều cường kết hợp mưa lớn đã gây ra ngập úng nghiêm trọng.

- Ngập úng do mưa: Hiện nay lượng mưa ngày càng gia tăng, mưa có cường độ lớn, thời gian mưa dài trên một diện rộng và vũ lượng cao, vượt tần suất thiết kế của hệ thống thoát nước. Tần suất xuất hiện những trận mưa này ngày càng nhiều hơn làm cho mức độ ngập úng ngày càng trầm trọng hơn. Đây được xem là nguyên nhân hàng đầu về ngập úng cục bộ tại các đô thị hiện nay. Với hệ thống thoát nước đã xuống cấp, không được đầu tư đồng bộ, không được duy tu bảo dưỡng thường xuyên gặp những trận mưa

lớn, kéo dài sẽ gây ra ngập úng cục bộ nhiều nơi cho thành phố. Ví dụ tại TP Hà Nội, do hệ thống thoát nước của thành phố chỉ đáp ứng cho các trận mưa khoảng 50mm nên với những trận mưa trên 50mm thì xảy ra hiện tượng ngập úng. Năm 2008, Hà Nội đã phải hứng chịu trận lũ lịch sử khi lượng mưa đạt 400mm - 600mm. Toàn bộ thành phố chìm trong biển nước. Ngập úng gây thiệt hại nặng nề về người và tài sản cho nhân dân Thủ đô. (Hình 1; hình 2)



Hình 1. Ngập úng tại TP Hà Nội [12]



Hình 2. Ngập úng tại TP Uông Bí [12]

- Ngập úng do lũ: Lũ trực tiếp từ các sông ở thượng lưu; lũ do xả nước từ các công trình hồ tưới tiêu, hồ thủy điện ở phía thượng nguồn và càng nguy hiểm hơn khi xảy ra đồng thời với mưa to và triều cường. Đối với các đô thị vùng ĐBSH chủ yếu sử dụng đê bao kết hợp với hồ điều hòa và các trạm bơm để chống ngập cho đô thị. Với diễn biến lũ bất thường, năng lực hoạt động các công trình điều tiết còn hạn chế, khi lũ lớn xuất hiện kèm theo mưa lớn làm gia tăng mực nước của các con sông, gây ra lũ lụt cho các đô thị và vùng nông thôn. Với khối lượng nước lớn dâng lên trong một thời gian ngắn và ở trên diện rộng thì ngập úng do lũ gây ra có sức tàn phá nghiêm trọng hơn rất nhiều so với ngập úng cục bộ tại các đô thị.

b. Năng lực hoạt động của hệ thống tiêu thoát nước đô thị

Năng lực hoạt động của hệ thống tiêu thoát nước đóng góp không nhỏ vào khả năng chống ngập úng cho đô thị. Hệ thống tiêu thoát nước các thành phố (hầu hết được xây dựng trên nền các đô thị cũ) chưa hoàn chỉnh và còn nhiều hạn chế. Các thành phố trong quá trình phát triển nhưng do trải qua nhiều giai đoạn khác nhau, tầm nhìn và vốn đầu tư khác nhau, nên đến nay hệ thống tiêu thoát nước chưa đáp ứng yêu cầu. Thêm vào đó, các hệ thống tiêu thoát (cống tiêu, kênh tiêu...), nhất là ở khu nội thành, đã cũ lại hư hỏng, không hoặc chưa được duy tu, bảo dưỡng thường xuyên, cho nên khi có mưa (dù là mưa vừa) đã gây nên ngập úng nhiều khu vực của thành phố. Nhiều đô thị đang triển khai đầu tư cải tạo, xây dựng mới hệ thống thoát nước nhưng tiến độ triển khai chậm, thiếu vốn, nhiều khu đô thị mới việc xây dựng hệ thống thoát nước thiếu đồng bộ, việc kết nối giữa hệ thống thoát nước mới và hệ thống thoát nước cũ còn nhiều bất cập, không liên thông. Mặt khác, việc kết nối hệ thống thoát nước đô thị với hệ thống thủy lợi còn nhiều hạn chế. Ngoài ra, một số công trình đang trong quá trình xây dựng do không có những biện pháp dẫn dòng thi công tốt dẫn đến sự ngăn chặn dòng chảy gây ngập cục bộ xung quanh khu vực thi công.

c. Quy hoạch, quản lý phát triển đô thị

Hiện nay, các đô thị phát triển quá nóng, tốc độ đô thị hóa cao nhưng thiếu quy hoạch, tầm nhìn quy hoạch và quản lý phát triển đô thị còn hạn chế. Quy hoạch không đồng bộ hoặc còn chủ quan, thiếu liên kết vùng; công tác dự báo chưa lường hết được BĐKH nên thông số thiết kế theo quy hoạch đã không còn phù hợp với tình hình thực tế khiến một số tuyến thoát nước dù mới được đầu tư cũng trở nên quá tải. Việc xây dựng đô thị với mật độ cao tại vùng ven đô, vốn trước kia sử dụng cho mục đích nông nghiệp hoặc là những vùng thấp trũng chứa nước có chức năng điều hòa nước tự nhiên, là nguyên nhân dẫn tới ngập lụt. Trong đô thị, diện tích hồ, ao và kênh, rạch bị san lấp hoặc thu hẹp diện tích khiến cho khả năng chứa nước tại chỗ của khu vực này giảm xuống. Quá trình đô thị hóa với nhu cầu xây dựng tăng cao đã và đang dẫn tới các sự biến mất của nhiều kênh, rạch, các hồ, ao trong đô thị. (Hình 3; hình 4)

Việc gia tăng diện tích bề mặt bị bê tông hóa tại các khu vực đô thị không chỉ làm gia tăng lượng nước mưa chảy trên bề mặt vì không thể thấm xuống lòng đất, làm giảm lượng nước ngầm mà còn tạo ra hiệu ứng đảo nhiệt. Ví dụ tại TP Hà Nội, theo quy hoạch được duyệt năm 1981 thì diện tích TP Hà Nội khoảng 1000 km^2, đến năm 2008 diện tích đã tăng lên 3.300 km^2, gấp 3,6 lần so với diện tích cũ. Diện tích đất xây dựng đô thị, khu công nghiệp và các khu chức năng khác gia tăng kéo theo diện tích san nền phục vụ cho hoạt động xây dựng đô thị tăng lên làm thay đổi dòng chảy, gia tăng bề mặt không thấm nước như mái nhà, bê tông, đường nhựa làm gia tăng thêm tình trạng ngập úng.



Hình 3. Lấp ao hồ xây dựng đô thị

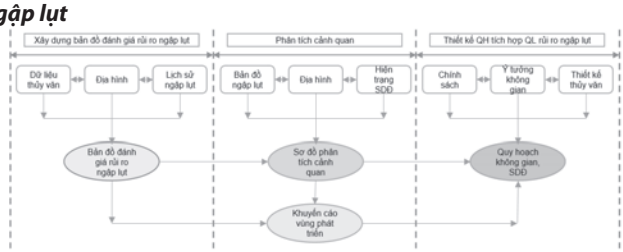


Hình 4. Xây dựng công trình lấn chiếm kênh thoát nước

4. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU NGẬP ÚNG CHO CÁC ĐÔ THỊ VÙNG ĐBSH

Ngày 04/5/2024, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 368/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch vùng ĐBSH, thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Theo đó, về quan điểm lập quy hoạch, ngoài việc phải bảo đảm phù hợp, thống nhất, đồng bộ với mục tiêu, định hướng của chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của vùng và Quốc gia còn phải đảm bảo chiến lược tăng trưởng xanh và phát triển bền vững, trong đó hệ thống hạ tầng kỹ thuật phải được chú trọng ưu tiên, đặc biệt chú trọng các giải pháp giảm thiểu ngập úng nhằm đảm bảo an toàn và phát triển bền vững của đô thị. [4]

a. Giải pháp quy hoạch sử dụng đất tích hợp với quản lý rủi ro ngập lụt

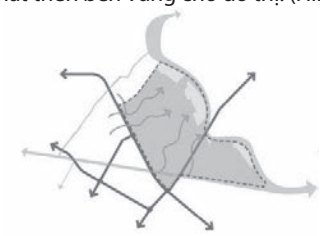


Hình 5. Sơ đồ phân tích Quy hoạch sử dụng đất tích hợp với quản lý rủi ro lũ lụt (nguồn tác giả)

Để giảm thiểu tối đa ảnh hưởng của ngập lụt tới sự hình thành và phát triển các đô thị, quy hoạch không gian cần tích hợp các giải pháp quản lý rủi ro ngập lụt nhằm định hướng cho quy hoạch sử dụng đất. Cần thiết phải xây dựng bản đồ đánh giá rủi ro ngập lụt và các tai biến thiên nhiên để làm căn cứ lựa chọn đất xây dựng đô thị cũng như đề xuất các khu chức năng. Bản đồ đánh giá rủi ro ngập lụt là sản phẩm quan trọng của việc xác định các vị trí, nguy cơ xảy ra ngập lụt. Bản đồ phản ánh các mối nguy hại gây ra bởi các trận lụt và các kịch bản BĐKH xảy ra tại các vùng dân cư, khu vực xác định. Bản đồ đánh giá rủi ro ngập lụt đưa ra các thông tin cơ bản về biên độ của ngập lụt không chỉ dưới các kịch bản BĐKH khác nhau mà còn thể hiện tính nhạy cảm của các yếu tố như sử dụng đất và vận hành của hệ thống thoát nước. Với đặc điểm địa hình của các đô thị vùng ĐBSH thấp trũng, độ dốc nhỏ, rất khó khăn tổ chức thoát nước mặt chống ngập úng đô thị thì quá trình

nghiên cứu phương án quy hoạch cần tích hợp với các giải pháp giảm thiểu ngập úng. (Hình 5).

Qua sơ đồ trên, có thể nhận thấy quá trình thiết kế quy hoạch cần khảo sát nghiên cứu số liệu khí tượng, thủy văn, địa hình, hiện trạng sử dụng đất và hiện trạng cảnh quan của không gian quy hoạch. Việc phân tích thủy văn được thể hiện thông qua bản đồ đánh giá rủi ro ngập lụt. Đây là cơ sở quan trọng để đưa ra các khuyến cáo về các rủi ro có thể gặp phải do lũ lụt gây ra cho đô thị, từ đó đề xuất các giải pháp thiết kế quy hoạch không gian, sử dụng đất tích hợp với giải pháp giảm thiểu ngập úng, đảm bảo an toàn và phát triển bền vững cho đô thị. (Hình 6; hình 7).

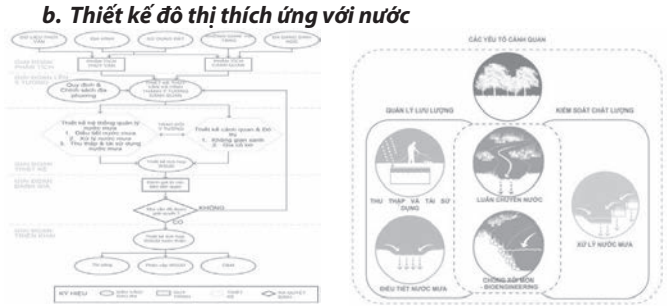


Hình 6. Sơ đồ phân tích hiện trạng cảnh quan, tính toán thủy văn (nguồn tác giả)



Hình 7. Sơ đồ tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan phù hợp với thiết kế thủy văn (nguồn tác giả)

b. Thiết kế đô thị thích ứng với nước



Hình 8. Quy trình thiết kế và cách tiếp cận của WSUD [5]

Các đô thị vùng ĐBSH chịu ảnh hưởng lớn của chế độ thủy văn hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình. Bên cạnh đó, cao độ nền các đô thị khá thấp so với mực nước lũ của các con sông nên giải pháp tiêu thoát nước cho đô thị phụ thuộc nhiều vào hệ thống tiêu thoát thủy nông ngoại vi đô thị. Việc tận dụng ao hồ sông ngòi trong lưu vực kết hợp với tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan và sử dụng đất sẽ giảm thiểu ngập úng cho các đô thị vùng ĐBSH. Chính vì vậy, Thiết kế đô thị thích ứng với nước (Water sensitive urban design, WSUD) là một trong những giải pháp phù hợp với điều kiện tự nhiên, hiện trạng các đô thị vùng ĐBSH. WUSD kết hợp quản lý tuần hoàn nước trong đô thị với quy hoạch và thiết kế đô thị, với mục tiêu dựa trên hệ thống tự nhiên để giảm thiểu tác động tiêu cực đến chu trình tuần hoàn nước tự nhiên, mạng lưới kênh rạch ao hồ. Thiết kế này tạo ra một giải pháp thay thế cho cách tiếp cận tiêu thoát nước truyền thống bằng cách tác động tại nguồn, từ đó giảm thiểu kích thước của hệ thống thoát nước hạ lưu. Nó hạn chế bề mặt không thấm nước, tái sử dụng nước tại nguồn, tận dụng các lưu vực trữ nước để giảm thiểu lưu lượng nước mưa và kết hợp các hệ thống xử lý nước thải để loại bỏ các tác nhân gây ô nhiễm. Hiện tại, dưới sự hỗ trợ của Sở Quy hoạch Kiến trúc TP.HCM và Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) đã xây dựng cẩm nang thiết kế đô thị thích ứng với nước với quy trình thiết kế 5 bước (Hình 8) và được áp dụng cho TP Thủ Đức. Với nền địa hình và đặc điểm địa mạo, sông ngòi ao hồ có tính chất tương đồng với các đô thị vùng ĐBSH, WSUD cũng được xem là giải pháp tối ưu nhằm giảm thiểu ngập úng cho các đô thị vùng ĐBSH.

c. Giải pháp quản lý phát triển đô thị

- Lập cơ chế phối hợp giữa các cơ quan liên quan: Cần thiết phải lập cơ chế phối hợp giữa các cơ quan quản lý hệ thống thoát nước đô thị, quản lý hệ thống tiêu thủy lợi, quản lý tài nguyên nước, dự báo khí tượng thủy văn để thống nhất và có kế hoạch vận hành chung để đảm bảo lợi ích chung trong đó có mục đích tiêu thoát nước đô thị. Ban hành quy định về quản lý thoát nước đô thị, Yêu cầu các chủ đầu tư cải tạo hoặc xây dựng công trình trong đô thị phải bố trí không gian chứa, thấm nước.

- Quản lý lưu vực thoát nước mưa: Cách tiếp cận quản lý lưu vực sông cần được quan tâm thích đáng với mục đích đánh giá tình trạng nguồn nước trong mối tương quan với quy hoạch sử dụng đất hiện tại và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội trong tương lai của toàn lưu vực, hướng tới không làm xấu hơn chất lượng nước, chế độ thủy văn so với trước khi phát triển. Hơn nữa, kế hoạch quản lý lưu vực tổng thể, ngoài việc thực hiện kiểm soát đỉnh lũ, giảm khối lượng chảy tràn, chống ngập úng, bổ cập cho nước ngầm, còn đạt được các mục tiêu rộng lớn hơn như chống sạt lở sông, suối, phục hồi hành lang ven sông, bảo vệ môi trường sống, tài nguyên văn hóa và lịch sử, gia tăng tính thẩm mỹ, nơi vui chơi giải trí và chất lượng của cuộc sống trên toàn lưu vực sông.

5. KẾT LUẬN

Dưới sự tác động của BĐKH và sự gia tăng về tần suất và mức độ nghiêm trọng của ngập lụt tại các đô thị ở Việt Nam, đặc biệt là các đô thị vùng ĐBSH. Mưa lớn, ngập lụt đô thị đang dẫn đến thiệt hại kinh tế, bất ổn xã hội, và ảnh hưởng đến sức khỏe người dân, phá hoại hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị. Về lâu dài, các thách thức về khả năng chống chịu của đô thị được dự đoán sẽ tăng cao do những tác động của quá trình như đô thị hóa, kế hoạch khai thác sử dụng đất, và BĐKH. Chính vì vậy, công tác phòng chống, giảm thiểu ngập úng cho các đô thị quan trọng hơn bao giờ hết. Các giải pháp phòng chống cần được đánh giá, tính toán từ giai đoạn lựa chọn địa điểm xây dựng đô thị, phân tích đánh giá các rủi ro liên quan đến tai biến thiên nhiên từ đó đề xuất các giải pháp đồng bộ từ quy hoạch đến xây dựng, quản lý và vận hành, hướng tới sự phát triển an toàn và bền vững cho các đô thị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đoàn Cảnh, NCVCC(2007), *Ứng dụng kỹ thuật sinh thái (Ecological Engineering) xây dựng hệ thống tiêu thoát nước đô thị bền vững (SUDS), góp phần phòng chống ngập úng, lún sụt và ô nhiễm ở TP.HCM. Báo cáo nghiệm thu đề tài nghiên cứu, Viện Sinh học nhiệt đới, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam;*

2. Bộ Tài Nguyên và Môi trường. *Kịch bản biến đổi khí hậu năm 2020;*

3. Trần Thị Hường (1995), *Chuẩn bị Kỹ thuật cho Khu đất xây dựng Đô thị, NXB Xây dựng;*

4. Chính phủ. *Quyết định số 368/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch vùng Đồng bằng sông Hồng thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050;*

5. Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB), Sở Quy hoạch - Kiến trúc TP.HCM (2023), *Cẩm nang thiết kế Đô thị thích ứng với nước;*

6. Ngân hàng Phát triển châu Á (ADB) (2019), *Những giải pháp thiên nhiên cho các đô thị tại Việt Nam - Thiết kế đô thị nhạy cảm về nước.*

7. Tổ chức GIZ cộng hòa Liên Bang Đức. *Hội thảo góp ý báo cáo "Giải pháp chính sách phát huy lợi thế vùng thúc đẩy cơ cấu lại các ngành kinh tế: Nghiên cứu trường hợp vùng Đồng bằng sông Hồng".*

8. Quốc hội. *Luật Xây dựng số 50/2014/QH 2013*;

9. GS.TS Lê Kim Truyến. *Tư liệu trình bày chi tiết về điều kiện tự nhiên, đặc điểm khí tượng thủy văn dòng chảy, đặc điểm khí hậu, hiện trạng kinh tế xã hội trong lưu vực sông*.

10. World bank Group (2021). *Đánh giá lợi ích của các giải pháp dựa vào thiên nhiên để quản lý để quản lý ngập lụt đô thị tổng hợp ở vùng sông Mê Kông. Báo cáo tổng quan - tháng 1/2021.*

11. Các văn bản pháp lý liên quan.

12. Các tư liệu khai thác từ nguồn Internet.

■Ngày nhận bài: 08/7/2024 ■Ngày sửa bài: 01/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/9/2024

Bước đầu nghiên cứu xử lý chất thải nông nghiệp nông thôn làm cơ chất nuôi trồng nấm *Pleurotus tuber-regium*

Preliminary investigation on the treatment of rural agricultural waste as a substrate for mushroom cultivation *Pleurotus tuber-regium*

> TS LÊ THANH HUYỀN[1], NGUYỄN KHÁNH LINH[2], NGUYỄN QUYỀN ANH[2], CAO ĐĂNG NAM[2], NGUYỄN THU MINH[3]

[1] GV Khoa Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Email: lthuyen@hunre.edu.vn

[2]SV Khoa Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội,
Email: 21111516247@hunre.edu.vn; 21111516190@hunre.edu.vn; 21111516248@hunre.edu.vn

[3]Học sinh, Trường THPT chuyên Hà Nội - Amsterdam, Email: ngthuminh2007@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực thiện nhằm mục đích nghiên cứu khả năng ứng dụng của nấm *Pleurotus tuber-regium* trong việc xử lý chất thải nông nghiệp nông thôn. Hệ sợi nấm được nuôi trong môi trường PDA trong 10 ngày với 3 dải pH 6 - 6,5 - 7 và 4 dải nhiệt độ 20^{0}C, 25^{0}C, 30^{0}C và 35^{0}C. Chất thải nông nghiệp như lõi ngô, bã mía, mùn cưa khi thải ra ngoài môi trường gây ô nhiễm khi chưa được tận dụng hợp lý gây lãng phí tài nguyên. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tiến hành sử dụng bã mía, mùn cưa làm cơ chất trồng nấm *Pleurotus tuber-regium*. Nhóm tác giả đã khảo sát sự sinh trưởng của hệ sợi, sự hình thải quả thể của nấm *Pleurotus tuber-regium* dựa trên 3 loại công thức giá thể là: mùn cưa, bã mía; mùn cưa và bã mía; mỗi giá thể được phối trộn nguyên liệu theo 3 công thức, mỗi công thức lặp lại 3 lần và nuôi ở nhiệt độ 30^{0}C và 35^{0}C. Kết quả cho thấy hệ sợi phát triển tốt nhất ở pH 6.5 và nhiệt độ thích hợp 25^{0}C, 30^{0}C (9cm); cơ chất phát triển tốt nhất là mùn cưa với công thức 1 (mùn cưa 75%+ cám ngô, cám gạo 24%+ vôi 1%), nhiệt độ phát triển thích hợp để quả thể phát triển là 35^{0}C±2 (10cm). Việc trồng nấm *Pleurotus tuber-regium* trên cơ chất bã mía, mùn cưa, làm giảm một lượng lớn chất thải ra môi trường, đồng thời giúp cho người dân tăng thêm thu nhập, phát triển bền vững kinh tế nông thôn.

Từ khóa: Bã mía; mùn cưa; xử lý; trồng nấm; Pleurotus tuber-regium.

ABSTRACT

This study was conducted with the aim of studying the applicability of *Pleurotus tuber-regium* in rural agricultural waste treatment. The mycelium of mushroom was cultured in PDA for 10 days with 3 pH bands of 6 – 6,5 - 7 and 4 temperature ranges of 20^{0}C, 25^{0}C, 30^{0}C and 35^{0}C. Agricultural waste such as corncobs, bagasse and sawdust when discharged into the environment causes pollution when not properly utilized, causing waste of resources. In this study, the authors used bagasse and sawdust as a substrate for growing *Pleurotus tuber-regium*. The authors investigated the growth of mycelium, the fruiting of *Pleurotus tuber-regium* based on 3 types of substrate formulas: sawdust, bagasse, sawdust, and bagasse; each substrate is mixed with raw materials according to 3 recipes, each recipe is repeated 3 times and raised at 30^{0}C and 35^{0}C. The results showed that the mycelium grew best at pH 6.5 and the appropriate temperature was 25^{0}C, 30^{0}C (9cm); The best growing substrate is sawdust with formula 1 (sawdust 75% + corn bran, rice bran 24% + lime 1%), the suitable growth temperature for the growth of the fruiting body is 35^{0}C±2 (10cm). The cultivation of *Pleurotus tuber-regium* mushroom on the substrate of bagasse and humus reduces a large amount of waste into the environment, and at the same time helps people increase their income and sustainable development of the rural economy.

Keywords: Bagasse; sawdust; treatment; mushroom cultivation; Pleurotus tuber-regium.

1. MỞ ĐẦU

Việt Nam là một trong những quốc gia nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, sở hữu thảm thực vật vô cùng đa dạng và phong phú, với hơn 12.000 loài thực vật bậc cao, khoảng 892 loài Nấm lớn được biết đến tại Việt Nam, từ năm 1998 đến năm 2001 ghi nhận có 1.250 loài nấm lớn tại Việt Nam, đặc biệt trong vòng 10 năm trở lại đây các khu hệ Nấm lớn được xác định có độ đa dạng sinh học cao trên cả nước [1] .

Nấm rất đa dạng và dồi dào phân bố trên toàn thế giới và phát triển ở nhiều dạng môi trường sống khác nhau, kể cả sa mạc, nơi tập trung nồng độ muối cao hay có phóng xạ ion hóa, cũng như trầm tích biển sâu. Đa phần nấm sống ở trên cạn, có một số loài sống ở môi trường nước. Nấm và vi khuẩn là những sinh vật phân huỷ chính có vai trò quan trọng đối với các hệ sinh thái trên cạn trên toàn thế giới.

Ở Việt Nam với nguồn phụ phế phẩm từ nông nghiệp nông thôn giàu chất xơ hết sức phong phú và có số lượng rất lớn như rơm rạ, xơ dừa, lõi ngô, bã mía, mùn cưa tạo điều kiện tốt cho ngành trồng nấm phát triển mạnh nhưng lại chưa được sử dụng một cách hiệu quả. Hiện nay, bã mía được tận dụng làm thức ăn cho gia súc một phần nhỏ còn lại thì đốt bỏ gây ô nhiễm môi trường không khí; mùn cưa hiện là phế liệu của nhiều cơ sở sản xuất đồ gỗ và thường được sử dụng làm chất đốt, dùng lót nền chuồng trại gia cầm, ủ rồi trộn với đất để trồng cây. Việc tận dụng các nguồn sẵn có này nhằm nâng cao năng suất và chất lượng nấm dược liệu là rất cần thiết, đồng thời góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế, tận dụng phụ phẩm nông nghiệp dư thừa và đa dạng hóa sản phẩm nấm trong nước và đáp ứng nhu cầu thương mại hóa[2].

Tuy nhiên, ở Việt Nam hiện nay cũng chưa có một quy trình hoàn chỉnh nào về việc bảo vệ và phát triển loại nấm dược liệu *Pleurotus tuber-regium* này. Do đó, nhóm tác giả tiến hành khảo sát các ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của hệ sợi và sự hình thành quả thể của nấm dược liệu này với 02 mẫu nghiên cứu là bã mía và mùn cưa với mục đích đưa ra quy trình xử lý chất thải nông nghiệp phù hợp nhất để làm cơ chất trồng thành công nấm dược liệu có thành phần dinh dưỡng và hoạt tính mạnh nhất phục vụ cho thực phẩm và y dược.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Giống nấm

Kế thừa giống nấm *Pleurotus tuber-regium* (Mã code: E03TT24) được thu thập từ Khu bảo tồn thiên nhiên Thượng Tiến, tỉnh Hòa Bình.

2.1.2. Mùn cưa

Mùn cưa là một loại vật liệu hữu cơ có nguồn gốc từ các loại gỗ, tre, nứa được bào mỏng, nghiền vụn thành những hạt có kích thước nhỏ. Do kích thước của chúng quá nhỏ bé và không đồng đều nên trước đây mùn cưa ít được sử dụng trong cuộc sống và chỉ được coi như một loại rác thải tự nhiên. Đây là một nguyên liệu phổ biến và dễ dàng tìm thấy, thường được tạo ra trong quá trình chế biến gỗ. Mùn cưa chứa nhiều chất dinh dưỡng như cellulose, hemicellulose, và lignin, làm cho nó trở thành một môi trường lý tưởng cho sự phát triển của nấm *Pleurotus tuber-regium*.

Sử dụng mùn cưa để trồng nấm là một cách tốt để tái chế chất thải gỗ và giảm thiểu lượng chất thải trong môi trường. Mùn cưa thường có giá thành thấp hoặc thậm chí là miễn phí nếu có thể thu thập từ các nhà máy hoặc xưởng chế biến gỗ. Điều này giúp giảm chi phí sản xuất nấm[3]

2.1.3. Bã mía

Bã mía có màu trắng ngà, xanh nhạt hoặc tím tùy thuộc vào đặc điểm ban đầu của từng loại mía. Bã mía có dạng sợi, không tan trong nước hay các loại dung môi khác. Bã mía có thành phần hóa học gồm Xenlulozơ, Lignin, Hemixenluloza và các chất hòa tan khác như tro, sáp, protein… Những thành phần này có thể thay đổi tùy thuộc vào giống mía, điều kiện sinh sống và quy trình chăm sóc.

Bã mía là thành phần được sử dụng như phân hữu cơ làm giàu dinh dưỡng cho đất, thay thế phân bón thông thường. Việc tận dụng bã mía cho trồng nấm *Pleurotus tuber-regium* nhằm hạn chế lượng bã mía vứt ra ngoài môi trường và giảm kinh phí sản xuất nấm[3] .

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bước đầu khảo sát nuôi trồng hệ sợi của giống nấm *Pleurotus tuber- regium* trên môi trường thạch PDA với các yếu tố nhiệt độ và pH khác nhau.

Khi hệ sợi đã lan đủ ra toàn bộ đĩa petri tiếp tục tiến hành việc cấy truyền sang môi trường cấp 2 bao gồm thóc và các chất dinh dưỡng bổ sung. Tiếp tục để hệ sợi lan ra toàn bộ môi trường cấp 2 như trên.

Sau khi đạt yêu cầu ở bước thứ 2 tiếp tục cấy truyền sang môi trường thứ 3 gồm các cơ chất là mùn cưa và bã mía được bổ sung thêm các chất dinh dưỡng.

Cuối cùng là chăm sóc, thu hái, đánh giá chất lượng cũng như thành phần hóa học có trong giống nấm *Pleurotus tuber- regium*

*Các yếu tố khảo sát

Các yếu tố đánh giá bao gồm:

- Nhiệt độ: khảo sát trên dải nhiệt độ 20^0C; 25^0C; 30^0C, 35^0C đối với cấp 1; 30 và 35^0C với môi trường cấp 3.
- pH: khảo sát trên dải pH 6; 6,5; 7.
- Cơ chất nuôi trồng: sử dụng 02 loại cơ chất là mùn cưa và bã mía được phối trộn với 2 nguồn dinh dưỡng có 3 công thức phối trộn khác nhau.

Nuôi trồng môi trường cấp 1 (Môi trường PDA)

Tiến hành làm môi trường PDA (Potato Dextrose Agar) và đổ đĩa được điều chỉnh pH 6, 6.5 và 7. Điều chỉnh bằng dung dịch NaOH 10%. Đổ môi trường cấp 1 của từng pH ra bình tam giác (sử dụng nút bông hoặc giấy bạc để đậy chặt miệng bình).

Tiến hành cấy truyền giống cấp 1. Nuôi trồng hệ sợi của nấm trong dải nhiệt độ: 20^0C, 25^0C, 30^0C, 35^0C của từng dải pH trong 7-10 ngày.

Nuôi trồng môi trường cấp 2 (Môi trường thóc)

Thóc được rửa sạch, loại bỏ hạt lép rồi được ngâm trong nước từ 6-8 tiếng. Sau đó đem đi rửa lại sạch, luộc thóc cho đến khi thóc nở được ⅓ (thóc tách vỏ để thấy đc phần màu trắng bên trong). Rửa lại thóc thật sạch sau đó để ráo nước. thóc đã ráo đem trộn với cám ngô và cám gạo tỉ lệ 10% so với lượng thóc sau khi đã luộc chín. Cho thóc vào bình thủy tinh (không để thóc quá đầy chạm đến miệng bình, thóc nên cách từ 3-5cm so với miệng bình) ta thu được môi trường nhân giống cấp 2.

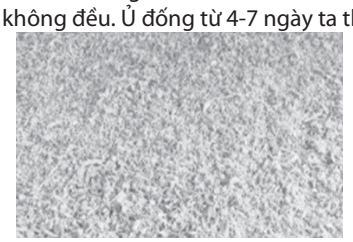
Tiến hành cấy truyền từ môi trường cấp 1 sang môi trường cấp 2.

Nuôi trồng môi trường cấp 3 (Môi trường mùn cưa và bã mía).

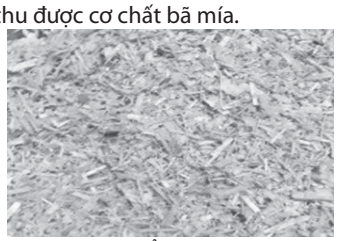
* Xử lí sơ bộ bã mía

Bã mía sau khi được lấy về cần băm nhỏ kích thước khoảng 2-4cm. Sau đó rửa sạch với nước nhiều lần và ngâm nước ít nhất 12 tiếng để loại bỏ bớt đường có trong bã mía. Thực hiện liên tục trong 48 tiếng. Sau thời gian ngâm để loại bỏ đường, vớt ra để ráo nước rồi đem phơi khô bã mía.

Ủ đống bã mía với nước vôi tỉ lệ 20% trộn đều. Chú ý: Bóp chặt bã mía trong tay thấy ướt kẽ tay là đạt yêu cầu, không được quá khô hay quá ướt. Lúc này, độ ẩm của bã mía khoảng 75%. Sau 1-2 ngày nên đảo đống bã mía để tránh bã mía quá nóng cũng như lượng ẩm không đều. Ủ đống từ 4-7 ngày ta thu được cơ chất bã mía.



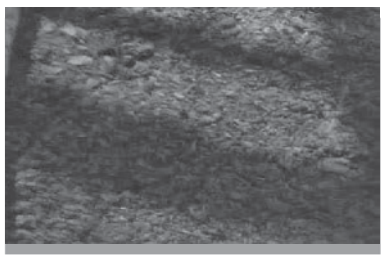
Hình 2.1. Phơi khô bã mía



Hình 2.2. Ủ đống bã mía

* Xử lý sơ bộ mùn cưa

Mùn cưa sau khi lấy về chỉ cần ủ đóng tương tự như bã mía với vôi 20%, lượng nước ẩm kẽ tay. Đảo đống sau 1-2 ngày giúp bã mía quá nóng cũng như làm đều lượng ẩm trong mùn cưa. Ủ đống từ 4-7 ngày ta thu được cơ chất mùn cưa.



Hình 2. 3. Ủ đống mùn cưa

* Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dinh dưỡng bổ sung vào cơ chất đến quá trình trồng nấm với môi trường cấp 3

Bước 1: Cơ chất sau khi được ủ đóng với vôi được đem đi phối trộn với tỷ lệ nguyên liệu theo các công thức sau:

Bảng 2.1: Công thức phối trộn với mùn cưa (% khối lượng)

Công thức / Tỷ lệ cơ chất	Công thức 1 (CT1)	Công thức 2 (CT2)	Công thức 3 (CT3)	Đối chứng ĐC
Mùn cưa	75	79	83	99
Cám gạo (+ cám ngô)	24	20	16	0
Bột nhẹ CaO	1	1	1	1

Bảng 2.2: Công thức phối trộn với bã mía (% khối lượng)

Công thức / Tỷ lệ cơ chất	Công thức 1 (CT1)	Công thức 2 (CT2)	Công thức 3 (CT3)	Đối chứng ĐC
Bã mía	75	79	83	99
Cám gạo (+cám ngô)	24	20	16	0
Bột nhẹ CaO	1	1	1	1

Bảng 2.3: Công thức phối trộn với mùn cưa và bã mía (% khối lượng)

Công thức / Tỷ lệ cơ chất	Công thức 1 (CT1)	Công thức 2 (CT2)	Công thức 3 (CT3)	Đối chứng ĐC
Mùn cưa+Bã mía	75	79	83	99
Cám gạo (+cám ngô)	24	20	16	0
Bột nhẹ CaO	1	1	1	1

Các thí nghiệm được lặp lại 03 lần và thực hiện tại phòng thí nghiệm của Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.



A. Cơ chất bã mía



B. Cơ chất mùn cưa

Hình 2.4. Cơ chất sau khi phối trộn với nguyên liệu được đóng bịch

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quy trình trồng nấm dược liệu *Pleurotus tuber-regium*

Khảo sát đối với nhiệt độ

Nhiệt độ và pH môi trường nuôi ảnh hưởng rất lớn tới sự phát triển của sợi nấm, đặc biệt trong giai đoạn ra quả thể. Nhiệt độ trong ngày dao động từ 25 đến 35^{0}C là một trở ngại lớn với trồng nấm ở vùng nhiệt đới. Chính vì vậy, chọn được điều kiện hệ sợi nấm *Pleurotus tuber-regium* có thể chịu được nhiệt độ cao là rất cần thiết để đảm bảo năng suất, chất lượng nấm. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã nuôi trồng giống nấm *Pleurotus tuber-regium* trong điều kiện nhiệt độ 20-30^{0}C đối với hệ sợi cấp 1 và 30-35^{0}C đối với hệ sợi môi trường cấp 3 kết quả thu được ở bảng 3.1

Bảng 3.1. Kết quả theo dõi quá trình lan hệ sợi môi trường cấp 1 với nhiệt độ

Tốc độ lan sợi trung bình / Nhiệt độ (°C)	Đường kính hệ sợi (mm)				Đặc điểm hệ sợi
	3 ngày	5 ngày	7 ngày	10 ngày	
20°C	10	52	65	80	Sợi mọc yếu
25°C	20	63	76	90	Sợi mọc đều
30°C	18	60	75	90	Sợi mọc đều
35°C	15	58	70	85	Sợi mọc trung bình

Qua quá trình theo dõi và kết quả ở bảng 3.1, nhóm nghiên cứu lựa chọn được nhiệt độ thích hợp cho sự mọc của sợi nấm là 25 và 35^{0}C. Đối với nhiệt độ 10 - 20^{0}C, hệ sợi sinh trưởng yếu. Kết quả nghiên cứu cũng phù hợp với nghiên cứu của tác giả Nguyễn Thị Huyền Trang và cộng sự (2023) với loài Nấm sò tú cầu.

Khảo sát đối với pH

Theo những báo cáo và nghiên cứu của tác giả Nguyễn Huy Thuần và cộng sự (2020) cũng như các công trình nghiên cứu khác. Chúng em đã lựa chọn tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của pH đối với sự sinh trưởng và phát triển của hệ sợi nấm trên dải pH từ 6-7, kết quả được thể hiện ở bảng 3.2.

Bảng 3.2. Kết quả theo dõi ảnh hưởng của pH đối với quá trình lan hệ sợi

Tốc độ lan sợi trung bình / pH	Đường kính hệ sợi (mm)				Đặc điểm hệ sợi
	3 ngày	5 ngày	7 ngày	10 ngày	
6	6,5	33	62	80	Sợi mọc yếu
6.5	15	43	79	90	Sợi mọc đều
7	10	39	70	88	Sợi mọc trung bình

Qua bảng 3.2, nhóm nghiên cứu nhận thấy hệ sợi nấm của loài P. tuber-regium phát triển tốt trong dải pH từ 6-7. Tuy nhiên điều kiện tối ưu nhất là môi trường có pH 6.5 cho kết quả hệ sợi mọc đều và phát triển nhỉnh hơn so với pH 6 và 7. Nghiên cứu này cũng tương đương với kết quả nghiên cứu của Hasan Sardar và cộng sự (2015) và kết quả nghiên cứu của Nguyễn Huy Thuần và công sự (2020).

Khảo sát đối với cơ chất mùn cưa và bã mía

Nuôi trồng nấm P. tuber-regium đối với môi trường cấp 3, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn hai cơ chất là mùn cưa và bã mía. Nhóm nghiên cứu tiến hành theo các công thức tỉ lệ phối trộn khác nhau thể hiện ở bảng 2.1, 2.2, 2.3. Kết quả nghiên cứu được thể hiện ở bảng 3.3 và 3.4, cho thấy công thức 1 đối với cơ chất mùn cưa là phù hợp nhất với công thức 1 có tỉ lệ mùn cưa 75% + cám ngô + cám gạo 24% + vôi 1%.

Bảng 3.3. Kết quả theo dõi quá trình lan hệ sợi cấp 3 với cơ chất mùn cưa

Tốc độ lan hệ sợi / Công thức	Hệ sợi phát triển trong bịch nấm (mm)					Đặc điểm hệ sợi
	5 ngày	7 ngày	10 ngày	15 ngày	20 ngày	
CT 1	30	65	90	153	200	Sợi mọc đều, tốt
CT 2	23	55	75	115	170	Sợi mọc trung bình khá
CT 3	20	50	60	90	120	Sợi mọc trung bình
ĐC	10	43	50	75	100	Sợi mọc kém

Nhận xét, so với cùng tỉ lệ nguyên liệu phối trộn thì cơ chất mùn cưa cho tỉ lệ lan hệ sợi tốt hơn so với bã mía. Tuy nhiên, để có thể giải quyết vấn đề phế thải nông nghiệp thì sử dụng cơ chất bã mía vẫn có thể được áp dụng. Kết quả theo dõi được thể hiện ở bảng 3.4.

Kết quả bảng 3.4 cho thấy, công thức 1 (tỷ lệ bã mía 75% + cám ngô + cám gạo 24% + vôi 1%) đem lại kết quả tốt nhất. Tuy nhiên, so với công thức 1 của mùn cưa cho thấy cơ chất mùn cưa vẫn cho kết quả vượt trội. Kết quả nghiên cứu trong bảng 3.3 và 3.4 cũng tương tự với kết quả nuôi trồng nấm nấm bào ngư xám Pleurotus sajor-caju ở Đồng bằng sông Cửu Long của tác giả Lê Vĩnh Thúc và cộng sự (2015). Kết quả nghiên cứu cho ra rằng có sự khác biệt giữa

mùn cưa và bã mía cho tơ nấm phát triển nhưng vẫn đạt mức tương đương nhau (0,92 - 0,85 cm/ngày).

Bảng 3.4. Kết quả theo dõi quá trình lan hệ sợi cấp 3 với cơ chất bã mía

Tốc độ lan hệ sợi / Công thức	Hệ sợi phát triển trong bịch nấm (mm)					Đặc điểm hệ sợi
	5 ngày	7 ngày	10 ngày	15 ngày	20 ngày	
CT 1	20	50	75	105	150	Sợi mọc trung bình khá
CT 2	15	35	55	80	110	Sợi mọc trung bình
CT 3	05	20	35	50	80	Sợi mọc kém
ĐC	03	10	20	35	50	Sợi mọc kém

Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu đưa ra kết quả theo dõi quá trình phát triển hệ sợi trong quá trình nuôi trồng môi trường cấp 3, kết quả được thể hiện ở bảng 3.5.

Bảng 3.5. Kết quả theo dõi ảnh hưởng của nhiệt độ đối với quá trình lan hệ sợi ở môi trường cấp 3

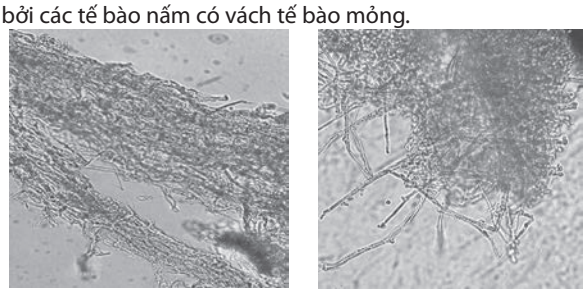
Nhiệt độ (°C)	Hệ sợi trong bịch nấm (cm)				Đặc điểm hệ sợi
	5 ngày	7 ngày	10 ngày	15 ngày	
30°C	5,0	9,5	16,0	18,0	Sợi mọc trung bình khá
35°C	6,5	10,8	17,0	20,0	Sợi mọc đều

Kết quả ở bảng 3.5 cho thấy, đối với nhiệt độ 30°C và 35°C đều cho thấy hệ sợi lan tốt không có quá nhiều sự khác biệt. Nhiệt độ này cũng phù hợp với điều kiện thời tiết ở miền Bắc trong khoảng từ tháng 3 đến tháng 5 và thích hợp hơn với miền Nam. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu của tác giả Nguyễn Thị Huyền Trang và cộng sự (2023).

3.2. Đặc điểm hình thái của nấm P. tuber-regium sau khi thu hái

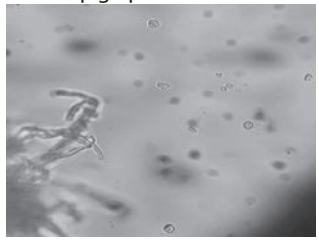
Hình thái bên ngoài: Kích thước: quả thể (60-80mm x 10-40mm), đường kính mũ nấm (20-50mm), cuống nấm (20- 50mm x 5-15mm). Mũ nấm hình phễu, mép mũ mỏng, có màu nâu nhạt hoặc nâu vàng, phiến nấm hẹp và xếp sát nhau màu nâu vàng, Cuống nấm có màu trắng hoặc nâu nhạt. Chân nấm hình trụ mập và ngắn, bề mặt nhẵn và có màu nâu nhạt. Nấm có mùi thơm dịu nhẹ đặc trưng, giống như mùi nấm hương.

Hình thái hiển vi: Hệ sợi có kích thước nhỏ. Hệ sợi có hình dạng phân nhánh, với nhiều nhánh nhỏ mọc ra từ các sợi chính. Hệ sợi có màu xanh rêu hoặc hơi vàng. Bề mặt hệ sợi nhẵn. Hệ sợi được cấu tạo bởi các tế bào nấm có vách tế bào mỏng.



Hình 3. 1. Hệ sợi Nấm

Bào tử có kích thước khá nhỏ. Bào tử có hình bầu dục hoặc hình trứng. Bào tử không bắt màu thuốc thử Melzer, có màu hơi vàng. Bào tử có một vách tế bào kép, gồm vách tế bào nguyên sinh và vách tế bào thứ cấp. Vách tế bào thứ cấp giúp bào tử bám dính vào các bề mặt.



Hình 3. 2. Bảo tử Nấm

4. KẾT LUẬN

Sau thời gian nghiên cứu, nhóm nghiên cứu đã thực hiện được các kết quả như sau: đã khảo sát với pH 6, 6.5, 7 và nhiệt độ 20°C, 25°C, 30°C, 35°C nhóm nghiên cứu đã lựa chọn trồng nấm tối ưu và đạt kết quả tốt nhất là ở pH 6.5, nhiệt độ 25°C và 30°C; Nuôi trồng nấm dược liệu Pleurotus tuber - regium với với công thức 1 trên cơ chất mùn cưa thành công với tỉ lệ mùn cưa 75% + cám ngô + cám gạo 24% + vôi 1%; Đề xuất được quy trình nuôi trồng ở các điều kiện nhiệt độ nuôi hệ sợi là 25°C và 30°C, nhiệt độ với sự phát triển quả thể là 30°C ± 2°C; pH phù hợp là 6,5 và cơ chất phù hợp đã khảo sát là mùn cưa; Đã mô tả sơ bộ đặc điểm hình thái nấm ăn và dược liệu Pleurotus tuber - regium.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ đề tài khoa học và công nghệ cấp cơ sở mã số 13.01.24.K.01 để nhóm thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trịnh Tam Kiệt, 2011. Nấm lớn ở Việt Nam. Tập 1. Nxb. Khoa học tự nhiên & Công nghệ.

2. Trịnh Tam Kiệt, 2012. Nấm lớn ở Việt Nam. Tập 2. Nxb. Khoa học tự nhiên & Công nghệ.

3. Lê Duy Thắng, 2005. Sổ tay hướng dẫn trồng nấm. Nxb. Sở nông nghiệp & phát triển nông thôn, TP.HCM.

4. Vũ Kim Thảo, Đỗ Tấn Khang, Bùi Thị Minh Diệu và Trần Nhân Dũng, 2019. Ảnh hưởng của nguồn dinh dưỡng đến sinh trưởng và phát triển của nấm hầu thủ (Hericium erinaceus). Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ.

5. Nguyễn Huy Thuần, Tạ Thị Huệ, Bùi Hương Lan, Vũ Thị Khánh Linh, Phạm Thị Thêu, Đỗ Tuấn Anh, Nguyễn Thị Bích Thùy, Nguyễn Văn Giang, 2020. Ảnh hưởng của nhiệt độ, pH và môi trường nuôi cấy đến sinh trưởng phát triển của chủng nấm sò (Pleurotus sp.) FH và PN20. Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ cao, Trường Đại học Duy Tân 2, Khoa Công nghệ sinh học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

6. Nguyễn Thị Huyền Trang, Trương Hồng Lãm, Nguyễn Thị Mơ, Ngô Xuân Nghiễn, Nguyễn Thị Luyện, Nguyễn Thị Bích Thùy, 2023. Sinh trưởng hệ sợi và phát triển quả thể nấm sò tú cầu (Pleurotus spp.) trên các nguồn nguyên liệu khác nhau. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 2023.

7. Lê Xuân Thám, 2010. Nấm trong công nghệ và chuyển hóa môi trường, NXB KHKT.

8. Trần Tuấn Kha, 2014, Nghiên cứu một số đặc điểm sinh vật học, sinh thái học nấm làm dược liệu mọc trên gỗ tại vườn quốc gia Ba Vì, Tạp chí Khoa học và Lâm nghiệp số 2-2014.

9. Lê Vĩnh Thúc, Mai Vũ Duy, Nguyễn Thị Ngọc Minh, 2015, So sánh một số loại cơ chất tiềm năng trồng nấm bào ngư xám (Pleurotus sajor-caju) ở đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ.

10. Chang ST, Buswell JA. Mushroom nutriceuticals. World Journal of Microbiology and Biotechnology 1996; 12: 473 – 6.

11. Chang ST, Miles PG,1991. Recent trend in world production of edible mushrooms. The Mushroom Journal; 503: 15 – 3.

12. Davis RA, Aegerter BJ, 2000. Edible Mushroom Cultivation. Scientific Publishers Jodhpur India; 2 – 5.

13. Ogunlana SK,1992. Studies on the cultivation of the edible mushroom Pleurotus tuber regium (Fr) Singer. Tropical Journal of Applied Sciences; 2: 56-60.

14. Oso BA,1977. Pleurotus tuber regium from Nigeria. Mycologia; 69: 271 - 9.

15. Kadiri M, Fasidi IO,1990. Variations in chemical composition chlorophyllum molybodies (Mayerex. Fr.) Massres and Pleurotus tuber regium (Fries) during fruitbody development. Nigerian Journal of Sci ; 24: 86 - 9.

16. Ngo Huong, 2016. Kỹ thuật trồng nấm bào ngư trên mùn cưa. Hướng dẫn kỹ thuật trồng nấm bào ngư trên mùn cưa - Nuoitrong123 .Ngày truy cập: 21/4/2024.

■Ngày nhận bài: 05/7/2024 ■Ngày sửa bài: 09/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 16/9/2024

Nghiên cứu đánh giá khả năng thu hồi kim loại quý từ chất thải điện tử bằng các phương pháp thủy luyện

Study and evaluation of the possibility of precious metal recovery from electronics factory waste sludge using hydrometalling methods

> TS NGUYỄN HỮU THỦY[1], KS BÙI ĐỨC HUY[2]
[1]GV Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội; Email: thuynh@hau.edu.vn
[2]Phó giám đốc Công ty TNHH Tân Thuận Phong, Email: huybui@tanthuanphong.vn

TÓM TẮT

Tái chế chất thải điện tử là giải pháp quan trọng để đối phó với những thách thức ngày càng gia tăng và tác động môi trường nghiêm trọng của rác thải điện tử. Sự gia tăng nhanh chóng của các thiết bị điện tử trên toàn cầu đã làm cho việc xử lý và tái chế rác thải điện tử trở nên cấp bách. Năm 2019, tổng lượng rác thải điện tử toàn cầu đã đạt 53,6 triệu tấn và dự kiến sẽ tăng lên 74,7 triệu tấn vào năm 2030, có thể đạt 110 triệu tấn vào năm 2050. Tuy nhiên, chỉ 17% lượng rác thải điện tử được thu gom và tái chế vào năm 2019, dẫn đến ô nhiễm môi trường nghiêm trọng và mất mát nguồn tài nguyên quý giá ước tính trị giá khoảng 57 tỷ USD. Mục tiêu chính của việc tái chế rác thải điện tử là giảm thiểu tác động môi trường và bảo tồn các nguồn tài nguyên quý giá bằng cách chiết xuất và tái chế kim loại quý từ thiết bị điện tử bị loại bỏ. Rác thải điện tử chứa các kim loại quý như vàng (Au), bạc (Ag), và nhóm kim loại bạch kim, nổi bật với khả năng chống ăn mòn và dẫn điện tuyệt vời. Việc thu hồi các kim loại này không chỉ bảo tồn tài nguyên quý mà còn giảm nhu cầu khai thác quặng mới, từ đó giảm thiểu tác động môi trường của các phương pháp khai thác truyền thống. Các phương pháp thủy luyện truyền thống như hòa tách bằng nước cường toan, cyanua hay thiourea đã gây ra tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe người lao động. Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất ứng dụng các phương pháp mới thân thiện hơn với môi trường và có hiệu suất thu hồi kim loại quý tốt hơn từ chất thải điện tử.

Từ khóa: Tái chế chất thải điện tử; phương pháp thủy luyện; thu hồi kim loại quý.

ABSTRACT

Recycling electronic waste is a crucial solution for addressing the growing challenges and severe environmental impacts of e-waste. The rapid increase in electronic devices worldwide has made proper disposal and recycling of e-waste urgent. In 2019, global e-waste reached 53.6 million tons, and it is projected to rise to 74.7 million tons by 2030 and potentially reach 110 million tons by 2050. However, only 17% of e-waste was collected and recycled in 2019, leading to severe environmental pollution and a loss of valuable resources estimated at around $57 billion. The primary goal of e-waste recycling is to minimize environmental impact and conserve valuable resources by extracting and recycling precious metals from discarded electronics. E-waste contains precious metals such as gold (Au), silver (Ag), and platinum group metals, known for their excellent corrosion resistance and electrical conductivity. Recovering these metals not only conserves valuable resources but also reduces the need for new ore extraction, thereby decreasing the environmental impact of traditional mining methods. Traditional hydrometallurgical methods such as aqua regia, cyanide, or thiourea leaching have had severe negative impacts on the environment and worker health. This paper proposes the application of newer, more environmentally friendly methods with better efficiency for recovering precious metals from e-waste.

Keywords: Electronic waste recycling; hydrometallurgical methods; precious metal recovery.

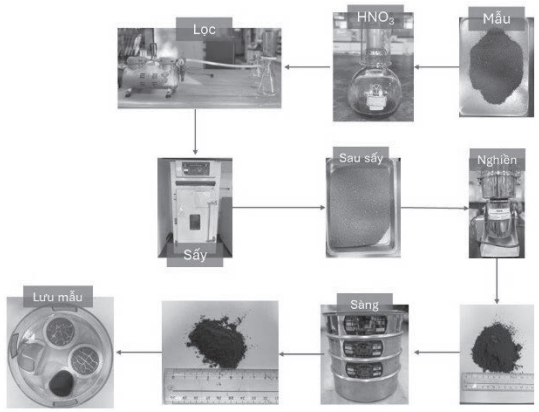
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tái chế thiết bị điện và điện tử thải là rất quan trọng trong việc giải quyết thách thức ngày càng tăng của rác thải điện tử và các tác động môi trường nghiêm trọng của nó. Với sự gia tăng nhanh chóng của các thiết bị điện tử trên toàn thế giới, việc xử lý và tái chế rác thải điện tử đúng cách đã trở thành điều bắt buộc. Năm 2019, lượng rác thải điện tử toàn cầu đã đạt mức đáng kinh ngạc là 53,6 triệu tấn, dự kiến sẽ tăng lên 74,7 triệu tấn vào năm 2030 và có thể đạt 110 triệu tấn vào năm 2050. Bên cạnh những số liệu đáng báo động này, thì chỉ có 17% lượng rác thải điện tử được thu gom và tái chế vào năm 2019, hậu quả của việc này không chỉ gây ô nhiễm môi trường mà còn làm mất đi một nguồn vật liệu quý ước tính giá trị giá khoảng 57 tỷ USD. [4,6,7,8] Theo các báo cáo, ước tính có khoảng 44,3 triệu tấn rác thải điện tử không được thống kê, có khả năng bị vứt bỏ lẫn trong rác thải thông thường, không được thu gom và được tái chế không đúng cách. Mục tiêu chính của việc tái chế chất thải điện tử là giảm thiểu tác động môi trường và bảo tồn các nguồn tài nguyên quý giá bằng cách chiết xuất và tái chế các nguyên liệu mà đặc biệt là kim loại quý từ các thiết bị điện tử bị vứt bỏ. Rác thải điện tử gây ra các rủi ro môi trường và sức khỏe đáng kể do các vật liệu nguy hiểm như kim loại nặng và các chất ô nhiễm hữu cơ.[11,14,18] Tuy nhiên, nó cũng chứa các kim loại quý ở nồng độ cao hơn nhiều so với các khoáng sản tự nhiên, thường được gọi là "mỏ đô thị." Việc thu hồi các kim loại quý từ rác thải điện tử phức tạp hơn so với việc chiết xuất từ các khoáng sản tự nhiên do thành phần phức tạp của rác thải điện tử, bao gồm cả kim loại cơ bản như đồng (Cu), niken (Ni), sắt (Fe), kẽm (Zn) và thiếc (Sn), cùng với các chất nguy hiểm như chì (Pb), cadmium (Cd), crom VI (Cr VI) và thủy ngân (Hg) [12,15,16]. Chất thải điện tử chứa các kim loại quý như vàng (Au), bạc (Ag) và nhóm kim loại bạch kim, được biết đến là những kim loại với nhiệt độ nóng chảy cao, khả năng chống ăn mòn và độ dẫn điện tuyệt vời. Việc thu hồi các kim loại này không chỉ bảo tồn các nguồn tài nguyên quý giá mà còn giảm nhu cầu khai thác quặng mới, do đó làm giảm tác động môi trường của các phương pháp khai thác truyền thống[3,5,13]

Các quy trình tái chế thủy luyện đã được biết đến từ lâu và được đánh giá là rất hiệu quả trong việc thu hồi các kim loại có giá trị từ chất thải điện tử [10,21]. Các quy trình này sử dụng các phản ứng hóa học để chiết xuất và tách kim loại từ rác thải điện tử chuyển hóa chúng sang dạng dung dịch nước, đây là những phương pháp hiệu quả và đáng tin cậy để thu hồi kim loại Các kim loại quý như đồng (Cu), vàng (Au), bạc (Ag), palladium (Pd) và bạch kim (Pt) có thể được thu hồi thành công từ các dòng rác thải điện tử phức tạp bằng các kỹ thuật này. Các kỹ thuật thủy luyện truyền thống chủ yếu sử dụng dung dịch nước với các axit hoặc bazo mạnh và chất oxy hóa để vượt qua sự bền vững hóa học của các kim loại quý [1,2,9].,. Các phương pháp này có một số nhược điểm lớn như điều kiện phản ứng khắc nghiệt, tác động xấu đến môi trường, độ chọn lọc kém và hiệu quả thu hồi thấp. Ngoài ra, thành phần phức tạp của rác thải điện tử làm phức tạp việc thu hồi hiệu quả nhiều kim loại quý trong một hệ thống duy nhất. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả của các phương pháp thủy luyện mới so với các phương pháp thông dụng trong việc thu hồi các kim loại quý từ rác thải điện tử, nhằm tăng cường tính bền vững và giảm thiểu tác động môi trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Chất thải điện tử sau khi được tách lọc sẽ lấy lại phần bảng mạch, chip nhớ, chip xử lý đã được làm sạch. Những linh kiện này sẽ được nghiền thô sau đó đưa vào lò đốt ở nhiệt độ 900 - 1000°C để loại bỏ toàn bộ thành phần hữu cơ. Phần còn lại là chất vô cơ trơ bao gồm các nguyên tố như silic, chì, kẽm, nickel, một số kim loại khác và đặc biệt có một lượng đáng kể các kim loại quý như đồng, bạc, vàng, palladium và platinum. Các kim loại quý đa số tồn tại dưới dạng đơn chất, một phần đồng có thể bị chuyển hóa thành đồng oxit. Mẫu vật liệu sau đốt sẽ được nghiền nhỏ và sàng để đảm bảo kích thước hạt nhỏ hơn 0.1 mm nhằm tăng khả năng tiếp xúc, giảm thời gian phản ứng hòa tách.



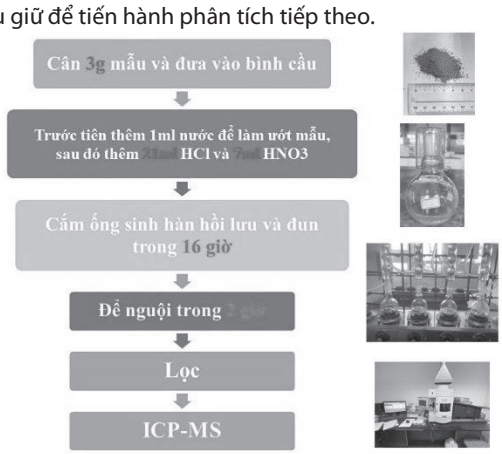
Hình 1. Quy trình chuẩn bị mẫu

2.1. Phương pháp thủy luyện bằng axit nitric

Axit nitric là một axit mạnh có khả năng hòa tan hầu hết các kim loại trừ các kim loại quý như vàng, palladium và platinum. Axit nitric được sử dụng để loại bỏ các kim loại khác nhằm giảm tạp chất cản trở quá trình chính thu hồi các kim loại quý. Mẫu bột sau nghiền được khuấy trộn với axit nitric trong bình cầu có ống sinh hàn hồi lưu trong thời gian 2 giờ. Sau khi nguội, hỗn hợp được lọc trên phễu lọc với giấy lọc băng xanh. Phần rắn sau lọc được sấy ở nhiệt độ 105°C trước khi thực hiện thủy luyện bằng nước cường toan, xianua và thiosulfate.

2.2. Phương pháp thủy luyện bằng nước cường toan

Nước cường toan là hỗn hợp của axit nitric và axit hydrochloric theo tỷ lệ 1:3, được sử dụng để hòa tan các kim loại quý như vàng và palladium[17,20,23]. Phần rắn sau khi xử lý bằng axit nitric sẽ được tiếp tục xử lý với nước cường toan trong bình phản ứng có ống sinh hàn hồi lưu. Hỗn hợp được khuấy trộn ở nhiệt độ phòng trong khoảng thời gian 16 giờ, tùy thuộc vào mức độ hòa tan của kim loại. Sau khi phản ứng hoàn tất, hỗn hợp sẽ được lọc và phần dịch lọc sẽ được lưu giữ để tiến hành phân tích tiếp theo.



Hình 2. Quy trình tách triết và phân tích

2.3. Phương pháp thủy luyện bằng Thiosulfate

Thiosulfate ($Na_2S_2O_3$) là một chất thay thế tiềm năng cho xyanua trong quá trình tách chiết vàng. Quá trình này được đánh giá là thân thiện với môi trường hơn so với phương pháp truyền thống sử dụng xyanua[19,22]. Phản ứng hóa học: Thiosulfate phản ứng với vàng để

tạo thành phức chất hòa tan, giúp tách vàng ra hỗn hợp. Điều kiện phản ứng: Quá trình này được thực hiện trong môi trường ammoniac với sự có mặt của các chất xúc tác như đồng (II) để tăng hiệu quả chiết tách. Ưu điểm: Thiosulfate ít độc hại hơn xyanua và có thể được sử dụng để chiết tách vàng từ các nguồn rác thải điện tử, giúp giảm thiểu tác động môi trường. Quá trình phản ứng được thực hiện ở nhiệt độ 40°C và kiểm soát pH trong khoảng 9-11.

$$Au + 2S_2O_3^{2-} + Cu^{2+} \xrightarrow{NH_3} Au(S_2O_3)_2^{3-} + Cu^{+}$$

Sau đó ion xúc tác Cu (I) được tái sinh bằng phản ứng sau đây

$$Cu^{+} + \frac{1}{2}O_2 + 2H^{+} \rightarrow 2Cu^{2+} + H_2O$$

2.4. Phương pháp phân tích bằng ICP-OES

ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) là kỹ thuật phân tích phổ biến sử dụng plasma cảm ứng cao tần (ICP) để nguyên tử hóa mẫu và đo cường độ phát xạ đặc trưng của các nguyên tố. Ưu điểm của ICP-OES bao gồm độ nhạy cao, độ chính xác tốt, khả năng phân tích đa nguyên tố và phạm vi nồng độ rộng. Các bước thực hiện như sau:

1. Pha chế mẫu: Mẫu kim loại quý được hòa tan trong dung dịch axit thích hợp để tạo thành dung dịch mẫu.

2. Phun sương: Dung dịch mẫu được phun sương thành các hạt mịn bằng nebulizer.

3. Tạo plasma: Plasma được tạo ra bằng cách sử dụng khí argon được ion hóa bởi trường cảm ứng cao tần.

4. Nguyên tử hóa: Các hạt dung dịch mẫu đi vào plasma, nơi nhiệt độ cao (khoảng 5000-10000°C) làm bốc hơi và nguyên tử hóa các nguyên tố trong mẫu.

5. Kích thích nguyên tử: Các nguyên tử bị kích thích bởi năng lượng cao trong plasma, khiến chúng phát ra bức xạ đặc trưng ở các bước sóng khác nhau.

6. Đo cường độ phát xạ: Máy quang phổ đo cường độ phát xạ của các nguyên tố ở các bước sóng đặc trưng.

7. Phân tích dữ liệu: Phần mềm máy tính phân tích dữ liệu cường độ phát xạ để xác định nồng độ của các nguyên tố trong mẫu.

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện phân tích trên máy Perkin Elmer Optima 4200 DV.

2.5. Phương pháp phân tích SEM/EDS

Phương pháp phân tích SEM/EDS (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) là một kỹ thuật hiện đại để phân tích các ion kim loại quý trong dung dịch. Quá trình phân tích này được thực hiện như sau:

1. Chuẩn bị mẫu: Mẫu dung dịch chứa các ion kim loại quý được chuẩn bị bằng cách làm khô hoặc tạo màng mỏng trên bề mặt chất nền (substrate) phù hợp.

2. Quét điện tử: Mẫu được đưa vào kính hiển vi điện tử quét (SEM). Một chùm điện tử được quét qua bề mặt mẫu, tạo ra các tín hiệu khác nhau như điện tử thứ cấp và điện tử tán xạ ngược.

3. Phân tích EDS: Các tín hiệu này được thu thập và phân tích bằng hệ thống EDS. EDS sử dụng tia X phát ra từ mẫu khi bị kích thích bởi chùm điện tử để xác định thành phần hóa học của mẫu. Mỗi nguyên tố phát ra tia X với năng lượng đặc trưng, cho phép xác định các ion kim loại quý có mặt trong mẫu.

4. Xử lý dữ liệu: Dữ liệu thu được từ SEM/EDS được xử lý để tạo ra các bản đồ phân bố nguyên tố và phổ EDS, giúp xác định và định lượng các ion kim loại quý trong mẫu.

Phương pháp SEM/EDS có độ nhạy cao và khả năng phân tích định tính và định lượng các nguyên tố trong mẫu, làm cho nó trở thành một công cụ hữu ích trong nghiên cứu và phân tích các kim loại quý từ dung dịch. Việc thực hiện phân tích SEM/EDS được sự hỗ trợ từ phòng thí nghiệm hóa học, College of Engineering - Trường Đại học Dayeh - Đài Loan

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Khả năng hòa tách của phương pháp thủy luyện bằng axit nitric

Phần dung dịch thu được sau khi thủy luyện bằng axit nitric có chứa nhiều loại kim loại nikel, sắt, kẽm, nhôm v.v. Bên cạnh đó, đa phần bạc và đồng đều được hòa tan vào dung dịch ở bước này vì thế nhóm đã thực hiện phân tích 2 kim loại trên bằng ICP-OES .

Bảng 1: Kết quả phân tích hàm lượng bạc và đồng hòa tách bằng axit nitric trên máy ICP-OES

Lần thí nghiệm	Bạc Ag (mg/kg)	Đồng Cu (mg/kg)
Lần 1	107	532000
Lần 2	96	454000
Lần 3	112	503567
Trung bình	105	496522

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng đồng (Cu) chiếm một tỷ trọng đáng kể, gần 50% khối lượng các chất vô cơ trong bột sau khi đốt. Trong khi đó, hàm lượng bạc (Ag) trung bình chỉ chiếm khoảng 0,1%. Sự khác biệt này có thể được giải thích bằng vai trò chủ yếu của đồng trong các bản mạch điện tử. Đồng được sử dụng rộng rãi làm đường dẫn điện, đặc biệt là trong các bản mạch nhiều lớp, nơi đồng được in trên các lớp để đảm bảo khả năng liên kết phức tạp mà vẫn giữ được sự cách điện giữa các lớp.

Bạc, ngược lại, thường chỉ được sử dụng ở các tiếp điểm, do đó hàm lượng của nó trong chất thải điện tử thấp hơn. Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc thu hồi đồng trong quá trình tái chế chất thải điện tử, không chỉ vì tỷ lệ cao của nó mà còn vì vai trò thiết yếu của nó trong cấu trúc và chức năng của các thiết bị điện tử.

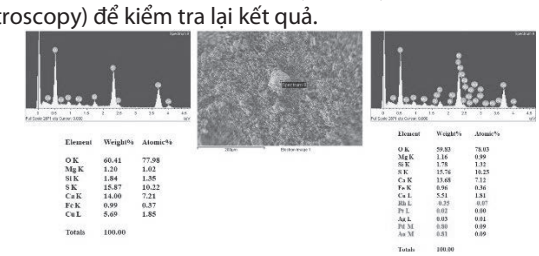
3.2. Khả năng hòa tách của phương pháp thủy luyện bằng nước cường toan

Đối với phần dung dịch thu được từ quá trình hòa tách bằng nước cường toan nhóm nghiên cứu đã tiến hành phân tích trên máy ICP-OES .

Bảng 2: Kết quả phân tích hàm lượng các kim loại quý hòa tách bằng nước cường toan trên máy ICP-OES

Lần thí nghiệm	Vàng Au (mg/kg)	Platinum (mg/kg)	Palladium Pd (mg/kg)	Rodium Rh(mg/kg)
Lần 1	37,03	1,69	50,6	0,167
Lần 2	40,62	1,8	57,02	0,133
Lần 3	54,23	1,7	30,18	0,081
Trung bình	43,96	1,73	45,93	0.127

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng vàng chiếm khoảng 43.96 ppm, trong khi hàm lượng palladium chiếm khoảng 45.93 ppm. Ở chiều ngược lại lượng platinum phát hiện rất thấp chỉ khoảng 1.73 ppm cùng với Rh chỉ chiếm 0.12 ppm. Mặc dù máy ICP-OES cung cấp kết quả phân tích với độ nhạy cao, nhưng độ chụm không ổn định. Do đó, nhóm nghiên cứu đã sử dụng phương pháp SEM/EDS (Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) để kiểm tra lại kết quả.



Hình 3. Kết quả phân tích dung dịch hòa tách bằng nước cường toan bằng phương pháp SEM/EDS

Phân tích bằng phương pháp SEM/EDS cho thấy kết quả tương tự với ICP-OES, với hàm lượng platinum rất thấp ở mức tương đương 1 ppm. Phương pháp này không phát hiện được rhodium trong hỗn

hợp. Hàm lượng vàng là 40,5 ppm và hàm lượng palladium là 40 ppm.

Sự khác biệt về hàm lượng các kim loại quý có thể được giải thích bởi các ứng dụng khác nhau của chúng trong bản mạch điện tử. Vàng thường được sử dụng làm chất dẫn điện do điện trở thấp và khả năng cho phép in một lớp rất mỏng trên bảng mạch. Palladium thường được dùng làm tiếp điểm và trong các điện trở chính xác nhờ khả năng duy trì ổn định điện trở trong môi trường nhiệt độ cao. Trong khi đó, platinum ít được sử dụng hơn do giá thành cao và thường được ứng dụng trong các chip vi xử lý cao cấp.

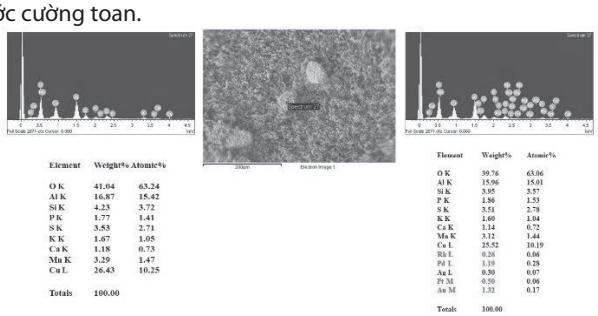
3.3. Khả năng hòa tách của phương pháp thủy luyện bằng thiosulfate

Dung dịch sau khi được hòa tách bằng phương pháp thiosulfate sẽ được lọc và phân tích bằng phương pháp ICP-OES .

Bảng 3: Kết quả phân tích hàm lượng các kim loại quý hòa tách bằng thiosulfate trên máy ICP-OES

Lần thí nghiệm	Vàng Au (mg/kg)	Platinum (mg/kg)	Palladium Pd (mg/kg)	Rodium Rh(mg/kg)
Lần 1	58,62	15,91	48,12	0,216
Lần 2	43,37	17,33	37,1	-
Lần 3	61,18	18,01	52,31	0,105
Trung bình	54,39	17,08	45,84	0,1

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng vàng chiếm khoảng 54,39 ppm, trong khi hàm lượng palladium chiếm khoảng 45.84 ppm. Như vậy phương pháp thiosulfate cho hiệu quả hòa tan tốt hơn phương pháp cường toan đối với vàng và tương đương đối với Palladium. Điểm khác biệt lớn nhất ở platinum khi kết quả của quá trình hòa tách bằng thiosulfate cho hiệu suất cao gấp khoảng 10 lần so với nước cường toan.



Element	Weight%	Atomic%
O K	41.04	63.24
Al K	16.87	15.42
Si K	4.23	3.72
P K	1.77	1.41
S K	3.53	2.71
K K	1.67	1.05
Ca K	1.18	0.73
Mn K	3.29	1.47
Cu L	26.43	10.25
Totals	100.00	

Element	Weight%	Atomic%
O K	39.76	63.06
Al K	15.96	15.01
Si K	3.95	3.57
P K	1.86	1.53
S K	3.51	2.78
K K	1.60	1.04
Ca K	1.14	0.72
Mn K	3.12	1.44
Cu L	25.52	10.19
Rh L	0.26	0.06
Pd L	1.19	0.28
Ag L	0.30	0.07
Pt M	0.50	0.06
Au M	1.32	0.17
Totals	100.00	

Hình 4. Kết quả phân tích dung dịch hòa tách bằng thiosulfate bằng phương pháp SEM/EDS

Kết quả phân tích bằng phương pháp SEM/EDS có phần tốt hơn khi hàm lượng vàng, palladium và platinum lần lượt đạt 66 ppm, 25 ppm và 59,5 ppm. Kết quả này cao hơn khoảng từ 17 - 31% so với kết quả phân tích trên máy ICP-OES.

Phương pháp thủy luyện bằng thiosulfate không chỉ hiệu quả hơn trong hòa tan vàng và palladium, mà còn cho thấy khả năng hòa tách platinum cao hơn nhiều so với phương pháp nước cường toan. Điều này nhấn mạnh tiềm năng của thiosulfate trong thu hồi các kim loại quý từ chất thải điện tử, đồng thời giảm thiểu tác động môi trường so với các phương pháp truyền thống.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả của các phương pháp thủy luyện khác nhau trong việc thu hồi kim loại quý từ rác thải điện tử. Các kết quả chính của nghiên cứu có thể được tóm tắt như sau:

• Phương pháp thủy luyện bằng axit nitric: Phương pháp này hiệu quả trong việc hòa tan các kim loại cơ bản như nickel, sắt, kẽm, nhôm, đồng và bạc. Hàm lượng đồng chiếm tỷ trọng đáng kể, gần 50% khối lượng các chất vô cơ trong bột sau khi đốt, trong khi hàm lượng bạc chỉ chiếm khoảng 0,1%. Điều này phản ánh vai trò chủ yếu của đồng trong các bản mạch điện tử, đồng thời nhấn mạnh tầm quan trọng của việc thu hồi đồng trong quá trình tái chế chất thải điện tử.

• Phương pháp thủy luyện bằng nước cường toan: Kết quả phân tích bằng ICP-OES cho thấy hàm lượng vàng chiếm khoảng 43,96 ppm, palladium khoảng 45,93 ppm, trong khi platinum và rhodium rất thấp, lần lượt chỉ khoảng 1,73 ppm và 0,127 ppm. Phân tích bổ sung bằng phương pháp SEM/EDS cũng cho kết quả tương tự, xác nhận độ tin cậy của kết quả ICP-OES.

• Phương pháp thủy luyện bằng thiosulfate: Phương pháp này cho thấy hiệu quả hòa tan cao hơn đối với vàng (54,39 ppm) và tương đương đối với palladium (45,84 ppm) so với nước cường toan. Đặc biệt, khả năng hòa tách platinum bằng thiosulfate cao gấp khoảng 10 lần so với nước cường toan, với hàm lượng platinum đạt 17,08 ppm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Akcil, C. Erust, C.S. Gahan, M. Ozgun, M. Sahin, A. Tuncuk, Precious metal recovery from waste printed circuit boards using cyanide and non-cyanide lixiviants - A review, Waste Management, 45 (2015) 258-271.

[2]. Avarmaa, K.; Johto, H.; Taskinen, P. Distribution of Precious Metals (Ag, Au, Pd, Pt, and Rh) Between Copper Matte and Iron Silicate Slag. Metall. Mater. Trans. B 2016, 47, 244–255.

[3]. Avarmaa, K.; O'Brien, H.; Klemettinen, L.; Taskinen, P. Precious metal recoveries in secondary copper smelting with high-alumina slags. J. Mater. Cycles Waste Manag. 2020, 22, 642-655.

[4]. Baldé, C.P.; D'Angelo, E.; Deubzer, V.L.O.; Kuehr, R. Global Transboundary E-waste Flows Monitor-2022; United Nations Institute for Training and Research (UNITAR): Geneva, Switzerland, 2022.

[5]. Bidini, G.; Fantozzi, F.; Bartocci, P.; D'Alessandro, B.; D'Amico, M.; Laranci, P.; Scozza, E.; Zagaroli, M. Recovery of precious metals from scrap printed circuit boards through pyrolysis. J. Anal. Appl. Pyrolysis 2015, 111, 140-147.

[6]. Ciacci, L.; Vassura, I.; Passarini, F. Urban Mines of Copper: Size and Potential for Recycling in the EU. Resources 2017, 6, 6.

[7]. Critical metals production from porphyry ores and E-wastes: A review of resource availability, processing/recycling challenges, socio-environmental aspects, and sustainability issues. Resour. Conserv. Recycl. 2021, 170, 105610.

[8]. Cui, J.; Zhang, L. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. J. Hazard. Mater. 2008, 158, 228–256.

[9]. Ebin, B.; Isik, M.I. Chapter 5-Pyrometallurgical Processes for the Recovery of Metals from WEEE. In WEEE Recycling; Chagnes,

[10]. H. Li, J. Eksteen, E. Oraby, Hydrometallurgical recovery of metals from waste printed circuit boards (WPCBs): Current status and perspectives – A review, Resources, Conservation and Recycling, 139 (2018) 122-139

[11]. J.B. Wang, Y. Lu, Z.M. Xu, Identifying Extraction Technology of Gold from Solid Waste in Terms of Environmental Friendliness, ACS Sustain. Chem. Eng., 7 (2019) 7260-7267

[12]. J.J. Hao, Y.S. Wang, Y.F. Wu, F. Guo, Metal recovery from waste printed circuit boards: A review for current status and perspectives, Resources Conservation and Recycling, 157 (2020) 15

[13]. Khaliq, A.; Rhamdhani, M.A.; Brooks, G.; Masood, S. Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes: A Review and Australian Perspective. Resources 2014, 3, 152–179.

[14]. Kumari, R.; Samadder, S.R. A critical review of the pre-processing and metals recovery methods from e-wastes. J. Environ. Manag. 2022, 320, 115887.

[15]. M. Kaya, Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes, Waste Management, 57 (2016) 64-90.

[16]. M.D. Rao, K.K. Singh, C.A. Morrison, J.B. Love, Challenges and opportunities in the recovery of gold from electronic waste, RSC Adv., 10 (2020) 4300-4309

[17]. Martinez-Ballesteros, G.; Valenzuela-García, J.L.; Gómez-Alvarez, A.; Encinas-Romero, M.A.; Mejía-Zamudio, F.A.; Rosas-Durazo, A.d.J.; Valenzuela-Frisby, R. Recovery of Ag, Au, and Pt from Printed Circuit Boards by Pressure Leaching. Recycling 2021,

[18]. Petter, P.M.H.; Veit, H.M.; Bernardes, A.M. Evaluation of gold and silver leaching from printed circuit board of cellphones. Waste Manag. 2014, 34, 475-482.

[19]. S. Gámez, K. Garcés, E. de la Torre, A. Guevara, Precious metals recovery from waste printed circuit boards using thiosulfate leaching and ion exchange resin, Hydrometallurgy, 186 (2019) 1-11

[20]. Stratiotou Efstratiadis, V.; Michailidis, N. Sustainable Recovery, Recycle of Critical Metals and Rare Earth Elements from Waste Electric and Electronic Equipment (Circuits, Solar, Wind) and Their Reusability in Additive Manufacturing Applications: A Review. Metals 2022, 12, 794.

[21]. Tabelin, C.B.; Park, I.; Phengsaart, T.; Jeon, S.; Villacorte-Tabelin, M.; Alonzo, D.; Yoo, K.; Ito, M.; Hiroyoshi, N. Copper and

22]. V.H. Ha, J.-c. Lee, J. Jeong, H.T. Hai, M.K. Jha, Thiosulfate leaching of gold from waste mobile phones, Journal of Hazardous Materials, 178 (2010) 1115-1119

23. Y. Lu, Q. Song, Z. Xu, Integrated technology for recovering Au from waste memory module by chlorination process: Selective leaching, extraction, and distillation, Journal of Cleaner Production, 161 (2017) 30-39.

■Ngày nhận bài: 17/7/2024 ■Ngày sửa bài: 20/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/9/2024

Mô hình xử lý chất thải rắn hữu cơ tại nguồn nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính gây biến đổi khí hậu

Organic solid waste treatment model at source to reduce greenhouse gas emissions causing climate change

> TS NGUYỄN THỊ THU HÀ[1]
[1]Giảng viên chính, Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: hantthu@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Việc thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải rắn hữu cơ (CTRHC) có tác động 2 chiều đến biến đổi khí hậu (BĐKH). Nó làm gia tăng BĐKH do sự phát thải khí nhà kính (KNK) của các phương tiện thu gom, vận chuyển hay từ quá trình phân hủy của các hợp chất hữu cơ trong CTR. Tuy nhiên, nó cũng rất dễ bị ảnh hưởng bởi BĐKH như các hiện tượng thời tiết cực đoan gây khó khăn cho công tác thu gom, vận chuyển, đồng thời ảnh hưởng xấu đến hoạt động của các khu xử lý. CTRHC không xử lý đúng cách sẽ gây ô nhiễm môi trường, tạo ra KNK; ngược lại nếu có phương án xử lý phù hợp thì không những có thể giảm ô nhiễm môi trường, giảm thiểu BĐKH mà còn có thể thu hồi được nhiều sản phẩm giá trị kinh tế cao như khí sinh học và phân bón. Do vậy, bài báo nghiên cứu mô hình xử lý CTRHC hiệu quả ngay tại nguồn phát sinh với mục tiêu vừa giảm thiểu BĐKH, vừa tạo ra các sản phẩm có giá trị, phù hợp chiến lược kinh tế tuần hoàn và hướng tới phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Bài báo đã đề xuất mô hình xử lý CTRHC trong 2 trường hợp: có thu hồi khí và không thu hồi khí sinh học tạo ra từ quá trình ủ với mục đích hạn chế tối đa sự phát thải KNK và tối ưu hóa quá trình xử lý CTRHC.

Từ khoá: Chất thải rắn; hữu cơ; xử lý; tại nguồn; biến đổi khí hậu.

ABSTRACT

The collection, transportation and treatment of organic solid waste (OSW) has a two-way impact on climate change. It increases climate change due to greenhouse gas emissions from collection and transportation vehicles or from the decomposition of organic compounds in solid waste. However, it is also very susceptible to climate change such as bad weather phenomena that make it difficult to collect and transport, and negatively affect the operation of treatment plants.. OSW that is not properly treated will cause environmental pollution, creating greenhouse gases; on the contrary, if there is a suitable treatment plan, it will not only reduce environmental pollution, minimize climate change but also recover many high-value products such as biogas and fertilizer. This paper studies the effective treatment model of OSW at its source with the goal of both minimizing climate change and creating valuable products, in line with the circular economy strategy and aiming for zero net emissions by 2050. The paper proposes a model for treating solid waste in two cases: with and without recovery of biogas generated from the composting process with the aim of minimizing greenhouse gas emissions and optimizing the treatment process of solid waste.

Keywords: Solid waste; organic; treatment; at source; climate change.

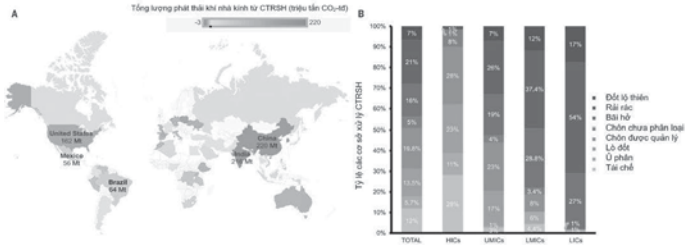
1. TỔNG QUAN VỀ CTRHC VÀ MỐI LIÊN QUAN VỚI BĐKH

Chất thải rắn toàn cầu ước tính sẽ khoảng 2,56 đến 3,33 tỷ tấn vào năm 2050. Việc thu gom, vận chuyển và xử lý CTR có thể gây ra BĐKH. Việc đốt nhiên liệu của các phương tiện thu gom, vận chuyển và xử lý CTR tạo ra KNK. KNK cũng có thể tạo ra từ quá trình đốt hoặc phân hủy CTR. Tổng lượng KNK phát thải cơ sở xử lý CTRSH ước tính là 153,41 tấn $CO_{2\text{-td}}$ /ngày, trong đó từ quá trình ủ và tái chế chiếm lần lượt 80,02% và 11,73%. Lượng khí thải CH_4 từ các bãi chôn lấp chiếm 1,7% tổng lượng khí thải ở khu vực các đảo Thái Bình Dương. Quá trình phân hủy CTRHC giải phóng CO_2 và CH_4 là 2 KNK chính, trong đó CH_4 chịu trách nhiệm cho khoảng 1/3 sự nóng lên của khí hậu. CH_4 mạnh hơn 27-30 lần so với CO_2 trong việc giữ nhiệt ở khí quyển trong 100 năm, nhưng kém bền hơn nhiều: thời gian tồn tại của nó trong khí quyển là khoảng 10,5 năm, so với 120 năm của CO_2. CO_2 có tác động lâu dài và cần nhiều nỗ lực hơn để khắc phục, nhưng khí CH_4 có thể giảm trong thời gian ngắn hơn và tăng nhanh hiệu ứng làm mát bầu khí quyển [3,5].

Bên cạnh việc gây ra BĐKH, hệ thống thu gom, vận chuyển và xử lý CTR cũng chịu tác động của BĐKH. Mực nước biển dâng cao sẽ dẫn đến tình trạng lũ lụt và xói mòn các bãi chôn lấp ven biển, gây ra ô nhiễm nước ven biển. Các sự kiện thời tiết khắc nghiệt như lốc xoáy, bão và gió mạnh có thể làm hỏng cơ sở hạ tầng đường bộ, các khu vực lưu trữ và cơ sở xử lý CTR, gây ra thảm họa đối với hoạt động vận chuyển và xử lý CTR. Số ngày lạnh tăng và nhiệt độ ngày càng

thấp vào mùa đông làm giảm việc xử lý chất thải sinh học (ủ và phân hủy kỵ khí). Lượng mưa tăng vào mùa đông có thể làm tăng nguy cơ lũ lụt ảnh hưởng đến các cơ sở, giảm khả năng tiếp cận và sử dụng các nhà máy quản lý rác thải di động. Lũ lụt tạo ra một lượng lớn CTR sinh hoạt làm tăng tải trọng cho các bãi rác gần đó; bão mùa đông khiến việc tiếp cận các bãi rác và vận chuyển rác thải trở nên khó khăn; đợt nắng nóng làm tăng mùi hôi và bụi từ các bãi rác... Để giảm tính dễ bị tổn thương của việc quản lý CTR phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng giao thông, năng lượng, nguyên nhiên vật liệu và nước, cần rút ngắn khoảng cách vận chuyển và xây dựng nhiều nhà máy xử lý CTR tại địa phương hơn, tăng hiệu quả sử dụng nước, tạo ra năng lượng tái tạo tại chỗ và tăng cường tính đa dạng của các công nghệ xử lý [3,5].

Nếu không có bất kỳ thay đổi nào trong quản lý CTR, lượng CTR trên thế giới thải khoảng 33 đến 34 tỷ tấn $CO_{2\text{-tđ}}$ trong khoảng thời gian từ 2020 đến 2050. Theo quy định của Hiệp định Paris, chúng ta cần tận dụng mọi cơ hội để hạn chế sự nóng lên toàn cầu do con người gây ra ở mức 1,5° hoặc 2,0°C, do đó cần phải giảm nhanh một lượng lớn phát thải KNK. Tuy nhiên, để đạt được Thỏa thuận Paris để duy trì nhiệt độ trung bình Trái đất trong giới hạn nóng lên 1,5 hoặc 2,0°C, toàn bộ hệ thống quản lý CTR đô thị chỉ có thể thải ra 11 đến 27 tỷ tấn $CO_{2\text{-tđ}}$ [7].

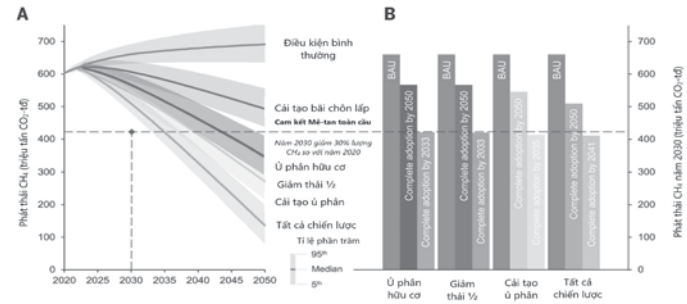


Hình 1. (A) Tổng lượng khí nhà kính phát thải năm 2020 từ CTRSH toàn cầu tính theo triệu tấn CO_2-tđ;

(B) Tỷ lệ các cơ sở xử lý CTRSH năm 2020 [7].

Hình 1 (A): Lượng thải KNK được biểu thị theo thang màu xanh lá cây-đỏ, trong đó các quốc gia có màu đỏ hơn biểu thị các quốc gia phát thải KNK cao hơn và ngược lại. 5 quốc gia phát thải KNK nhiều nhất trong số 43 quốc gia được nghiên cứu theo thứ tự giảm dần là Trung Quốc 220Mt, Ấn Độ 216Mt, Hoa Kỳ 162Mt, Brazil 64Mt và Mexico 56Mt.

Hình 1(B): Tỷ lệ các cơ sở xử lý và tiêu hủy CTRSH được phân loại dựa trên tổng số bốn nhóm thu nhập: HICs là các quốc gia có thu nhập cao, UMICs là các quốc gia có thu nhập trung bình cao, LMICs là các quốc gia có thu nhập trung bình thấp và LICs là các quốc gia có thu nhập thấp. Các nhà nghiên cứu đã đánh giá các cơ sở xử lý và tiêu hủy ở 43 quốc gia tạo ra hơn 85% lượng CTR đô thị trên toàn cầu. Họ đã xem xét ba phương pháp xử lý CTR khác nhau: chôn lấp, ủ phân và phân hủy kỵ khí cũng như tính toán lượng phát thải KNK từ năm 1990 đến năm 2020.



Hình 2. Dự báo lượng phát thải CH_4 từ 2020 đến 2050 theo các chiến lược xử lý khác nhau [6]

Phát thải khí CH_4 từ các khu xử lý CTR tạo ra một lượng CH_4 đáng kể và là mục tiêu quan trọng để giảm thiểu vì khả năng giữ nhiệt của nó rất mạnh, cao hơn CO_2 khoảng 30 lần. Nghiên cứu này là phân tích toàn cầu đầu tiên về việc giảm lượng thải CH_4 thông qua quản lý tốt hơn CTR đô thị nhằm góp phần đạt được các mục tiêu giảm BĐKH. Các nhà nghiên cứu đã đánh giá các cơ sở xử lý và tiêu hủy ở 43 quốc gia tạo ra hơn 85% lượng CTR đô thị trên toàn cầu. Họ đã xem xét ba phương pháp xử lý CTR khác nhau: chôn lấp, ủ phân và phân hủy kỵ khí cũng như tính toán lượng phát thải KNK từ năm 1990 đến năm 2020. Họ cũng lập mô hình lượng CTR mà các quốc gia này có khả năng tạo ra và lượng phát thải KNK tương ứng, từ năm 2020 đến năm 2050 (Hình 1) [6,7].

Các nhà nghiên cứu đã cảnh báo rằng lĩnh vực CTR toàn cầu không đi đúng hướng để đạt được các mục tiêu về khí hậu - theo Thỏa thuận Paris cũng như Cam kết Methane toàn cầu, một lời hứa giảm 30% lượng khí thải mêtan từ năm 2020 đến năm 2030 mà hơn 100 quốc gia đã ký kết. Tiếp theo, họ phân tích bốn chiến lược khác nhau để giảm tác động đến khí hậu của chất thải rắn đô thị: phân hủy chất thải hữu cơ trong các thiết bị phân hủy kỵ khí và sử dụng khí sinh học thu được (sẽ giảm lượng khí thải gần 3/4), giảm một nửa lượng chất thải phát sinh (sẽ làm giảm khoảng 2/3 lượng khí thải); ủ chất thải hữu cơ (có khả năng giảm gần 3/5); và trang bị thêm các hệ thống thu giữ khí mê-tan cho các bãi chôn lấp (giảm khoảng 1/3 lượng khí thải) (Hình 2) [6,7].

Dân số Việt Nam năm 2021 khoảng 98,5 triệu người và đang gia tăng nhanh chóng, đồng nghĩa với việc gia tăng chất thải, nhất là CTR sinh hoạt. Cả nước có 904 bãi chôn lấp CTR, hầu hết đều quá tải, gần 80% bãi chôn lấp không hợp vệ sinh; 381 lò đốt, 37 dây chuyền sản xuất phân compost. Tại nhiều bãi rác lộ thiên diễn ra hoạt động đốt rác thải, phát sinh NOx, CO, SOx, HCl, HF, tro và một số chất độc hại khác, gây ảnh hưởng đến chất lượng môi trường không khí tại những thời điểm nhất định. Bên cạnh đó, dưới tác động của nhiệt độ, độ ẩm và các vi sinh vật, CTRHC bị phân hủy và sản sinh ra các chất khí gây mùi khó chịu như NH_3, H_2S, mercaptan… [2]. Phương pháp ủ sinh học rất phù hợp để xử lý CTRHC của Việt Nam vì thành phần hữu cơ trong CTRSH cao, nhiệt độ và độ ẩm tự nhiên trong không khí phù hợp cho vi sinh vật phân hủy phát triển, nhu cầu phân bón hữu cơ và khí sinh học cao. Xử lý CTRHC bằng ủ sinh học vừa giảm được ô nhiễm môi trường, hạn chế biến đổi khí hậu, vừa thu hồi được các sản phẩm có giá trị như phân bón hữu cơ, khí sinh học.

2. CƠ SỞ KHOA HỌC TRONG XỬ LÝ CTRHC TẠI NGUỒN

Quá trình ủ hiếu khí CTRHC thường cần bổ sung nước tạo độ ẩm cho khối ủ do hơi nước tạo ra bị bay hơi, sản phẩm chính cuối cùng sẽ thu được phân mùn hữu cơ và khí CO_2. Quá trình phân hủy kị khí CTRHC diễn ra các bước: thủy phân, axit hóa, axetat hóa và metan hóa. Sản phẩm chính cuối cùng của quá trình phân hủy kị khí CTRHC là phân mùn hữu cơ, nước rác và khí CH_4.

Các nghiên cứu theo mẻ quy mô phòng thí nghiệm đã được tiến hành trên chất thải nhà bếp bằng cách sử dụng ba loại máy ủ kị khí khô khô khác nhau có tổng thể tích 4 lít hoạt động theo chế độ ưa ấm trong thời gian 32 ngày. Các lò phản ứng được vận hành đồng thời với thời gian lưu giữ lần lượt là 1 ngày, 2 ngày và 4 ngày. Hiệu suất so sánh của quá trình tạo nước rỉ rác trong quá trình thủy phân cho thấy lò phản ứng có thời gian lưu giữ 1 ngày tạo ra nước rỉ rác tối đa với COD cao là 244 g/l và VFA là 12,99 g/l. Hằng số tốc độ riêng để thủy phân chất thải nhà bếp thông qua quá trình ủ kị khí khô với thời gian lưu giữ là 1 ngày, 2 ngày, 4 ngày lần lượt là 0,063, 0,054 và 0,027 $ngày^{-1}$ [1].

Theo nghiên cứu của tác giả thu được từ phân tích tài liệu và thực nghiệm khi nghiên cứu sinh, quá trình ủ kị khí 2 giai đoạn sẽ

thu được hiệu quả tốt hơn 1 giai đoạn. Khi tách quá trình thủy phân và axit hóa CTRHC thành 1 giai đoạn phân hủy chủ đạo riêng sẽ không ảnh hưởng đến quá trình phân hủy của giai đoạn sau do amino axit và axit hữu cơ tạo thành từ quá trình axit hóa làm pH giảm ảnh hưởng đến vi sinh vật sinh Metan [4].

Từ các nghiên cứu trên tác giả để xuất quá trình ủ CTRHC chia làm 2 giai đoạn:

- Giai đoạn 1 nên ủ kị khí trong khoảng 6-10 ngày để thu hồi được lượng nước rác từ quá trình thủy phân và axit hóa có hàm lượng dinh dưỡng cao, tốt cho cây trồng, trong đó với trường hợp nạp liệu liên tục thì trước khi kết thúc ủ kị khí giai đoạn 1 nên dừng nạp liệu 1-2 ngày để thời gian cho lượng CTRHC cuối thủy phân.

- Giai đoạn 2: tùy thuộc vào mục đích có thu hồi khí sinh học hay không mà lựa chọn quá trình ủ hiếu khí hay ủ kị khí.

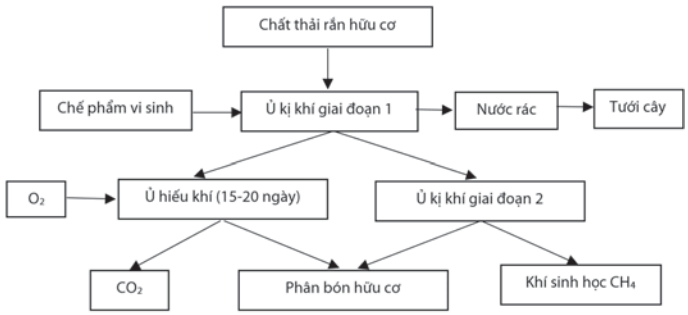
+ Nếu không thu hồi lượng khí sinh ra thì nên ủ hiếu khí để tránh phát sinh mùi và khí CH_4 (CH_4 có khả năng gây biến đổi khí hậu mạnh hơn CO_2 khoảng 30 lần).

+ Nếu có thu hồi khí sinh học thì bắt buộc giai đoạn 2 phải ủ kị khí trong các thiết bị có bộ phận thu hồi và lọc khí sinh học tạo ra từ quá trình phân hủy kị khí CTRHC. Thiết bị phải đảm bảo kín hoàn toàn, có thể kiểm soát được nhiệt độ, áp suất và pH (yếu tố ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của vi sinh vật sinh metan)

3. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH XỬ LÝ CTRHC TẠI NGUỒN

Từ các nghiên cứu về quá trình phân hủy CTRHC, tác giả để xuất mô hình xử lý CTRHC tại nguồn như sau (Hình 3):

CTRHC sau khi được sau khi được sơ chế (đồng đều kích thước, tỉ lệ C/N phù hợp) cho vào các thùng/hộp kín để ủ kị khí giai đoạn 1 trong khoảng 5-8 ngày. Tùy lượng CTRHC phát sinh mà tính toán kích thước thùng/hộp thích hợp, đặt ngay tại nơi phát sinh CTRHC. Đối với hộ gia đình 3-5 người có thể đựng trong hộp nhựa có nắp đậy hoặc hộp xốp dung tích khoảng 5-15 lít. Hàng ngày lượng CTRHC phát sinh được bỏ vào hộp và thêm chế phẩm vi sinh. Sau khoảng 5-8 ngày thì ngừng nạp CTRHC khoảng 1-2 ngày rồi chuyển sang quá trình tiếp theo (Hình 4).



Hình 3. Sơ đồ mô hình xử lý chất thải rắn hữu cơ tại nguồn



Hình 4. Hình ảnh một số loại hộp đựng CTRHC ủ kị khí giai đoạn 1

Sau khi ủ kị khí giai đoạn 1, CTRHC được chuyển sang các thiết bị ủ khác nhau phụ thuộc vào mục đích có thu hay không thu hồi lượng khí sinh học tạo ra từ quá trình ủ.

Trường hợp 1: Không thu hồi khí sinh học

Chuyển CTRHC từ hộp ủ giai đoạn 1 sang thùng ủ hiếu khí có vòi, nắp đậy và ngăn thu nước rác. Hàng này lấy nước rác pha loãng 10-20 lần để tưới cây. Sau khoảng 15-20 ngày thì mở nắp đậy hoặc đổ phân mùn ra đất để khô tự nhiên khoảng 2-3 ngày thì bón cho cây (Hình 5).



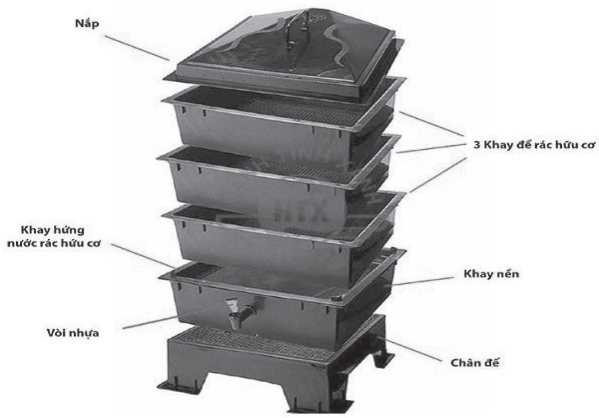
Thùng ủ trụ tròn



Thùng ủ hình hộp



Thùng ủ nhiều tầng



Sơ đồ thùng ủ nhiều tầng

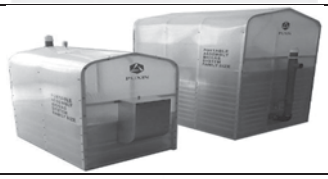
Hình 5. Hình ảnh một số loại thùng ủ hiếu khí CTRHC hộ gia đình

Trường hợp 2: Có thu hồi khí sinh học CH_4

Nếu xử lý lượng CTRHC đầu vào đủ lớn cho một nhóm hộ gia đình hoặc kết hợp xử lý CTR sinh hoạt với phế thải nông nghiệp hoặc phế thải của công nghiệp chế biến thực phẩm thì nên đầu tư các thiết bị ủ có thu hồi khí sinh học tạo ra từ quá trình ủ. Việc này vừa hạn chế lượng khí nhà kính phát thải vào khí quyển, vừa tạo được sản phẩm khí sinh học có giá trị kinh tế.

Chuyển CTRHC từ hộp ủ giai đoạn 1 sang thùng ủ kị khí giai đoạn 2 (Hình 6). Trong quá trình ủ cần kiểm soát chặt chẽ các thông số nhiệt độ, áp suất và pH, lượng và thành phần khí sinh học thu hồi được. Sau khoảng 10-15 ngày sẽ thu được sản phẩm gồm phân mùn và khí sinh học. Khí sinh học sau khi loại bỏ tạp chất, hơi nước và CO_2 thì thu được khí nhiên liệu CH_4 có giá trị cao, có thể sử dụng để đun nấu hoặc phát điện.

Bảng 1: Một số loại thiết bị ủ kị khí CTRHC có thu hồi khí sinh học

Loại thiết bị	Hình ảnh thiết bị	Chi tiết thiết bị
Home Biogas		Cao 127cm, dài 165cm, rộng 100cm; bình chứa khí: 0,5m^3 . Thiết bị bao gồm: bể chứa nước; bình chứa khí; hệ thống áp suất khí với bộ lọc khí chủ động; bồn rửa và phân bón. Tất cả các yếu tố được đặt trên một khung nhôm chắc chắn. Thiết bị không cần nguồn cung cấp điện và có thể dễ dàng lắp đặt trong vườn. Tạo khoảng 600 lít khí Biogas mỗi ngày. Nhiệt độ trung bình nên trên 17°C. Khí sinh học có thể được sử dụng lần đầu tiên sau 2-3 tuần kể từ khi nạp đầy.
Puxin		Cao 120cm, dài 120cm, rộng 81cm. Bình chứa khí 0,4-0,6 m^3. Thiết bị gồm 1 hộp làm bằng nhựa meca trong, khung bằng kim loại, phần đầu vào và đầu ra bằng thép không gỉ, 1 bể chứa nước thải có màng lọc bên trong và hệ thống lưu trữ khí sinh học với thiết bị khử lưu huỳnh và khử nước. Tạo khoảng 500 lít khí Biogas mỗi ngày.
B-Sustain		91cm × 122cm. Thiết bị gồm: bếp đun, ống thu khí, ống đầu vào (PVC), hộp đầu vào có nắp, ống thoát có dạng khuỷu tay (PVC), ống thoát khí có van. Thiết bị được làm từ chất liệu cao cấp: Nhựa gia cường sợi. Tạo khoảng 500 lít khí Biogas mỗi ngày.

Tác giả đã triển khai mô hình ủ CTRHC tại nguồn không thu hồi khí cho một số hộ gia đình tại khu đô thị mới Hạ Đình, Hà Nội. Thực tế cho thấy nước rác và sản phẩm phân mùn thu được sau khi ủ CTRHC rất tốt cho cây trồng. Sau một thời gian thử nghiệm, cây trồng trên chậu đất mẫu 1 (có bón phân ủ hữu cơ và tưới nước rác pha loãng hàng ngày) tốt hơn so với mẫu 2 (chỉ tưới nước rác pha loãng hàng ngày) và mẫu 3 (chỉ bón phân ủ hữu cơ). Cây trồng trên chậu đất mẫu đối chứng (không bón phân ủ hữu cơ và không tưới nước rác pha loãng hàng ngày) kém phát triển hơn hẳn 3 mẫu 1, 2, 3. Các hộ gia đình tiến hành thử nghiệm mô hình này đều thấy rất tiện lợi và hiệu quả, không phát sinh mùi và đất không bị thoái hóa như khi bón các loại phân vô cơ.



Hình 6. Một số hình ảnh trồng cây trên ban công các nhà liền kề, biệt thự, chung cư khu đô thị mới Hạ Đình có bón phân ủ từ CTRHC

Đánh giá: Theo quy định của Luật BVMT năm 2020, các hộ gia đình và cá nhân bắt buộc phải phân loại CTR tại nguồn từ 01/01/2025. Đây là căn cứ pháp lý rất thuận lợi cho việc triển khai các mô hình xử lý CTRHC ngay tại nguồn phát sinh, không chỉ ở các khu vực nông thôn mà ngay cả ở khu vực đô thị nơi lượng CTRHC phát sinh lớn và nhu cầu trồng cây xanh ngày càng nhiều. Các thiết bị trồng cây rất đa dạng (chậu, bình thùng với các kích cỡ và chất liệu khác nhau, có thể đặt trên mặt đất hoặc treo, hay gắn tường), các sản phẩm cung cấp cho việc trồng cây rất phổ biến (có nhiều giống cây mới do lai tạo hoặc nhập ngoại vừa đẹp lại có thể sống ở các điều kiện ít đất ở cả trong nhà hoặc ngoài trời, đất trồng giàu dinh dưỡng, đất vi sinh, phân bón hữu cơ, các loại phân bón kích thích cho từng quá trình sinh trưởng, thuốc trừ các loại bệnh cho cây…) và công nghệ trồng cây xanh rất phát triển (tưới tự động, điều khiển từ xa, kiểm soát các yếu tố thuận lợi cho sự phát triển của cây,…). Tất cả những điều này tạo thuận lợi cho các hộ gia đình có nhu cầu trồng cây xanh trong nhà tạo cảnh quan sinh thái hay trồng rau sạch có thể tự phân loại CTRHC rồi ủ để trồng cây ngay tại ban công, trên nóc nhà hay trong phòng ở mà không cần yêu cầu diện tích quá lớn.

4. KẾT LUẬN

Xử lý CTRHC ngay tại nguồn (nơi) phát sinh sẽ giảm được chi phí, giảm phát thải KNK gây biến đổi khí hậu do không cần phải thu gom, lưu giữ, vận chuyển tới nơi xử lý. Đồng thời, lợi ích của mô hình xử lý CTRHC tại nguồn vừa tạo ra sản phẩm bón trở lại cho cây trồng, vừa giảm thiểu phát thải khí CO2 và hơi nước vào khí quyển. Ngoài ra, tùy thuộc vào mục đích có hay không thu hồi khí sinh học tạo thành từ quá trình phân hủy CTRHC mà lựa chọn mô hình ủ hiếu khí hay kỵ khí ở giai đoạn 2. Kết quả nghiên cứu của mô hình là hướng tới đáp ứng yêu cầu chiến lược Quốc gia về tăng trưởng xanh, thực hiện kinh tế tuần hoàn và hướng tới mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Tuy nhiên, đây mới chỉ là nghiên cứu bước đầu, cần có thêm những nghiên cứu tiếp theo, những tính toán sâu hơn vào thực tế ứng dụng để hoàn thiện mô hình này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Akanksha Agrawal, Parmesh Kumar Chaudhari, Prabir Ghosh (2021), *"Hydrolysis of the Kitchen Waste through Dry Anaerobic Digestion - A Sustainable Environmental Practice for its Effective Management"*, Research Square, https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-770690/v1

2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), *Báo cáo hiện trạng môi trường năm 2021*.

3. Gichamo T, Gökçekuş H (2019) *"Interrelation between Climate Change and Solid Waste"*. Journal of Environmental Pollution and Control, ISSN: 2639-9288, Volume 2(1): 104

4. Nguyễn Thị Thu Hà (2022), Luận án Tiến sĩ *"Nghiên cứu xử lý chất thải rắn hữu cơ bằng phương pháp sinh học kỵ khí trong điều kiện Việt Nam"*, Đại học Xây dựng Hà Nội.

5. Tagesse Gichamo, Hüseyin Gökçekuş (2019), *"Interrelation between Climate Change and Solid Waste"*. Journal of Environmental Sciences 2(1):400-407

6. Yee Van Fan (2023) *"Using waste in the fight against climate change"*, https://www.eci.ox.ac.uk/news/using-waste-fight-against-climate-change

7. Zheng Xuan Hoy, Kok Sin Woon, Wen Cheong Chin, Yee Van Fan, and Seung Jick Yoo (2023) *"Curbing global solid waste emissions toward net-zero warming futures"*, https://www.science.org/doi/10.1126/science.adg3177

■Ngày nhận bài: 08/7/2024 ■Ngày sửa bài: 22/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 19/9/2024

Đánh giá tiềm năng sản xuất khí sinh học từ phế phụ phẩm ngành chế biến rau quả tại Việt Nam

Evaluating the potential for biodon gas production from waste products of the fruit and vegetable processing industry in Vietnam

> TS PHẠM VĂN DOANH

[1]GV Bộ môn Công nghệ Nước, Khoa KTHT và MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: doanhdhkt@gmail.com

TÓM TẮT

Ngành chế biến rau quả đang phát triển rất nhanh tại Việt Nam trong những năm gần đây và có xu hướng phát triển mạnh trong nhiều năm tới. Phế phụ phẩm từ ngành chế biến rau quả cũng ngày càng nhiều như: phế phụ phẩm chuối chiếm 20%; cam, xoài chiếm 30% - 50%; dứa chiếm 40% - 50% [1],[2]. Nếu tận dụng sản xuất khí sinh học từ các phế phụ phẩm này thì dự báo sản lượng khí sinh học sẽ khá lớn trung bình từ khoảng 3,7(triệu m^3/năm) - 7,6(triệu m^3/năm). Đây là một nguồn tài nguyên quý giá, có ý nghĩa rất lớn về môi trường và kinh tế. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả đưa ra đánh giá tiềm năng thu khí sinh học từ các phế phụ phẩm của ngành chế biến rau quả tại Việt Nam để thấy được tiềm năng của sản xuất khí sinh học, cũng như tiềm năng lợi ích kinh tế, môi trường nếu chúng ta tận dụng tốt nguồn tài nguyên dư thừa này.

Từ khóa: Rau quả; phế phụ phẩm; khí sinh học.

ABSTRACT

The fruit and vegetable processing industry is growing very quickly in Vietnam in recent years and tends to grow strongly in the coming years. Waste by-products from the fruit and vegetable processing industry are also increasing, such as: waste banana products account for 20%; oranges and mangoes account for 30% - 50%; pineapple accounts for 40% - 50% [1],[2]. If we take advantage of biogas production from these by-products, it is predicted that the biogas output will be quite large on average, from about 3.7 (million m^3/year) - 7.6 (million m^3/year). This is a valuable resource with great environmental and economic significance. Within the framework of this article, the author evaluates the potential for biogas collection from by-products of the fruit and vegetable processing industry in Vietnam to see the potential for biogas production, as well as the potential economic benefits. economy and the environment if we make good use of this surplus resource.

Keywords: Vegetables; waste products; biogas.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rau quả là thức ăn thiết yếu của con người và động vật. Rau quả cung cấp gluxit, đạm, chất béo, chất xơ, vitamin và muối khoáng cho cơ thể con người và động vật. Do đó, trong chế độ dinh dưỡng của con người và động vật, rau quả không thể thiếu và đóng vai trò ngày càng quan trọng. Những năm gần đây, nền kinh tế Việt Nam tăng trưởng nhanh, đời sống nhân dân được cải thiện, nhu cầu tiêu dùng rau quả tăng lên. Vì vậy, việc sản xuất rau quả tươi và rau quả chế biến phát triển khá mạnh.

Trong quá trình chế biến rau quả, lượng phế phụ phẩm bị loại ra chiếm tỉ lệ rất lớn so với lượng nguyên liệu đưa vào chế biến: phế phụ phẩm chuối chiếm 20%; cam, xoài chiếm 30% - 50%; dứa chiếm 40% - 50% [1],[2]. Phế liệu có 2 dạng: dạng rắn (vỏ, hạt, cuống lá,…) và dạng lỏng (nước rửa,…). Những phế phụ phẩm này chứa nhiều chất dinh dưỡng như tinh bột, đường, protein, lipid, vitamin, tinh dầu,… Các phế phụ phẩm này có thể được tận dụng chế biến ra các sản phẩm có giá trị sử dụng và giá trị dinh dưỡng cao như cồn, giấm, tinh dầu, pectin, bánh kẹo, thức ăn cho gia súc, phân bón cho cây trồng, sản xuất khí sinh học...

Nếu tận dụng sản xuất khí sinh học từ các phế phụ phẩm này thì dự báo sản lượng khí sinh học sẽ khá lớn trung bình từ khoảng 3,7(triệu m^3/năm) - 7,6(triệu m^3/năm). Đây là một nguồn tài nguyên quý giá, có ý nghĩa rất lớn về môi trường và kinh tế. Vì vậy, tiềm năng sản xuất khí sinh học từ các phế phụ phẩm của ngành chế biến rau quả rất lớn, cần được nghiên cứu và quan tâm đúng mức.

2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

2.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới khả năng sản xuất khí sinh học từ rau quả

Quá trình sản sinh khí thay đổi theo loại nguyên liệu, chất lượng nguyên liệu, nhiệt độ môi trường và phương thức vận

hành. Ví dụ: mùa hè sinh nhiều khí hơn mùa đông, thời gian lưu trữ nguyên liệu càng lâu cho càng nhiều khí...

Những yếu tố quan trọng, cần thiết nhất để có thể thu được sản lượng khí tốt nhất bao gồm:

a) Tỷ lệ C/N

Để đảm bảo quá trình sinh khí bình thường và liên tục phải cung cấp đầy đủ nguyên liệu cho sự sinh trưởng và phát triển của vi khuẩn. Thành phần chủ yếu của nguyên liệu phải cấp là Carbon (C) và Nitơ (N); với Carbon ở dạng là carbohydrate, còn Nitơ ở dạng nitrate, protein, amoniac. Ngoài việc cung cấp đầy đủ nguyên liệu C và N cần phải đảm bảo tỉ lệ tương ứng C/N. Tỉ lệ thích hợp sẽ đảm bảo cân đối dinh dưỡng cho hoạt động sống của vi sinh vật kỵ khí, trong đó C sẽ tạo năng lượng còn N sẽ tạo cơ cấu của tế bào. Nhiều thí nghiệm cho thấy với tỉ lệ C/N đạt từ 25/1 – 30/1 thì sự phân hủy kỵ khí xảy ra tốt. Tỷ lệ C/N quá cao thì quá trình phân hủy xảy ra chậm, và tỷ lệ này quá thấp thì quá trình phân hủy ngưng trệ. Nói chung, các nguyên liệu thực vật thường có tỷ lệ C/N cao.

b) Hàm lượng chất khô

Hàm lượng chất khô là tỷ lệ giữa trọng lượng chất khô và tổng trọng lượng nguyên liệu, biểu thị bằng %. Để hầm ủ hoạt động tốt thì hàm lượng chất rắn nên chiếm dưới 9%, hàm lượng này thay đổi theo mùa thường từ 7% - 9%. Ở Việt Nam, vào mùa khô, nhiệt độ cao khả năng sinh khí tốt thì hàm lượng chất rắn trong thiết bị khí sinh học giảm nên việc cung cấp chất rắn cao hơn có thể chấp nhận với nhiệt độ trung bình 25^0C - 27^0C.

c) Độ pH

Độ pH có ảnh hưởng lớn đến quá trình sinh khí mê tan vì nó ảnh hưởng đến mức độ ion hóa cơ chất, enzyme, độ bền phân tử protein - enzyme... do đó liên quan chặt chẽ đến hoạt động sống của vi khuẩn sinh khí mê tan. Vi khuẩn sinh khí mê tan thích hợp ở pH = (6.5 - 7). Khi pH>8 hay < 6 thì hoạt động của nhóm vi khuẩn giảm nhanh.

d) Độ ẩm

Độ ẩm tương đối của không khí có ảnh hưởng lớn đến tốc độ phân hủy của chất hữu cơ. Độ ẩm thấp làm tăng sự bay hơi nước từ trong rau quả ra ngoài môi trường. Tuy nhiên, độ ẩm thấp lại làm hạn chế sự phát triển của các vi sinh vật sản sinh khí mê tan. Độ ẩm đạt từ 91,5% - 96% là thích hợp cho vi khuẩn sinh mê tan phát triển, ẩm độ lớn hơn 96% thì tốc độ phân hủy chất hữu cơ có giảm, sản lượng khí sinh ra thấp. Tùy từng loại rau quả mà độ ẩm duy trì có sự khác nhau, đối với loại rau quả có khả năng bay hơi nước nhanh thì cần phải duy trì độ ẩm không khí ở 91,5% – 96%, còn đối với loại rau quả có khả năng chống bốc hơi nước thì có thể giảm độ ẩm duy trì xuống nhỏ hơn 91,5%.

e) Nhiệt độ tối ưu

Nhiệt độ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình sinh khí mê tan của rau quả, tăng nhiệt độ sẽ làm tăng cường độ phản ứng các quá trình trao đổi chất cơ bản và cứ tăng nhiệt độ lên 10^0C thì tốc độ phản ứng tăng lên khoảng 2 lần. Trong điều kiện tự nhiên, khoảng nhiệt độ thích hợp nhất đối với quá trình sinh khí mê tan là từ 30^0C - 40^0C. Nhiệt độ thấp hoặc thay đổi đột ngột đều làm cho quá trình sinh khí bị yếu đi. Nhiệt độ môi trường xuống dưới 10^0C thì quá trình phân hủy gần như ngừng lại.

2.2. Các nghiên cứu liên quan

a) Các nghiên cứu trên thế giới

Tại Ấn Độ, Viện TERI đã đưa ra các kết quả nghiên cứu tiềm năng sản xuất khí sinh học của một số loại phế thải rau quả tại nước này, các kết quả chính được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: Tiềm năng sinh khí sinh học của một số loại phế thải rau quả, thực phẩm [4]

TT	Dạng phế phế phụ phẩm	Biogas (m^3/tấn phế phụ phẩm)
1	Bã táo	32,4
2	Dứa	13,77
3	Xỉ mía đường	8,9
4	Chất thải rau	20
5	Chất thải hỗn hợp	20,25
6	Vỏ cà phê	10
7	Chất thải thức ăn	54
8	Sắn	6,1

Năm 1984, Lane [5] nghiên cứu khả năng sản xuất khí sinh học từ vỏ cam. Kết quả thí nghiệm thu được 0,5 (m^3/kg) bã thải, trong đó tỷ lệ mê tan là từ 50-55%, nhiệt độ tối ưu là khoảng 37^0C. Việc sản xuất khí sinh học sẽ bị hỏng nếu độ pH<6,4.

Năm 2005, Clarke [6] đã công bố kết quả nghiên cứu sản xuất khí sinh học từ bã thải chuối. Tác giả đã sử dụng bể lên men có thể tích 200 (dm^3) để thí nghiệm, nhiệt độ tối ưu là khoảng 38^0C. Sản lượng metan sinh ra được là khoảng 380 (dm^3/kg) bã thải. Các chất cặn rắn sau thí nghiệm có thể được dùng như phân bón.

Năm 1989, Sumithra và Nand [7] đã nghiên cứu khả năng sản xuất khí sinh học từ bã thải quả xoài. Việc thí nghiệm được thực hiện trong các chai thủy tinh có thể tích 1,0 (dm^3), nhiệt độ làm việc vào khoảng 30^0C. Lượng khí sinh học thu được là 0,36 (m^3/kg) chất rắn bay hơi, tỷ lệ mê tan vào khoảng 58%.

Năm 1994, Sarada và Joseph [8] đã xác định được các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình sản xuất khí sinh học từ bã thải sản xuất cà chua. Việc thí nghiệm sử dụng các chai thủy tinh có thể tích 5,5 (dm^3). Các yếu tố được xác định ảnh hưởng tới quá trình sản xuất khí sinh học gồm tỷ lệ nạp thải, thời gian phân hủy và nhiệt độ môi trường lên men. Lượng khí sinh học cao nhất sinh ra được là 0,7 (m^3/kg) khi thời gian phân hủy là 24 ngày, tỷ lệ nạp thải là 4,5 (kg/m^3) và nhiệt độ tối ưu là 35^0C.

Năm 1978, Knol [9] và các cộng sự đã nghiên cứu sản xuất khí sinh học từ bã thải của táo, cà rốt, đậu xanh, rau bina, đậu Pháp và dâu tây. Tác giả đã dùng bể lên men có thể tích 1 (dm^3) và nhiệt độ môi trường được duy trì 33 ^{0}C. Lượng khí sinh học thu được vào khoảng 0,3-0,58 (m^3/kg) với thời gian phân hủy là 20 ngày, tỷ lệ nạp là từ 0,8 - 1,6 (kgVS/m^3).

Năm 2006, Linke [10] nghiên cứu khả năng tạo sinh học từ bã thải khoai tây. Thí nghiệm đã chỉ ra được nhiệt độ tối ưu là 55^0C và sự ảnh hưởng đáng kể của tỷ lệ nạp thải đối với quá trình sản xuất khí sinh học, lượng khí sinh học giảm khi tỷ lệ nạp thải tăng. Lượng khí sinh học là 0,65 - 0,85 (dm^3/g) và thành phần mê tan thu được từ 50 - 58%, tương ứng với tỷ lệ nạp thải từ 0,8 - 3,4 (g/dm^3/d).

Năm 2004, Rani và Nand [11] đã báo cáo kết quả nghiên cứu sản xuất khí sinh học từ bã thải vỏ dứa đã ủ, lượng khí sinh học thu được là 0,67 (m^3/kg) trong đó tỷ lệ khí mê tan là 65%. Còn bã thải vỏ dứa tươi chỉ thu được lượng khí sinh học là 0,55 (m^3/kg) trong đó tỷ lệ khí mê tan là 51%, bã thải vỏ dứa khô thu được lượng khí sinh học là 0,41 (m^3/kg) trong đó tỷ lệ khí mê tan là 41%.

Năm 1992, Viswanath [12] và cộng sự đã nghiên cứu khả năng sản xuất khí sinh học từ các bã thải rau và quả trộn với nhau, các loại bã thải trộn gồm xoài, dứa, cà chua, chuối, cam và mít. Tác giả đã sử dụng bể lên men 60 (dm^3) với thể tích làm việc là 45 (dm^3), hoạt động trong nhiệt độ khoảng 30^0C. Lượng khí sinh học thu được lớn nhất là 0,6 (m^3/kg) với thời gian phân hủy là 20 ngày và tỷ lệ nạp thải là 40 (kg/m^3/d).

Năm 1989, Mitz.-Viturtia [13] và cộng sự đã nghiên cứu sử dụng bể UASB 0,5 (dm^3) kết hợp cùng bể thủy phân 1,3 (dm^3) để sản xuất khí sinh học từ bã thải hỗn hợp gồm cam, cải xanh, dưa chuột, rau diếp, cà chua và dưa hấu với tỷ lệ là 5,65%. Hai bể cùng hoạt động ở nhiệt độ 35^0C. Lượng khí mê tan trong quá trình thí nghiệm thu được là 0,521 (m^3/kg).

b) Các nghiên cứu tại Việt Nam

Tại Việt Nam các nghiên cứu về sản xuất khí sinh học từ phụ phẩm ngành chế biến rau quả chưa nhiều, quy mô các nghiên cứu vẫn chủ yếu trong phòng thí nghiệm.

Hiện nay, chủ yếu là các đề tài về sản xuất khí sinh học từ rác thải hữu cơ, hoặc từ thức ăn dư thừa.. Vì vậy hướng nghiên cứu đánh giá tiềm năng sản xuất khí sinh học từ phụ phẩm ngành chế biến rau quả và nghiên cứu sản xuất khí từ nguồn phế phụ phẩm này là một hướng đi mới mẻ và nhiều tiềm năng.

2.3. Đánh giá tiềm năng sản xuất khí sinh học từ phế phụ phẩm ngành chế biến rau quả tại Việt Nam

a) Khối lượng phế phụ phẩm

Theo số liệu báo cáo hiệp hội chế biến ra quả Việt Nam năm 2022, tỷ lệ phế phụ phẩm của ngành chế biến rau quả qua các năm như sau:

Bảng 2: Khối lượng phế phụ phẩm từ ngành chế biến ra quả Việt Nam [2]

Đơn vị (*Tấn*)

Năm / Tỉ lệ	Hiện trạng					Dự báo	
	2005 đến 2010	2011 đến 2014	2015 đến 2018	2019 đến 2022	2023	2025 đến 2030	2031 đến 2035
Tỷ lệ phế, phụ phẩm (%)	0.20	0.25	0.20	0.25	0.20	0.20	0.15
Địa phương	**Khối lượng phế phụ phẩm** *(tấn)*						
Đồng bằng sông Hồng	6500	7500	7200	8500	8700	9200	10120
Duyên hải Bắc Trung Bộ	3500	4600	4700	6500	7500	8500	10500
Duyên hải Nam Trung Bộ	4000	5200	5300	7000	8000	8200	11200
Tây Nguyên	5600	8600	8400	9600	9900	10100	12100
Đông Nam Bộ	7800	9000	9100	9800	10800	11200	13200
Đồng bằng sông Cửu Long	10000	14000	13000	15000	16000	18000	19000

Theo bảng thống kê khối lượng phế phụ phẩm từ ngành chế biến ra quả có thể thấy khối lượng tăng dần vì sự phát triển của ngành chế biến ra quả tại Việt Nam mặc dù tỷ lệ phế phụ phẩm giảm do công nghệ và cách bảo quản tốt hơn.

b) Phương pháp đánh giá tiềm năng sản xuất khí sinh học

Phương pháp thông dụng nhất được sử dụng nhiều trên thế giới để tính toán tiềm năng sản xuất khí sinh học lý thuyết từ các loại bã thải là sử dụng công thức do các nhà khoa học Buswell và Mueller(1952), O'Rourke(1968), Boyle(1976) [3] xây dựng và phát triển. Công thức này được dùng để ước lượng được lượng khí sinh học sinh ra từ các chất hữu cơ có cấu trúc hóa học chung là $C_cH_hO_oN_nS_s$. Công thức như sau:

$$C_cH_hO_oN_nS_s + H_2O \rightarrow CO_2 + CH_4 + nNH_3 + sH_2S \quad (1)$$

Công thức (1) có thể được sử dụng để ước tính thành phần khí sinh học nhưng không phải là thể tích khí được sản xuất ra. Vì vậy, để có thể tính toán được lượng khí sinh học lý thuyết sinh ra thì cần phải sử dụng thành phần Cacbon trong các loại bã thải kết hợp cùng với công thức (1).

Trong bã thải thì phần lớn năng lượng được sản xuất ra từ thành phần chất rắn bay hơi bị phân hủy hoàn toàn, do vậy khi tính toán cần xác định được tỷ lệ phần trăm thành phần chất rắn bay hơi bị phân hủy hoàn toàn trong bã thải.

Quy trình để tính toán tiềm năng khí sinh học lý thuyết từ các loại bã thải nói chung và từ bã thải rau quả nói riêng thực hiện theo các bước như sau:

Bảng 3: Các bước tính toán tiềm năng khí sinh học lý thuyết

Bước	Nội dung
1	Xác định khối lượng bã thải
2	Xác định tỷ lệ chất rắn khô
3	Xác định tỷ lệ chất hữu cơ
4	Xác định tỷ lệ Cacbon trong chất hữu cơ
5	Xác định tỷ lệ chất rắn bay hơi bị phân hủy hoàn toàn
6	Dựa vào công thức (1) xác định tỷ lệ CH_4 và CO_2 trong bã thải
7	Xác định khối lượng Cacbon trong CH_4 và CO_2
8	Xác định khối lượng CH_4 và CO_2
9	Xác định số mol CH_4 và CO_2
10	Xác định thể tích CH_4 và CO_2
11	Xác định thể tích khí sinh học
12	Xác định năng lượng thu được từ thể tích CH_4 ở bước 10

c) Khối lượng khí sinh học

Căn cứ vào khối lượng phế phụ phẩm từ ngành chế biến rau quả từ *Bảng 2* và phương pháp tính toán tại Phần b – Mục 2.3, ta có thể đưa ra đánh giá về tiềm năng sản xuất khí sinh học như sau:

Bảng 4: Tiềm năng sản xuất khí sinh học - *Đơn vị (m^3)*

Năm / Tỉ lệ	Hiện trạng					Dự báo	
	2005 đến 2010	2011 đến 2014	2015 đến 2018	2019 đến 2022	2023	2025 đến 2030	2031 đến 2035
Tỷ lệ phế, phụ phẩm (%)	0.20	0.25	0.20	0.25	0.20	0.20	0.15
Địa phương	**Khối lượng phế phụ phẩm** *(Triệu m^3)*						
Đồng bằng sông Hồng	3,25	3,75	3,6	4,25	4,35	4,6	5,06
Duyên hải Bắc Trung Bộ	1,75	2,3	2,35	3,25	3,75	4,25	5,25
Duyên hải Nam Trung Bộ	2	2,6	2,65	3,5	4	4,1	5,6
Tây Nguyên	2,8	4,3	4,2	4,8	4,95	5,05	6,05
Đông Nam Bộ	3,9	4,5	4,55	4,9	5,4	5,6	6,6
Đồng bằng sông Cửu Long	5	7	6,5	7,5	8	9	9,5

3. KẾT LUẬN

Với kết quả trên ta thấy tiềm năng sản xuất khí sinh học từ phế phụ phẩm của ngành chế biến rau quả ở Việt Nam là khá lớn, từ năm 2005 đến năm 2010 vào khoảng 18,7(triệu m^3), trung bình khoảng 3,7(triệu m^3/năm). Xu hướng gia tăng sản lượng khí sinh học qua các năm, từ năm 2031 đến năm 2035 vào khoảng 38,06(triệu m^3), trung bình khoảng 7,6(triệu m^3/năm). Nhìn chung tiềm năng sản xuất khí sinh học từ nguồn từ phế phụ phẩm của ngành chế biến rau quả ở Việt Nam là khá lớn và ngày càng tăng theo thời gian, đặc biệt với công nghệ sản xuất và khai thác khí sinh học ngày càng tiên tiến, hiệu suất cao, giá thành thiết bị giảm cũng là những nhân tố khẳng định tiềm năng kinh tế - kỹ thuật còn cao hơn nữa. Tuy nhiên kết quả tính toán trên ở quy mô rộng, trung bình hóa trên phạm vi cả nước trong khi trên thực tế nguồn phế phụ phẩm của ngành chế biến rau quả ở Việt Nam vừa mang tính chất tập trung vừa phân tán (theo vùng, miền; theo loại…), đa dạng về lượng và chất do vậy cần xem xét chi tiết khả năng thu gom, phân vùng nguyên liệu để xác định các quy mô khai thác hợp lý nguồn nguyên liệu này. Xa hơn nữa có thể xây dựng quy hoạch

LIỆU THAM KHẢO

1. Tổng cục thống kê: www.gso.gov.vn/

2. Hiệp hội rau quả Việt Nam: http://www.vegetexcovn.com.vn

3. M. Sobotka, J. Votruba, I. Havlík và I. G. Minkevich; *The mass-Energy balance of anaerobic methane production*; Folia Microbiologica, Volume 28, Number 3, 195-204, DOI: 10.1007/BF02884083; 1983.

4. V.V.N.Kishore, D.C.Pant; *Anaerobic Digesters in India; The Energy and Resources Institute India* 2014, 16, 12, 223-228.

5. Lane A., *Anaerobic digestion of orange peel, Food Technology in Australia*, 1984, 36, 3, 125-127

6. Clarke W., Radnigge P., Lai E., Jensen P., Hardin M., *Digestion of waste bannanas to generate energy in Australia*, *Proceedings Sardinia 2005, Tenth International Waste Management and Landfill Symposium*, Italia, 3-7 Oct. 2005.

7. Sumithra S., Nand K., *Microbiological pretreatment of mango peel for biogas production, J. Microbial Biotechnology*, 1989, 4, 2, 110-115.

8. Sarada R., Joseph R., *Studies on factors infliencing methane production from tomato-processing waste, Bioresource Technology*, 1994, 47, 55-57

9. Knol W., van der Most M., de Waart J., *Biogas production by anaerobic digestion of fruit and vegetable waste.A preliminary study*, J. Sci. Fd Agric., 1978, 29, 822-830.

10. Bernd L., *Kinetic study of thermophilic anaerobic digestion of solid wastes from potato processing , Biomass and Bioenergy*, 2006, 30, 10, 892-896.

11. Swaroopa Rani D., Nand K., *Ensilage of pineapple processing waste for methane generation, Waste Management*, 2004, 24, 5, 523-528.

12. Viswanath, P.; Devi, S.S.; Nand, K., *Anaerobic Digestion of Fruit and Vegetable Processing Wastes for Biogas Production. Bioresource Technology*, 1992, 40, 1, 43-48.

13. Mtz-Viturtia A., Mata-Alvarez J., Cecchi F., Fazzini G., *Two-phase anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes, Biological Wastes*, 29, 1989, 189-199.

14. V. Nallathambi Gunaseelan., *Regression models of ultimate methane yields of fruits and vegetable solid wastes, sorghum and napiergrass on chemical composition*, Department of Zoology, PSG College of Arts and Science, Coimbatore 641 014, India, 2006.

15. McCarty, P.L., 1964. *Anaerobic waste treatment fundamentals - chemistry and microbiology*. Public Works 95, 107.

16. Hashimoto, A.G., Chen, Y.R., 1979. *Anaerobic fermentation of beef cattle and crop residues. In: Proceedings of the Third Annual Fuels from Biomass Symposium*, June 4-6, Golden, CO.

■Ngày nhận bài: 08/7/2023 ■Ngày sửa bài: 23/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 11/9/2024

Giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí áp dụng thực nghiệm tại khu vực mỏ than Vàng Danh, tỉnh Quảng Ninh

Solutions to reduce air pollution experimentally applied in Vang Danh coal mine area, Quang Ninh province

> TS NGUYỄN HỒNG ĐĂNG[1*], BÙI THỊ LANH[2]
[1]GV Khoa Môi trường, Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường Hà Nội; Email:hongdang.mt@hunre.edu.vn
[2]Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin

TÓM TẮT

Bài báo đã đánh giá được hiện trạng môi trường không khí, các ảnh hưởng từ hoạt động của mỏ than Vàng Danh đến môi trường không khí từ đó đề xuất các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh tại phường Vàng Danh, thành phố Uông Bí, tỉnh Quảng Ninh của Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin. Nội dung nghiên cứu bao gồm 04 nội dung chính: Khảo sát, lấy mẫu đánh giá hiện trạng môi trường tại khu vực mỏ than Vàng Danh - Vinaconmin; Hiện trạng chất lượng môi trường không khí và đánh giá tác động môi trường do ô nhiễm không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh; Đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh - Vinaconmin; Thực nghiệm thực tế (01 giải pháp) và đánh giá hiệu quả tại khu vực mỏ than Vàng Danh. Kết quả cho thấy chất lượng môi trường không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh cho thấy thông số bụi tại một số vị trí hiện đang vượt QCCP do ảnh hưởng từ quá trình vận tải, hoạt động sản xuất của mỏ. Nghiên cứu đã tiến hành nêu ra các giải pháp giảm thiểu mô nhiễm không khí khu vực mỏ than Vàng Danh và đề xuất thực nghiệm với phương án rửa đường.

Từ khoá: Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin; ô nhiễm môi trường không khí; giải pháp giảm thiểu; phun nước tưới đường.

ABSTRACT

The article has assessed the current state of the air environment, the impacts of the Vang Danh coal mine on the air environment, thereby proposing measures to reduce air pollution in the Vang Danh coal mine area in Vang Danh ward, Uong Bi city, Quang Ninh province of Vang Danh Coal Joint Stock Company - Vinacomin. The research content includes 04 main contents: Survey, sampling to assess the current state of the environment in the Vang Danh - Vinaconmin coal mine area; Current state of air quality and assessment of environmental impacts due to air pollution in the Vang Danh coal mine area; Proposing solutions to reduce air pollution in the Vang Danh - Vinaconmin coal mine area; Practical experiment (01 solution) and evaluating the effectiveness in the Vang Danh - Vinaconmin coal mine area. The results show that the air quality in the Vang Danh coal mine area shows that dust parameters at some locations are currently exceeding QCCP due to the impact of the transportation process and production activities of the mine. The study proposed solutions to reduce air pollution in the Vang Danh coal mine area and proposed an experimental road cleaning solution.

Keywords: Vang Danh Coal Joint Stock Company – Vinacomin; air pollution; mitigation solutions; spraying water.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những quốc gia có trữ lượng than lớn nhất Đông Nam Á, với trữ lượng khoảng 6,6 tỷ tấn, trong đó trữ lượng có thể khai thác là 3,6 tỷ tấn. Trữ lượng than tập trung chủ yếu ở tỉnh Quảng Ninh (chiếm khoảng 90%) [1].

Khu vực mỏ than Vàng Danh thuộc phần Đông Nam của dãy núi Bảo Đài - Yên Tử, địa hình cao ở phía bắc khu mỏ và thấp dần về phía nam. Đỉnh cao nhất là đỉnh Bảo Đài cao trên 900m [3,4].



Hình 1. Một số hình ảnh mỏ than Vàng Danh

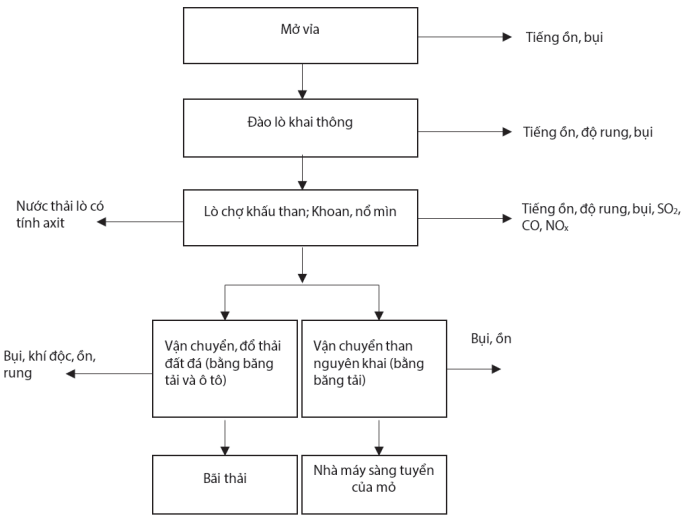
Quá trình khai thác than phát sinh ra đất đá thải loại là nguyên nhân gián tiếp dẫn đến tác động cộng hưởng về phát thải bụi từ các mỏ, gây suy giảm chất lượng môi trường không khí do ô nhiễm bụi ở các khu dân cư ở trong vùng khai thác.

Trong những năm qua, đã có nhiều biện pháp cũng như xây dựng các công trình xử lý môi trường nhằm giảm thiểu các tác động của quá trình, hoạt động khai thác mỏ ảnh hưởng đến môi trường như: xây dựng hệ thống xử lý nước thải mỏ, xây dựng hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt của công nhân mỏ, xây dựng hệ thống xử lý nước nhiễm dầu, xây dựng hệ thống xử lý khí thải lò hơi… Ngoài ra, còn có một số biện pháp giảm thiểu bụi trong quá trình, hoạt động sản xuất như trang bị xe tưới đường trên tuyến đường vận chuyển trong mỏ, trồng cây xanh ngăn cách bụi và giảm thiểu tiếng ồn…., tuy nhiên chưa đạt được hiệu quả cao. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá được hiện trạng ô nhiễm môi trường không khí và đề xuất các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát thực địa tại mỏ than Vàng Danh, tỉnh Quảng Ninh như sau: Quan sát, điều tra, chụp ảnh hiện trạng về tình hình hoạt động, khai thác của mỏ, các hoạt động gây ô nhiễm môi trường không khí tại khu vực và các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí đang được triển khai; Khảo sát, đo đạc tại một số điểm trên hiện trường của khu vực mỏ than Vàng Danh và sử dụng phương pháp thống kê để phân tích, đánh giá chất lượng không khí vùng đó.

Mỏ than Vàng Danh khai thác với 02 hình thức là khai thác hầm lò và khai thác lộ thiên, tuy nhiên hiện tại chỉ hoạt động 01 hình thức là khai thác hầm lò.



Hình 2. Sơ đồ quy trình khai thác than hầm lò

Đặc trưng các nguồn phát thải gây ô nhiễm môi trường không khí từ hoạt động khai thác than của mỏ như sau:

STT	Nguồn gây ô nhiễm môi trường không khí tại mỏ than Vàng Danh	Các thành phần gây ô nhiễm môi trường không khí
1	Hoạt động khoan nổ mìn, đào lò	Bụi, khí CO, NOX, tiếng ồn,...
2	Xúc bốc, vận chuyển than	Bụi, khí thải phát sinh từ các phương tiện vận chuyển, xúc bốc: CO, NOX, SO_2,... tiếng ồn.
3	Xúc bốc, vận chuyển đất đá thải, đổ thải	Bụi, khí thải phát sinh từ các phương tiện vận chuyển, xúc bốc: CO, NOX, SO_2,... tiếng ồn.
4	Hoạt động tập kết than tại kho than, sàng tuyển than	Bụi

Quy trình nghiên cứu

+ Khảo sát, lấy mẫu đánh giá hiện trạng môi trường tại khu vực mỏ than Vàng Danh.

+ Hiện trạng chất lượng môi trường không khí và đánh giá tác động môi trường do ô nhiễm không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh.

+ Đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh.

+ Thực nghiệm thực tế (01 giải pháp) và đánh giá hiệu quả tại khu vực mỏ than Vàng Danh.

Các vị trí quan trắc lấy mẫu mang tính đại diện, phát thải nhiều từ các hoạt động sản xuất của mỏ than Vàng Danh, cụ thể: Khu vực tuyến đường vận chuyển, khu vực cửa giếng (khai thác hầm lò); tuyến đường vận chuyển đổ thải, bãi thải, khu vực sàng tuyển, khu vực đường goòng vận chuyển than (từ khai thác hầm lò) và khu vực dân cư gần khu vực mỏ than Vàng Danh. Các vị trí được lấy mẫu đo đạc, phân tích môi trường không khí để đánh giá chất lượng môi trường không khí tại mỏ than Vàng Danh, bao gồm 10 vị trí. Thông số giám sát bao gồm: bụi tổng, SO_2, NO_2, CO.



Hình 3. Sơ đồ vị trí lấy mẫu không khí mỏ than Vàng Danh

Phương pháp lấy mẫu: Bụi theo TCVN 5067:1995; SO_2 theo TCVN 5971:1995 ; NO_2 theo TCVN 6137:2009; CO theo 3T.Co.S.A.01.

Từ các kết quả thu được tiến hành tổng hợp (lập bảng), số liệu được thống kê và xử lý trên Excel, so sánh với quy chuẩn kĩ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí xung quanh (QCVN 05:2023/BTNMT) và đánh giá để xác định độ tin cậy của thông tin và kết quả nghiên cứu đưa ra kết luận cuối cùng [2].

Thực nghiệm thực tế (01 giải pháp phun nước tưới đường tự động trên tuyến đường vận chuyển) và đánh giá hiệu quả giảm thiểu ô nhiễm từ giải pháp đối với khu vực mỏ than Vàng Danh - Vinaconmin.

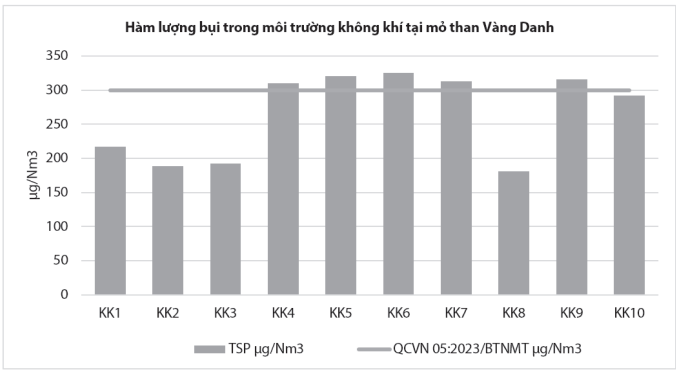
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng chất lượng không khí mỏ than Vàng Danh

Hoạt động khai thác than đem lại hiệu quả về mặt kinh tế rất lớn nhưng bên cạnh đó khai thác than cũng đã và đang gây ra những tác động không nhỏ đến chất lượng môi trường tại khu vực khai thác và khu vực xung quanh đặc biệt là ô nhiễm môi trường không khí.

Bảng 1. Kết quả quan trắc hiện trạng môi trường không khí mỏ than Vàng Danh

TT	Thông số	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả										
				KK1	KK2	KK3	KK4	KK5	KK6	KK7	KK8	KK9	KK10	QCVN 05:2023/BTNMT
1	TSP	TCVN 5067:1995	µg/Nm^3	216,6	188,2	192,4	310,4	320,7	325,5	312,4	180,7	KK9	KK10	300
2	NO2	TCVN 6137:2009	µg/Nm^3	37,7	37,2	36,8	37,3	36,5	37,0	36,8	34,5	315,5	292,4	200
3	CO	3T.Co.L.A.0	µg/Nm^3	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	36,5	35,7	350
4	SO2	TCVN 5971:1995	µg/Nm^3	<75	<75	<75	<75	<75	<75	<75	<75	KPH	KPH	30.000



Hình 4. Biểu đồ kết quả quan trắc bụi tại khu vực mỏ than Vàng Danh

Dựa vào biểu đồ kết quả đo đạc tiếng ồn tại mỏ than Vàng Danh cho thấy hàm lượng bụi tại một số vị trí vượt QCVN 05:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí, bao gồm:

+ KK4: Bụi tại tuyến đường vận chuyển ra bãi thải;

+ KK5: Bụi tại tuyến đường vận chuyển than Vàng Danh gần cầu AB;

+ KK6: Bụi tại khu vực bãi đổ thải;

+ KK7: Bụi tại khu vực ngã 3 gần khu vực trạm rửa xe (khu cầu suối Cánh Gà);

+ KK9: Bụi tại khu vực sàng tuyển than khu vực Cánh Gà.

Nồng độ ô nhiễm vượt quy chuẩn trung bình từ 1,03-1,06 lần. Đây là các vị trí có lượng bụi phát sinh cao, tuy Công ty cũng đã có nhiều giải pháp giảm thiểu (phun sương, sử dụng xe tưới đường, che chắn phương tiện…) tuy nhiên vẫn không xử lý triệt để được lượng bụi phát sinh. Có thể thấy, trong công nghiệp khai thác than nói chung và khai thác than tại mỏ than Vàng Danh nói riêng, việc vận chuyển than, đổ thải đất đá, sàng tuyển than luôn là vấn đề gây ô nhiễm môi trường không khí một cách nghiêm trọng và mang tính rộng rãi, và là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường không khí của các mỏ than.

Qua kết quả khảo sát, phân tích, kết hợp với báo cáo quan trắc định kỳ của Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin [5,6], hầu hết các vị trí quan trắc đều có hàm lượng bụi nằm dưới ngưỡng quy chuẩn cho phép, chỉ một số vị trí quan trắc tại nguồn điểm có phát sinh hàm lượng bụi cao (khu vực sàng tuyển, khu vực tuyến đường vận chuyển, khu vực bãi đổ thải). Tuy nhiên, mức độ ô nhiễm mức độ ô nhiễm không nhiều (vượt QCVN 05:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí, trung bình từ 1,03 - 1,07 lần). Các khí như: CO, SO_2, NO_2 có thấy tồn tại trong không khí, tuy nhiên nồng độ của chúng khi đo đạc không cao (đều nằm dưới ngưỡng QCVN 05:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí) nên không gây ảnh hưởng lớn tới sức khỏe con người và môi trường không khí xung quanh.

3.2. Các biện pháp giảm thiểu ảnh hưởng đến chất lượng không khí mỏ than Vàng Danh đang áp dụng

Hiện nay trên tuyến đường vận chuyển Công ty, đặc biệt là tuyến đường vận chuyển than qua khu dọc tuyến mặc dù đã bố chí xe phun nước tưới đường, giải pháp này chỉ đáp ứng được trong những ngày trời không quá nắng, nóng hoặc trời râm. Trong những ngày nắng nóng cao và những ngày hanh khô thời gian bốc hơi nước nhanh, xe tưới đường không kịp dẫn đến khi xe ô tô vận chuyển sẽ cuối bụi trên mặt đường làm tác động đến các khu vực dọc hai bên đường. Vì vậy, cần thiết phải lập phương án xây dựng tuyến tưới đường tự động nhằm khắc phục những hạn chế nêu trên [7].

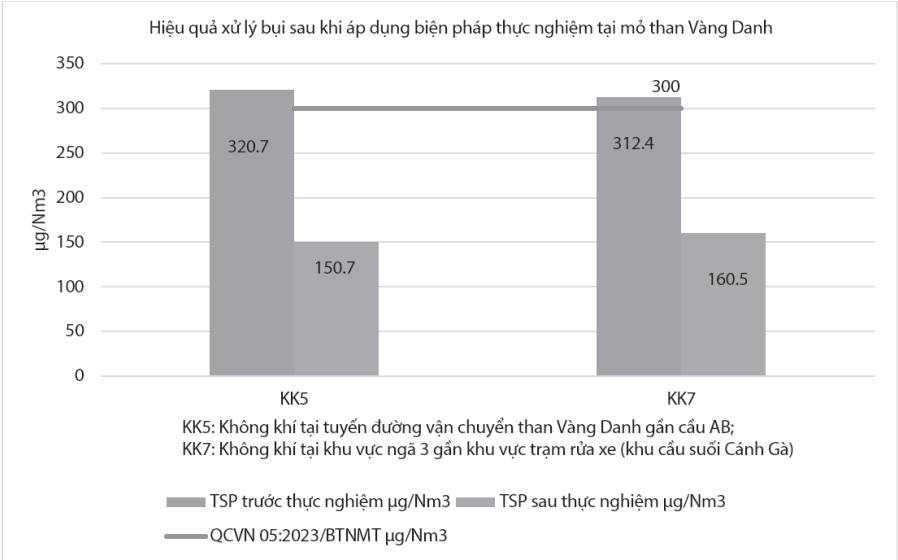
Lựa chọn phương án phun tưới đường cao áp với 2 chế độ hoạt động điều khiển tự động và điều khiển bằng tay để thuận tiện trong công tác sửa chữa và đảm bảo hoạt động khi có sự cố. Vòi phun sử dụng vật liệu bằng thép không rỉ, bền bỉ; Mô hình phun quạt phẳng, góc phun rộng. Bể chứa nước sử dụng 02 téc Inox thể tích 15m^3 dễ sử dụng, có thể di chuyển và tái sử dụng khi di chuyển tuyến, ngoài ra téc inox cũng dễ dàng vệ sinh… Dự kiến thời gian bơm tưới đường 3 lần/giờ mỗi lần bơm khoảng 5 ÷ 10 phút. Thời gian này có thể được cài đặt tùy chỉnh thời gian bơm tưới đường theo mùa mưa và mùa khô để tưới đường có hiệu quả. Phương án lắp đặt tuyến vòi phun tưới đường: Vòi phun nước tưới đường được lắp đặt hai bên tuyến đường cần tưới, tại mỗi vị trí phun lắp đặt 01 vòi phun, phun vào trong tim đường. Khoảng cách giữa các vị trí phun là 3m, lắp so le nhau giữa hai bên đường.

Kết quả đạt được: Giải pháp tưới đường tự động đã giải quyết tình trạng bề mặt đường nhanh khô, bụi bẩn cuốn lên từ mặt đường và bánh xe gây ô nhiễm bụi, từ đó đảm bảo chất lượng môi trường không khí của mỏ luôn xanh sạch đẹp, đảm bảo sức khỏe người lao động và giữ gìn môi trường không khí xung quanh.

Bảng 2. Kết quả quan trắc môi trường không khí sau khi áp dụng phương pháp thử nghiệm

TT	Thông số	Phương pháp thử	Đơn vị	Kết quả		Quy chuẩn so sánh
				KK5	KK7	
1	Nhiệt độ	QCVN46:2012/BTNMT	°C	25,3	24,4	-
2	Độ ẩm	QCVN46:2012/BTNMT	%RH	72,2	73,4	-
3	Tốc độ gió	QCVN46:2012/BTNMT	m/s	1,51	1,53	-
4	Tiếng ồn	TCVN 7878-2:2010	dBA	60,2	64,5	70(2)
5	TSP	TCVN 5067:1995	µg/Nm^3	150,7	160,5	300(1)
6	NO_2	TCVN 6137:2009	µg/Nm^3	36,7	37,3	200(1)
7	CO	3T.Co.L.A.0	µg/Nm^3	KPH	KPH	350(1)
8	SO_2	TCVN 5971:1995	µg/Nm^3	<75	<75	30.000(1)

Ghi chú: (1): QCVN 05:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí; (2) QCVN 26:2010/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn.



Hình 5. Biểu đồ nồng độ bụi trước và sau thực nghiệm giải pháp rửa đường tại tuyến đường vận chuyển mỏ than Vàng Danh

Tư kết quả trên, kết hợp với kết quả quan trắc môi trường không khí trên tuyến đường vận chuyển vị trí KK5, KK7 tại thời điểm chưa áp dụng biện pháp thực nghiệm để so sánh hiệu quả của biện pháp, ta được biểu đồ sau:

Từ kết quả trên cho thấy, chất lượng không khí sau khi áp dụng biện pháp thực nghiệm trên tuyến đường vận chuyển, hàm lượng bụi đã thấp hơn giới hạn của QCVN 05:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí. Hiệu quả xử lý bụi cao, hàm lượng bụi đã giảm khoảng 50-60% hàm lượng bụi ban đầu.

Sau khi áp dụng biện pháp thực nghiệm, đã xử lý được triệt để mối lo ngại của công ty liên quan đến tần suất xe rửa đường, do những ngày thời tiết nắng nóng hanh khô, bề mặt đường sau khi phun nước tưới từ 30 phút đến 1 giờ đã khô. Vì vậy, các phương tiện vận chuyển sẽ kéo theo bụi khô từ mặt đường gây ô nhiễm môi trường không khí. Việc tưới đường liên tục 30 phút đến 1 tiếng/lần là rất khó đáp ứng. Do đó, giải pháp rửa đường tự động 10-15 phút/lần đã giải quyết được triệt để tình trạng này. Sau khi áp dụng phương án rửa đường tự động, tuyến đường vận chuyển của mỏ đảm bảo luôn trong tình trạng ẩm, do đó đã xử lý được triệt để tình trạng ô nhiễm bụi do các phương tiện vận chuyển cuốn theo bụi từ mặt đường. Ngoài ra, còn tiết kiệm chi phí nhân công, phương tiện vận chuyển.

Bên cạnh đó, Công ty cũng có thể nghiên cứu Áp dụng các biện pháp kiểm soát bụi tại mỏ than như vận chuyển than bằng phương tiện kín để giảm thiểu lượng bụi than phát tán ra môi trường, sử dụng công nghệ chế biến than tiên tiến giúp giảm lượng bụi than thải ra môi trường, lắp đặt hệ thống lọc bụi tại các nhà máy nhiệt điện nhằm loại bỏ bụi than và các chất ô nhiễm khác khỏi khí thải, và sử dụng năng lượng tái tạo giảm thiểu việc sử dụng than đá, góp phần giảm thiểu lượng bụi than thải ra môi trường [8].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã tiến hành lấy mẫu, phân tích chất lượng môi trường không khí tại khu vực mỏ than Vàng Danh cho thấy thông số bụi tại một số vị trí hiện đang vượt QCCP do ảnh hưởng từ quá trình vận tải, hoạt động sản xuất của mỏ. Nghiên cứu đã tiến hành nêu ra các giải pháp giảm thiểu mô nhiễm không khí khu vực mỏ than Vàng Danh và đề xuất thực nghiệm với phương án rửa đường. Chất lượng không khí sau khi áp dụng biện pháp thực nghiệm trên tuyến đường vận chuyển, hàm lượng bụi đã thấp hơn giới hạn của QCVN 05:2023/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí. Hiệu quả xử lý bụi cao, hàm lượng bụi đã giảm khoảng 50-60% hàm lượng bụi ban đầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2022, *Thông tư 02/2022/TT-BTNMT* quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Bảo vệ môi trường.

2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2023, *QCVN 05:2023/BTNMT* Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng không khí.

3. Cổng thông tin Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin, https://vangdanhcoal.com.vn /gioi-thieu-chung-ve-cong-ty/

4. Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin, 2020, "Hồ sơ báo cáo Đánh giá tác động môi trường"

5. Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin, 2023, "Hồ sơ Giấy phép môi trường"

6. Công ty Cổ phần than Vàng Danh - Vinacomin, 2022, 2023, "Báo cáo giám sát môi trường định kỳ"

7. Gong, X., Zhang, H., & Luo, Z. (2017). Effectiveness of water spray systems for dust suppression in coal mines. Journal of Aerosol Science, 106, 30-42.

8. Kissell, F. N. (2003). Handbook for Dust Control in Mining. NIOSH Report.

■Ngày nhận bài: 10/7/2024 ■Ngày sửa bài: 20/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/9/2024

Mô hình khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại Thủ đô Hà Nội

Model of exploiting and using sidewalks to develop tourism and sustainable urban economy in ha noi capital

> TS THÂN ĐÌNH VINH[1], THS NGUYỄN THỊ BÍCH[2]
[1]Trưởng Bộ môn, Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: Thandinhvinh08@gmail.com
[2]GV Trường Đại học Thành Đô, Email: Bichnguyen86@gmail.com

TÓM TẮT

Hà Nội thành phố trực thuộc Trung ương và là một trong hai đô thị loại đặc biệt của nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. Yêu cầu phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại thủ đô Hà Nội đã được đặt ra trong nhiều Nghị quyết, Chiến lược, kế hoạch của Trung ương và thành phố. Khai thác, sử dụng hè phố để kinh doanh, trông giữ phương tiện nhằm phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững đã được thực hiện ở nhiều thành phố trên thế giới và Việt Nam. Việc khai thác, sử dụng hè phố mang lại nhiều lợi ích về phát triển kinh tế - xã hội đặc biệt là phát triển du lịch, kinh tế đô thị, kinh tế đêm tạo thêm nhiều sinh kế cho người dân góp phần xây dựng đô thị văn minh, hiện đại phát triển bền vững. Nghiên cứu này đánh giá thực trạng sử dụng hè phố tại 138 tuyến phố trên địa bàn 17 quận, huyện của TP Hà Nội. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả đề xuất một số mô hình khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại thủ đô Hà Nội. Hy vọng những kết quả này sẽ giúp hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách, nhà khoa học trong công tác quản lý, khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững hiện nay.

Từ khóa: Hè phố; du lịch; kinh tế đô thị; kinh tế đêm; phát triển bền vững; Hà Nội.

ABSTRACT

Hanoi is the capital, municipal city and one of two special urban areas of the Socialist Republic of Vietnam. Requirements for sustainable tourism and urban economic development in the capital Hanoi have been set out in many Resolutions, Strategies, and plans of the Central Government and the City. Exploiting and using sidewalks for business and vehicle maintenance to develop tourism and a sustainable urban economy has been implemented in many cities in the world and Vietnam. The exploitation and use of sidewalks brings many benefits in terms of socio-economic development, especially the development of tourism, urban economy, and night economy, creating more livelihood for people, contributing to urban construction. A civilized, modern city with sustainable development. This study evaluates the current situation of sidewalk use in 138 streets in 17 districts of Hanoi city. On that basis, we propose a number of models to exploit and use sidewalks to develop sustainable tourism and urban economy in the capital Hanoi. Hopefully these results will help support policy makers and scientists in the management, exploitation and use of sidewalks to develop sustainable tourism and urban economy today.

Keywords: Sidewalks; tourism; urban economy; Night economy; sustainable development; Hanoi.

ĐẶT VẤN DỀ

Giao thông đô thị là một hệ thống phục vụ vận chuyển hành khách và hàng hóa giữa các khu vực trong đô thị và giữa đô thị với vùng phụ cận. Bao gồm hệ thống các công trình giao thông, các loại phương tiện giao thông, các công trình phục vụ giao thông và hệ thống quản lý khai thác giao thông trong đô thị. Giao thông hay hệ thống giao thông bao gồm các công trình giao thông (công trình đường bộ, đường sắt…), các loại phương tiện (ô tô, tàu, máy bay…), các công trình phục vụ (trạm sửa chữa, trạm nghỉ…) và hệ thống quản lý khai thác [8]. Mỗi bộ phận trên hệ thống giao thông có những chức năng khác nhau, xét trên mặt cắt ngang đường đô thị thì lòng đường thường có chức năng chính là giao thông cơ giới, hè phố có chức năng chính là tổ chức đi bộ, trồng cây xanh và bố trí công trình hạ tầng kỹ thuật.

Hiện nay, có nhiều tên gọi khác nhau như hè phố, vỉa hè, hè đường, lề đường… tuy nhiên trong đô thị thường gọi là hè phố. Theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 07:2023/BXD thì, hè phố là bộ phận thuộc đường đô thị có nhiều chức năng: Bố trí phần đường

dành cho đi bộ, đi xe đạp, cây xanh, công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị, không gian công cộng, dự trữ đất [5]. Để mô tả hết chức năng của hè phố ngoài những chức năng trên thì còn phải kể đến chức năng khá phổ biến là có thể sử dụng để khai thác phát triển du lịch, kinh tế đô thị, kinh tế đêm, sử dụng trạm trông giữ phương tiện. Trong thực tế các văn bản pháp quy của Việt Nam ít đề cập đến chức năng này. Hiện nay, nhiều đô thị tổ chức các không gian đi bộ, phát triển kinh tế đô thị nhưng lại thiếu mô hình khai thác, sử dụng hè phố để áp dụng. Ngày 18/5/2023 Chính phủ ban hành Nghị quyết số 82/NQ-CP về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu đẩy nhanh phục hồi, tăng tốc phát triển du lịch hiệu quả, bền vững [7]. Để ngành Du lịch phát triển trọng tâm, trọng điểm, với phương châm **"Sản phẩm đặc sắc - Dịch vụ chuyên nghiệp - Thủ tục thuận tiện, đơn giản - Giá cả cạnh tranh - Môi trường vệ sinh sạch, đẹp - Điểm đến an toàn, văn minh, thân thiện"**, thực sự trở thành ngành kinh tế mũi nhọn, thuộc nhóm 30 quốc gia có năng lực cạnh tranh du lịch hàng đầu thế giới. Đây là định hướng quan trọng đòi hỏi các địa phương cần nghiên cứu và ban hành kế hoạch hành động, nhiệm vụ giải pháp để triển khai thực hiện, trong đó việc phát triển kinh tế đêm, kinh tế đô thị gắn với du lịch dịch vụ là một trong những giải pháp cơ bản được nhiều đô thị lựa chọn triển khai.

Năm 2022, Hà Nội nhận giải thưởng "Điểm đến du lịch thành phố hàng đầu châu Á năm 2022" và giải thưởng "Điểm đến du lịch thành phố hàng đầu Thế giới năm 2022" do tổ chức Du lịch thế giới World Travel Awards 2022 đề cử và bình chọn. Năm 2023, Hà Nội tiếp tục nhận 3 giải thưởng của Tổ chức Du lịch thế giới, đó là: Điểm đến du lịch thành phố hàng đầu châu Á năm 2023; Điểm đến du lịch thành phố hàng đầu châu Á cho kỳ nghỉ ngắn ngày năm 2023 và Cơ quan quản lý du lịch thành phố hàng đầu châu Á [3]. Theo Sở Du lịch Hà Nội, trong tháng 10/2022, [10], tổng khách du lịch đến Hà Nội ước đạt 1,51 triệu lượt khách, trong đó, khách du lịch nội địa ước đạt 1,3 triệu lượt khách, khách du lịch quốc tế ước đón khoảng 212,76 nghìn lượt khách. Tổng thu từ khách du lịch ước đạt 3,97 nghìn tỷ đồng. Có thể thấy du lịch tại TP Hà Nội đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là khu vực Phố cổ (khu vực tổ chức không gian đi bộ trên địa bàn quận Hoàn Kiếm).

Hà Nội đã ban hành Kế hoạch số 287/KH-UBND ngày 30/11/2023 của UBND TP Hà Nội về việc thực hiện Nghị quyết số 82/NQ-CP ngày 18/5/2023 của Chính phủ về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu đẩy nhanh phục hồi, tăng tốc phát triển du lịch hiệu quả, bền vững trên địa bàn TP Hà Nội giai đoạn 2023-2025 trong đó xác định: Đẩy mạnh cơ cấu lại ngành du lịch Thủ đô theo hướng chuyên nghiệp, hiện đại, chất lượng, bền vững [12]. Thành phố đã triển khai nhiều nhiệm vụ quan trọng là Đề án phát triển, nâng cao hiệu quả kinh tế ban đêm trên địa bàn quận Hoàn Kiếm và Đề án quản lý, khai thác, sử dụng lòng đường, hè phố trên địa bàn TP Hà Nội. Tuy nhiên, quá trình triển khai đặt ra mục tiêu cần phải xây dựng được mô hình khai thác, sử dụng tạm thời một phần hè phố để trông giữ phương tiện giao thông đường bộ, để kinh doanh, phát triển kinh tế đô thị, du lịch, kinh tế đêm. Đây sẽ là cơ sở để áp dụng đối với các khu vực khác nhau trên địa bàn thành phố. Trong bài báo này nhóm tác giả nghiên cứu đề xuất một số mô hình khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại thủ đô Hà Nội. Trong đó đưa ra thực trạng khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại thủ đô Hà Nội; một số nguyên tắc, tiêu chí đề xuất mô hình khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại thủ đô Hà Nội.

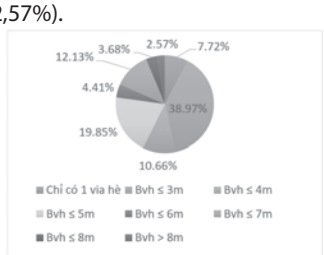
THỰC TRẠNG KHAI THÁC, SỬ DỤNG HÈ PHỐ ĐỂ PHÁT TRIỂN DU LỊCH, KINH TẾ ĐÔ THỊ BỀN VỮNG TẠI THỦ ĐÔ HÀ NỘI

Viện Khoa học công nghệ và Kinh tế xây dựng Hà Nội (đơn vị thuộc Sở Xây dựng Hà Nội) đã chủ trì, phối hợp với Nhóm chuyên gia (trong đó có nhóm tác giả), phòng Quản lý đô thị các quận, huyện, UBND các phường, thị trấn sở tại tiến hành khảo sát, điều tra xã hội học, đánh giá thực trạng quản lý, sử dụng đối với hè phố tại 138 tuyến phố do UBND 17 quận, huyện đề xuất, kết quả như sau:

Địa bàn tiến hành khảo sát: Tại 12 quận nội, thành và 05 huyện có đề án lên quận (Đông Anh, Hoài Đức, Thanh Trì, Gia Lâm, Đan Phượng) gồm 138 tuyến; Số đoạn tuyến được khảo sát: 272 đoạn tuyến (1 tuyến phố được khảo sát có thể có 1 hoặc nhiều đoạn tuyến với đặc tính kỹ thuật, đặc điểm xã hội khác nhau).

Thực trạng về hè phố

- **Theo chiều rộng hè phố:** Trong tổng số 272 đoạn tuyến khảo sát có: 21 đoạn chỉ có một bên hè phố (chiếm 7,72%); 106 đoạn có chiều rộng hè phố $0m < B_{vh} \leq 3m$ (chiếm 38,97%); 29 đoạn có chiều rộng hè phố $3m < B_{vh} \leq 4m$ (chiếm 10,66%); 54 đoạn có chiều rộng hè phố $4m < B_{vh} \leq 5m$ (chiếm 19,85%); 12 đoạn có chiều rộng hè phố $5m < B_{vh} \leq 6m$ (chiếm 4,41%); 33 đoạn có chiều rộng hè phố $6m < B_{vh} \leq 7m$ (chiếm 12,13%); 10 đoạn có chiều rộng hè phố $7m < B_{vh} \leq 8m$ (chiếm 3,68%); 7 đoạn có chiều rộng hè phố $8m < B_{vh}$ (chiếm 2,57%).



Hình 1. Bề rộng hè phố



Hình 2. Kết cấu hè phố

Nguồn: Khảo sát của tác giả và nhóm chuyên gia, [11]

- **Theo kết cấu hiện trạng của hè phố:** Trong tổng số 272 đoạn tuyến khảo sát có 523 hè phố, kết cấu hè phố được khảo sát khá đa dạng bao gồm: Kết cấu đá tự nhiên: 231 hè phố (44,17%); kết cấu gạch block: 119 hè phố (22,75%); kết cấu bê tông giả đá: 103 hè phố (19,69%); kết cấu gạch Terrazzo: 60 hè phố (11.47%) và kết cấu khác: 10 hè phố (1,91%).

- **Hiện trạng cây xanh trên tuyến phố:** Trong tổng số 523 hè phố được khảo sát, có 461 hè phố (88,15%) có cây xanh bố trí dọc theo tuyến. Cây xanh chủ yếu là cây bóng mát, một số tuyến có cây cảnh, cây bụi trồng xen kẽ. Hầu hết cây có đường kính ≤ 50cm (91.49%); mật độ cây tương đối dày, hè phố có khoảng cách giữa các cây ≤ 7m chiếm 80,61%. Cây xanh bố trí trên hè phố không đều: 76 hè phố (chiếm 17,97%) có cây xanh cách bó vỉa $L \leq 0,3m$; 60 hè phố (chiếm 14,18%) có cây xanh cách bó vỉa $0.3< L \leq 0,5m$; 179 hè phố (chiếm 42,32%) có cây xanh cách bó vỉa $0,5m< L \leq 1m$ và 97 hè phố (chiếm 22,93%) có cây xanh cách bó vỉa > 1m.

- **Hiện trạng chiếu sáng trên tuyến phố:** Toàn bộ các tuyến khảo sát đều có bố trí điện chiếu sáng nằm sát bó vỉa của hè phố với mật độ bố trí: khoảng cách giữa các cột đèn: $L đèn \leq 20m$ (chiếm 20%); $20< L đèn \leq 30m$ (chiếm 40,74%); $30< L đèn \leq 50m$ (chiếm 37,04%); $L đèn >50m$ (chiếm 2,22%).

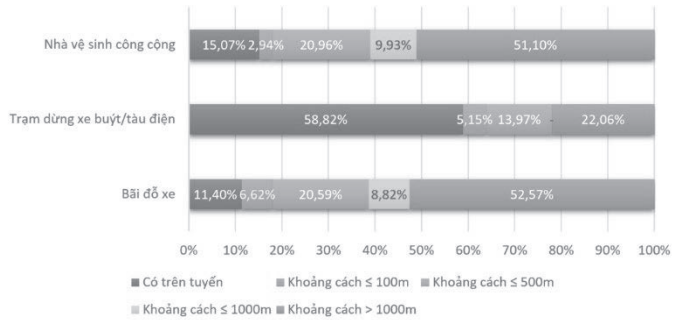
Thực trạng về khả năng tiếp cận đến các dịch vụ công cộng

Bãi đỗ xe: Có 31 đoạn/272 đoạn tuyến có bãi đỗ xe trên tuyến (chiếm 11,4%); có 18 đoạn/272 đoạn tuyến cách bãi đỗ xe ≤ 100m (chiếm 6.62%); có 56 đoạn/272 đoạn tuyến cách bãi đỗ xe ≤ 500m (chiếm 20,59%); có 24 đoạn/272 đoạn tuyến cách bãi đỗ xe ≤ 1000m (chiếm 8,82%) và 143 đoạn/272 đoạn tuyến cách bãi đỗ xe > 1000m (chiếm 52,57%).

Trạm dừng xe buýt/tàu điện trên tuyến: Có 160/272 đoạn tuyến có trạm dừng xe buýt/tàu điện trên tuyến (chiếm 58,82%); có 14 đoạn/272 đoạn tuyến cách trạm dừng xe buýt/tàu điện ≤ 100m (chiếm 5,15%); có 38 đoạn/272 đoạn tuyến cách trạm dừng xe

buýt/tàu điện ≤ 500m (chiếm 13,97%) và có 60 đoạn/272 đoạn tuyến cách trạm dừng xe buýt/tàu điện > 1000m (chiếm 22,06%).

Nhà vệ sinh công cộng: Có 41 đoạn/272 đoạn tuyến có nhà vệ sinh công cộng nằm trên trên tuyến (chiếm 15,07%); có 8 đoạn/272 đoạn tuyến cách nhà vệ sinh công cộng ≤ 100m (chiếm 2,94%); có 57 đoạn/272 đoạn tuyến cách nhà vệ sinh công cộng ≤ 500m (chiếm 20,96%); có 27 đoạn/272 đoạn tuyến cách nhà vệ sinh công cộng ≤ 1000m (chiếm 9,93%) và 139 đoạn/272 đoạn tuyến cách nhà vệ sinh công cộng > 1000m (chiếm 51,10%).



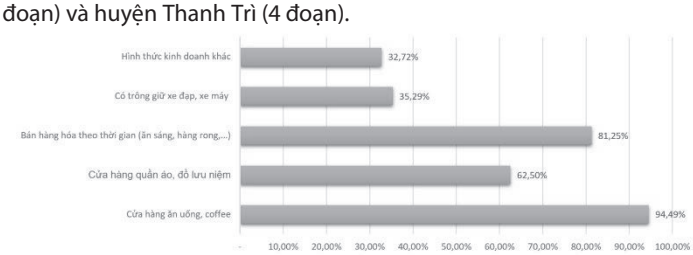
Hình 3. Khoảng cách đến các dịch vụ công cộng

Nguồn: Khảo sát của tác giả và nhóm chuyên gia, [11]

Thực trạng kinh doanh trên hè phố phát triển du lịch, kinh tế đô thị

Trên thực tế hè phố không chỉ có chức năng giao thông mà còn có chức năng cho các hoạt động kinh tế - xã hội. Hè phố là nơi tạo ra nhiều sinh kế cho người dân nhất là người dân từ làng đô thị hóa lên phố và người dân trong các con phố nhỏ không có điều kiện để kinh doanh trực tiếp tại chỗ. Trên thế giới các đô thị đều chú trọng phát triển kinh tế hè phố (có tài liệu gọi là kinh tế vỉa hè) để phát triển du lịch. Đặc biệt tại các khu vực có tài nguyên du lịch phong phú có điều kiện phát triển du lịch thì việc khai thác sử dụng hè phố cho mục đích phát triển du lịch, dịch vụ lại càng được quan tâm. Theo thống kê chỉ trong 6 tháng đầu năm 2024, Hà Nội đón 14,05 triệu lượt khách, tăng 13,7% (riêng Hoàn Kiếm bình quân mỗi tuần đón khoảng hơn 3 vạn khách); tổng thu từ khách du lịch đạt 55.385 tỷ đồng, tăng 22,8% so với cùng kỳ năm 2023,[2] . Việc khai thác sử dụng hè phố cho mục đích kinh doanh sẽ góp phần tạo ra nhiều dịch vụ, tiện ích bổ trợ cho phát triển du lịch.

Dịch vụ trông giữ xe trên hè phố: Trong tổng số 272 đoạn tuyến được tiến hành khảo sát có 102 đoạn tuyến có triển khai dịch vụ trông giữ xe trên hè phố (chiếm 37,50%). Dịch vụ trông giữ xe trên hè phố có triển khai trên địa bàn quận Ba Đình (5 đoạn); quận Hoàn Kiếm (23 đoạn); Đống Đa (13 đoạn); Hai Bà Trưng (8 đoạn); Cầu Giấy (2 đoạn); Tây Hồ (13 đoạn); Hoàng Mai (11 đoạn); Thanh Xuân (1 đoạn); Bắc Từ Liêm (9 đoạn); Nam Từ Liêm (3 đoạn); Long Biên (10 đoạn) và huyện Thanh Trì (4 đoạn).



Hình 4. Hiện trạng kinh doanh dọc tuyến phố

Nguồn: Khảo sát của tác giả và nhóm chuyên gia, [11]

Tình trạng lấn chiếm hè phố: Phần lớn các hè phố được khảo sát đều có hiện tượng lấn chiếm hè phố (chiếm 88,24%). Trên các tuyến phố khảo sát, đặc biệt các tuyến trong khu vực nội thành Hà Nội một số lượng lớn các cửa hàng (phần lớn là các cửa hàng coffee, trà đá,…) có trưng bày hàng hóa trên hè phố. Với đặc điểm khác nhau của từng tuyến đường mà phạm vi lấn chiếm hè phố cũng khác nhau, phần lớn các cửa hàng sử dụng trong 1m - 1,5m chiều rộng hè phố tính từ vị trí công trình.

Hiện trạng các dịnh vụ kinh doanh khác trên hè phố: Phần lớn trên các tuyến được khảo sát chủ yếu kinh doanh cửa hàng ăn uống, coffee (chiếm 94,49%); bán hàng hóa theo thời gian (ăn sáng, hàng rong,...) chiếm 81,25%. Một số tuyến phố kinh doanh theo đặc trưng của tuyến như kinh doanh cửa hàng quần áo, đồ lưu niệm (chiếm 62,5%); kinh doanh đồ gia dụng, sửa chữa xe,.. (chiếm 32,72%).

Phần lớn trên các tuyến phố khảo sát, các cửa hàng trên phố sử dụng hè phố để đỗ xe máy cho khách hàng. Phần lớn xe đỗ ở vị trí sát công trình.

NGUYÊN TẮC, TIÊU CHÍ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH KHAI THÁC, SỬ DỤNG HÈ PHỐ ĐỂ PHÁT TRIỂN DU LỊCH, KINH TẾ ĐÔ THỊ BỀN VỮNG TẠI HÀ NỘI

Nguyên tắc

Nguyên tắc 1: Mô hình hè phố có đủ điều kiện để kinh doanh, phục vụ phát triển du lịch, kinh tế đô thị, tạm trông giữ phương tiện giao thông phải được xây dựng dựa trên đặc điểm hiện trạng, định hướng phát triển của TP Hà Nội và phù hợp với các quy định pháp lý hiện hành đồng thời phải xét đến yếu tố phát triển loại hình du lịch dịch vụ, tính chất, chức năng của các khu vực;

Nguyên tắc 2: Xây dựng mô hình hè phố có đủ điều kiện để kinh doanh, phục vụ phát triển du lịch, kinh tế đô thị, trạm trông giữ phương tiện giao thông phải đảm bảo nguyên tắc trật tự, an toàn giao thông theo luật trật tự, an toàn giao thông đường bộ [9], an ninh, vệ sinh an toàn thực phẩm và phòng chống cháy nổ;

Nguyên tắc 3: Mô hình được xây dựng phải đảm bảo tính khả thi, khả dụng và là cơ sở để áp dụng trên địa bàn toàn thành phố trong đó ưu tiên tập trung khu vực phố cổ, phố cũ;

Nguyên tắc 4: Mô hình được xây dựng phải đảm bảo được các yêu cầu kinh doanh, phát triển du lịch dịch vụ, giao thông và bố trí công trình hạ tầng kỹ thuật khác;

Nguyên tắc 5: Mô hình được xây dựng phải thỏa mãn các tiêu chí để sử dụng hè phố trong phát triển kinh doanh và trông giữ phương tiện giao thông. Trường hợp không thỏa mãn tiêu chí thì cần đưa ra cơ sở đề xuất và sử dụng các biện pháp quản lý nhằm hướng tới mục tiêu kinh doanh phát triển du lịch hoặc giao thông trong những khoảng thời gian nhất định;

Nguyên tắc 6: Mô hình đưa ra phải đơn giản, dễ áp dụng, dễ cải tạo.

Tiêu chí

Trên cơ sở thực trạng, kinh nghiệm và nguyên tắc các tiêu chí để lựa chọn các phố có hè phố sử dụng để kinh doanh và trông giữ phương tiện cần đáp ứng 6 tiêu chí sau:

Tiêu chí 1. Hè phố cho phép kinh doanh phải có hè phố chiều rộng tối thiểu 3m (trừ trường hợp đặc biệt trong khu vực phố Cổ): Bề rộng hè phố đảm bảo từ 3m trở lên để đáp ứng cho người đi bộ 1,5m, bố trí hạ tầng kỹ thuật, một phần để kinh doanh và trông giữ phương tiện. Đối với khu phố Cổ cho phép hè phố có chiều rộng nhỏ hơn 3m được kinh doanh trong thời gian tổ chức không gian đi bộ hoặc thời gian khác được UBND quận cấp phép;

Tiêu chí 2. Đảm bảo chỗ đỗ xe cho khách tại chỗ hoặc trong phạm vi cho phép: Hè phố đủ điều kiện để kinh doanh cần đảm bảo cho nhu cầu đỗ xe của khách. Trong điều kiện Hộ kinh doanh không có chỗ đỗ xe cho khách thì có thể xem xét khi đảm bảo một trong các yêu cầu dưới đây:

- Từ địa điểm kinh doanh đến bãi đỗ xe gần nhất không lớn hơn 500m;
- Hoặc khoảng cách từ địa điểm kinh doanh đến ga, bến xe công

cộng gần nhất không lớn hơn 500m.

Tiêu chí 3. Kinh doanh đảm bảo yếu tố an toàn, văn minh: Các hộ kinh doanh (có đăng ký kinh doanh theo quy định) cần được chính quyền địa phương phổ biến, tập huấn và ký cam kết về việc kinh doanh đảm bảo an toàn, văn minh, thân thiện; Riêng các hộ kinh doanh ăn uống cần có giấy chứng nhận về vệ sinh an toàn thực phẩm;

Tiêu chí 4. Đảm bảo an ninh trật tự, an toàn phòng chống cháy nổ và vệ sinh môi trường: Hoạt động kinh doanh phải đảm bảo phòng chống cháy nổ, vệ sinh môi trường không để ảnh hưởng tới hạ tầng kỹ thuật (độ chịu lực của kết cấu hè phố, đảm bảo an toàn tủ điện), cây xanh khu vực kinh doanh;

Tiêu chí 5. UBND cấp huyện cần lấy ý kiến của người dân trước khi tiến hành cho phép hè phố kinh doanh hoặc trông giữ xe tạm thời theo quy định;

Tiêu chí 6. Hè phố tổ chức kinh doanh phải được UBND cấp huyện cấp phép về:

- Thời gian kinh doanh: Đảm bảo phù hợp với tình hình thực tế tại tuyến phố và đảm bảo an ninh trật tự và giao thông thông suốt;
- Mặt hàng kinh doanh: Do UBND cấp huyện xác định cụ thể đảm bảo phát triển đô thị, phát triển du lịch, kinh doanh thương mại văn minh, phù hợp với văn hóa địa phương;
- Đối với hộ kinh doanh di động: Phải được trang bị quầy bán hàng theo quy cách được UBND cấp huyện ban hành.

ĐỀ XUẤT MỘT SỐ MÔ HÌNH KHAI THÁC, SỬ DỤNG HÈ PHỐ ĐỂ PHÁT TRIỂN DU LỊCH, KINH TẾ ĐÔ THỊ BỀN VỮNG TẠI THỦ ĐÔ HÀ NỘI

Mô hình 1: MH1 (Bề rộng hè phố: 1,5m ≤ B_{hp} ≤3,0m, Áp dụng đối với khu vực phố Cổ)

+ B_{hp} rộng 1,5m: Không tổ chức kinh doanh, phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5m.

+ B_{hp} rộng 1,5m < B_{hp} <3,0m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 0,0m < B_{hp} <1,5m và phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5m.

+ B_{hp} rộng 3,0m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 1,5 m; phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5m;



Hình 5. Đề xuất mô hình 1

Mô hình 2: MH2 (Bề rộng hè phố: 3,00m ≤ B_{hp} ≤ 4,50m, Cây xanh sát chỉ giới đường đỏ)

+ B_{hp} rộng 3,0m ≤ B_{hp} ≤ 4,0m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 1,5 m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5-2,5m. Không đỗ xe trên hè.

+ B_{hp} rộng 4,0m < B_{hp} ≤ 4,5m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 1,5 m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5m. Phần sát mép phần đường xe chạy được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) theo hình thức đỗ ngang hoặc chéo góc rộng 1,0m < $B_{đx}$ ≤ 1,5m và phải đảm bảo đỗ được xe.

Mô hình 3: MH 3 (Bề rộng hè phố: 3,00m ≤ B_{hp} ≤ 4,50m, Cây xanh sát bó vỉa)

+ B_{hp} rộng 3,0m ≤ B_{hp} ≤ 4,0m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 1,5 m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5-2,5m. Không đỗ xe trên hè.

+ B_{hp} rộng 4,0m < B_{hp} ≤ 4,5m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 1,5 m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 1,5m. Phần sát mép phần đường xe chạy được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh, theo hình thức đỗ ngang hoặc chéo góc bề rộng 1,0m < $B_{đx}$ ≤ 1,5m và phải đảm bảo đỗ được xe.

Mô hình 4: MH4 (Bề rộng hè phố: 4,5 < B_{hp} ≤ 6m, cây xanh sát chỉ giới đường đỏ)

+ B_{hp} rộng 4,5m < B_{hp} ≤ 5,0m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 1,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 1,5m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) theo hình thức chéo góc rộng 1,5m < $B_{đx}$ < 2,0m và phải đảm bảo đỗ được xe;

+ B_{hp} rộng 5,0m < B_{hp} < 6,0m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 1,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 1,5m ≤ ($B_{đb\text{-}kt}$) < 2,5m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) có bề rộng 2,0m;

+ B_{hp} rộng 6,0m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 2,0 m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 2,0m; Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) rộng 2,0m.

Mô hình 5: MH5 (Bề rộng hè phố: 4,5m < B_{hp} ≤ 6m, cây xanh sát bó vỉa)

+ B_{hp} rộng 4,5m < B_{hp} ≤ 5,0m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 1,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 1,5m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh theo hình thức chéo góc rộng 1,5m < $B_{đx}$ < 2,0m và phải đảm bảo đỗ được xe;

+ B_{hp} rộng 5,0m < B_{hp} < 6,0m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 1,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 1,5m ≤ ($B_{đb\text{-}kt}$) < 2,5m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh có bề rộng 2,0m;

+ B_{hp} rộng 6,0m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 2,0 m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 2,0m; Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh rộng 2,0m.

Mô hình 6: MH6 (Bề rộng hè phố: 6m < B_{hp} ≤ 7,5m, cây xanh sát chỉ giới đường đỏ)

+ B_{hp} rộng 6,0m < B_{hp} ≤ 6,5m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 2,0m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 2,0m ≤ ($B_{đb\text{-}kt}$) < 2,5m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) có chiều rộng 2,0m;

+ B_{hp} rộng 6,5m < B_{hp} < 7,5m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh rộng 2,0m ≤ B_{kd} ≤ 2,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 2,0m ≤ ($B_{đb\text{-}kt}$) < 3,0m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) có bề rộng 2,0m;



Hình 6. Đề xuất mô hình 5

+ B_{hp} rộng 7,5m: Phần kinh doanh giữa các cây xanh (B_{kd}) rộng 2,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 3,0m; Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) rộng 2,0m.

Mô hình 7: MH7 (Bề rộng hè phố: 6m < B_{hp} ≤ 7,5m, cây xanh sát bó vỉa)

+ B_{hp} rộng 6,0m < B_{hp} ≤ 6,5m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 2,0m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 2,0m ≤ ($B_{đb\text{-}kt}$) < 2,5m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh có chiều rộng 2,0m;

+ B_{hp} rộng 6,5m < B_{hp} < 7,5m: Phần kinh doanh rộng 2,0m ≤ B_{kd} ≤ 2,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật 2,0m ≤ ($B_{đb\text{-}kt}$) < 3,0m. Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh có bề rộng 2,0m;

+ B_{hp} rộng 7,5m: Phần kinh doanh (B_{kd}) rộng 2,5m; Phần hè cho người đi bộ và người khuyết tật ($B_{đb\text{-}kt}$) rộng 3,0m; Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh rộng 2,0m.

Mô hình 8: MH8 (Bề rộng hè phố: B_{hp} > 7,5m, cây xanh sát chỉ giới đường đỏ)

Phần kinh doanh giữa các cây xanh rộng >2,5m; Phần hè phố tổ chức đi bộ và người khuyết tật >3,0m; Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh rộng 2,0m và phải đảm bảo lối ra vào công trình.

Mô hình 9: MH9 (Bề rộng hè phố: B_{hp} > 7,5m, cây xanh sát bó vỉa hè)

Phần kinh doanh giữa các cây xanh rộng >2,5m; Phần hè phố tổ chức đi bộ và người khuyết tật >3,0m; Phần sát mép đường xe chạy (trên hè) được đỗ xe đạp, xe máy (không đỗ ô tô) giữa các cây xanh rộng 2,0m và phải đảm bảo lối ra vào công trình.



Hình 6. Đề xuất mô hình 9

KẾT LUẬN

Phát triển kinh tế khu vực đô thị là 1 trong 6 nhiệm vụ và giải pháp chủ yếu trong Nghị quyết số 06-NQ/TW của Bộ Chính trị về quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 [1]. Với khoảng 907 đô thị (Tính đến 30/6/2024) [4], đang đóng góp khoảng 70% GDP cả nước, qua đó cho thấy tầm quan trọng của khu vực đô thị trong việc phát triển kinh tế - xã hội. Việc khai thác, sử dụng hè phố mang lại nhiều lợi ích đặc biệt là phát triển du lịch, kinh tế đô thị, kinh tế đêm tạo thêm nhiều sinh kế cho người dân góp phần xây dựng đô thị văn minh, hiện đại phát triển bền vững. Nghiên cứu đã đề xuất 09 mô hình khai thác, sử dụng hè phố để phát triển du lịch, kinh tế đô thị bền vững tại thủ đô Hà Nội. Vậy, với kết quả có thể được tham khảo trong công tác quản lý, quy hoạch, xây dựng, khai thác để phát triển du lịch, đô thị ở Hà Nội và các đô thị khác. Hy vọng sẽ đóng góp vào sự phát triển du lịch, kinh tế đô thị của thành phố, góp phần cụ thể hóa Kế hoạch số 287/KH-UBND; Nghị quyết số 82/NQ-CP; Nghị quyết số 06-NQ/TW của Bộ Chính trị về quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Chính trị, (2022), Nghị quyết số 06-NQ/TW về *Quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045*.

[2]. Bộ Thông tin và Truyền thông, (2024), *https://cand.com.vn/doanh-nghiep/ha-noi-thu-hut-trai-nghiem-nhieu-dich-vu-du-lich-tai-cho-i737010/#:~:text=Hi%E1%BB%87n%20nay%2C%20b%C3%ACnh%20qu%C3%A2n%20m%E1%BB%97i,th%E1%BB%83%20v%C3%A0%20phi%20v%E1%BA%ADt%20th%E1%BB%83,* truy cập ngày 4/8/2024.

[3]. Bộ Văn hóa thể thao và Du lịch, (2023), *Chuyên trang chuyển đổi số, https://dx.bvhttdl.gov.vn/SitePages/ListNewfeed.aspx?CID=56&ItemID=32602,* truy cập ngày 6/7/2024.

[4]. Bộ Xây dựng, (2024), *Báo cáo tình hình thực hiện nhiệm vụ 6 tháng đầu năm và kế hoạch 6 tháng cuối năm 2024 của Bộ Xây dựng*. Cổng thông tin điện tử Bộ Xây dựng. 9/7/2024.

[5]. Bộ Xây dựng, (2023), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật QCVN 07:2023/BXD*, ban hành theo Thông tư số 15/2023/TT-BXD ngày 29/12/2023.

[6]. Bộ Xây dựng, (2021), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng QCVN 01:2021/BXD, ban hành theo thông tư 01/2021/TT-BXD ngày 19/5/2021*.

[7]. Chính Phủ, (2023, Nghị quyết số 82/NQ-CP ngày 18 tháng 5 năm 2023 của Chính phủ, *về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu đẩy nhanh phục hồi, tăng tốc phát triển du lịch hiệu quả, bền vững*.

[8]. Phạm Trọng Mạnh, Nguyễn Mạnh Hùng, Thân Đình Vinh (2016), *Giáo trình Quy hoạch giao thông đô thị,* NXB Hà Nội.

[9]. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2024), *Luật trật tự, an toàn giao thông đường bộ*, số 36/2024/QH15 ngày 27/6/2024.

[10]. Sở Văn hóa thể thao và Du lịch Hà Nội, (2022), *Báo điện tử Đảng cộng sản Việt Nam, https://dangcongsan.vn/kinh-te-va-hoi-nhap/ha-noi-duoc-vinh-danh-la-diem-den-du-lich-thanh-pho-hang-dau-the-gioi-nam-2022-624583.html,* truy cập ngày 6/7/2024.

[11]. Sở Xây dựng TP Hà Nội, (2024), Tờ trình số 140/TTr-SXD ngày 19/6/2024 về việc phê duyệt đề án *"Quản lý, khai thác, sử dụng lòng đường, hè phố trên địa bàn thành phố Hà Nội",* tháng 6/2024.

[12]. Thành phố Hà Nội, (2023), Kế hoạch số 287/KH-UBND ngày 30/11/2023 của UBND TP Hà Nội, *về việc thực hiện Nghị quyết số 82/NQ-CP ngày 18/5/2023 của Chính phủ về nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu đẩy nhanh phục hồi, tăng tốc phát triển du lịch hiệu quả, bền vững trên địa bàn TP Hà Nội giai đoạn 2023-2025*.

[13]. Tiêu chuẩn TCVN 13592:2022 *Đường đô thị - Yêu cầu thiết kế.*

■Ngày nhận bài: 16/7/2024 ■Ngày sửa bài: 16/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2024

Giải pháp tái sử dụng tro từ lò đốt chất thải rắn sinh hoạt để sản xuất gạch không nung phục vụ trong Quân đội ở Việt Nam

Orientation for reusing ash from domestic solid waste incinerators to produce unburned bricks for Military use in Vietnam

> PGS.TS NGHIÊM VÂN KHANH[1], TS VŨ HOÀNG HIỆP[2], THS NGUYỄN THỊ THẢO[3]

[1]Trưởng Bộ môn Kỹ thuật môi trường, Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội; Email: khanhnv@hau.edu.vn

[2]GV Bộ môn kết cấu BTCT và gạch đá, Khoa xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội

[3]Viện Thiết kế, Tổng cục hậu cần; Email: nguyenthithao.vtk@gmail.com

TÓM TẮT

Hiện nay, tại Việt Nam chưa có các quy định cụ thể về phương thức quản lý cũng như việc nghiên cứu về thành phần và tính chất của các loại tro phát sinh từ quá trình đốt chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) tái sử dụng để sản xuất gạch không nung. Theo khảo sát của Bộ Xây dựng, ở Việt Nam, với 25 tỷ viên gạch xây tiêu thụ mỗi năm, chỉ có 10% là gạch không nung. Còn lại, 90% số gạch được sử dụng vẫn là gạch đất nung truyền thống. Hệ quả tất yếu là tình trạng ô nhiễm môi trường kéo dài [13]. Tại Thông tư số 13/2017/TT-BXD ngày 08/12/2017 của Bộ Xây dựng đã quy định sử dụng vật liệu xây dựng không nung trong các công trình xây dựng, đối với các công trình xây dựng được đầu tư bằng nguồn vốn ngân sách nhà nước, vốn nhà nước ngoài ngân sách, vốn vay của doanh nghiệp có vốn nhà nước lớn hơn 30% phải sử dụng vật liệu xây không nung trong tổng số vật liệu xây dựng tối thiểu 50%. Thực hiện quy định trên, Bộ Quốc phòng cũng đang áp dụng, triển khai các công trình xây dựng trong toàn quân sử dụng gạch không nung. Bài báo trình bày kết quả của nhóm nghiên cứu về tình hình phát sinh tro từ đốt CTRSH tại Việt Nam, trên cơ sở các phân tích đặc điểm, thành phần tính chất của tro và công nghệ sản xuất gạch không nung hiện nay để đánh giá tiềm năng phù hợp của việc tái sử dụng tro từ quá trình đốt CTRSH làm gạch không nung. Kết quả dự báo đã xác định ước tính trung bình với 01 tỷ đồng vốn đầu tư xây dựng, quân đội cần tiêu thụ khoảng 31.200 viên gạch không nung, tương đương trung bình mỗi năm tiêu thụ khoảng 1,4 triệu viên gạch.

Từ khóa: Tái sử dụng; chất thải rắn sinh hoạt; tro; lò đốt; gạch không nung; Quân đội.

ABSTRACT

Currently, in Vietnam, there are no specific regulations on management methods as well as research on the composition and properties of ashs generated from the process of burning reused household solid waste to produce unburnt bricks. According to a survey by the Ministry of Construction, in Vietnam, with 25 billion bricks consumed each year, only 10% are unburnt bricks. The remaining 90% of bricks used are still traditional burnt clay bricks. The inevitable consequence is a prolonged state of environmental pollution [13]. Circular No. 13/2017/TT-BXD dated December 8, 2017 of the Ministry of Construction stipulates the use of unburnt construction materials in construction works. For construction works invested by state budget capital, non-budget state capital, and loans from enterprises with state capital greater than 30%, at least 50% of the total construction materials must be unburnt construction materials. In order to implement the above regulations, the Ministry of National Defense is also applying and implementing construction projects throughout the army using unburnt bricks. The article presents the results of the research group on the situation of ash generation from burning domestic solid waste in Vietnam, based on the analysis of characteristics, composition and properties of ash and current unburnt brick production technology to assess the potential suitability of reusing ash from the process of burning domestic solid waste to make unburnt bricks. The forecast results have determined that on average, with 1 billion VND of construction investment capital, the army needs to consume about 31,200 unburnt bricks, equivalent to an average of about 1.4 million bricks consumed each year.

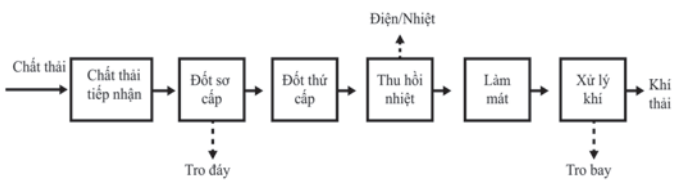
Keywords: Reuse; domestic solid waste; ash; incinerator; unburnt bricks; Aamy.

1. TÌNH HÌNH PHÁT SINH TRO TỪ QUÁ TRÌNH ĐỐT CTRSH TẠI VIỆT NAM

1.1. Khối lượng phát sinh tro từ quá trình đốt CTRSH

Theo Cục kiểm soát ô nhiễm môi trường, tính đến thời điểm cuối năm 2023, cả nước có khoảng 1.712 cơ sở xử lý CTRSH, trong đó có 467 lò đốt CTRSH. Một số khu liên hợp xử lý hoặc cơ sở xử lý đã áp dụng phương pháp đốt kết hợp thu hồi năng lượng để phát điện hoặc đốt kết hợp chôn lấp và làm phân compost. Khoảng 20% tổng lượng chất thải được xử lý bằng phương pháp đốt (thu hồi năng lượng 9,3% và 10,7% đốt không thu hồi năng lượng, tăng 7% so với năm 2019) và các phương pháp khác như tái chế, khí hóa, làm viên nén nhiên liệu [1]... Như vậy có thể ước tính, lượng CTRSH được xử lý bằng phương pháp đốt hiện nay khoảng 13.422 tấn. Tính đến thời điểm hiện tại, cả nước có khoảng 15 nhà máy đốt rác phát điện đang được triển khai xây dựng. Trong đó, đã có một số nhà máy chính thức phát điện như: Nhà máy xử lý chất thải rắn (rác sinh hoạt) Cần Thơ của Công ty TNHH Năng lượng Môi trường EB (Cần Thơ) công suất 400 tấn/ngày; Nhà máy điện rác Sóc Sơn (rác sinh hoạt) với công suất 4.000 tấn/ngày; Nhà máy xử lý chất thải rắn công nghệ cao phát năng lượng của Công ty TNHH Môi trường Ngôi Sao Xanh, tỉnh Bắc Ninh công suất 180 tấn/ngày (trong đó CTRSH 100 tấn/ngày, CTRCN 80 tấn/ngày); Nhà máy điện rác (rác sinh hoạt) ở Lương Tài, tỉnh Bắc Ninh công suất 300 tấn/ngày; Nhà máy điện rác ở Thuận Thành, tỉnh Bắc Ninh công suất 500 tấn/ngày (trong đó CTRSH 350 tấn/ngày, CTRCN 150 tấn/ngày; Nhà máy điện rác (rác sinh hoạt) ở Quế Võ, tỉnh Bắc Ninh công suất 500 tấn/ngày; Nhà máy điện rác Phú Sơn (Thừa Thiên Huế) công suất 600 tấn/ngày. Ngoài ra, một số tỉnh thành phố khác như Phú Thọ, Đà Nẵng, TP.HCM, Thái Nguyên... đang bắt đầu triển khai các nhà máy xử lý chất thải rắn phát điện. Công nghệ xử lý rác bằng phương pháp đốt có nhiều ưu điểm như giảm thể tích của rác thải tới 80 - 90%, không cần diện tích đất lớn để chôn lấp trong bối cảnh các bãi chôn lấp đang ngày càng quá tải.

Đặc điểm phát sinh tro từ quá trình xử lý đốt chất thải rắn được chia thành 2 loại tro đáy (hay còn gọi là xỉ) và tro bay như mô tả tại hình 1.



Hình 1. Quy trình đốt CTRSH để thu hồi năng lượng điển hình [3]

Quá trình đốt chất thải rắn sinh hoạt đô thị thường phát sinh lượng tro xỉ với tỷ lệ dao động khoảng 15 - 25%. Theo tính toán, các nhà máy xử lý rác có thu hồi năng lượng để phát điện sẽ sản sinh ra bình quân 25 tấn tro xỉ/MW. Như vậy, trong các năm tới khi lượng rác thải từ các nhà máy đốt rác tăng lên đồng nghĩa lượng tro xỉ sinh ra cũng sẽ tăng theo. Với lượng CTRSH được xử lý bằng phương pháp đốt khoảng 13.422 tấn thì lượng tro xỉ phát sinh ước tính dao động khoảng 2.013 - 3.355 tấn.

1.2. Đặc điểm, thành phần, tính chất của tro từ lò đốt CTRSH

Xỉ đáy lò là phần chất thải không thể đốt tiếp và được tách ra từ đáy buồng đốt sơ cấp. Tro bay là phần chất thải bị cuốn theo khí thải nóng đi vào hệ thống xử lý khí thải, cùng với than hoạt tính sau khi hấp phụ, chúng được tách bằng hệ thống lọc bụi túi. Tro bay chứa thủy ngân, kim loại nặng và dioxin nên được coi là chất thải nguy hại, được đóng rắn trước khi chôn lấp. Ngược lại, xỉ đáy lò được coi là chất thải rắn thông thường, có thể tận dụng làm vật liệu xây dựng, san lấp mặt bằng.

- Tro bay

Các tính chất của tro bay đốt CTRSH thay đổi theo sự thay đổi của thành phần chất thải, mùa vụ, điều kiện đốt, mức độ lọc khí thải,... Trong loại tro bay đốt CTRSH này thường chứa một lượng lớn thành phần nguy hại như kim loại nặng và dioxin. Các thành phần nguy hại này bị chặn lại bởi hệ thống lọc, dẫn đến chúng được làm giàu trong tro bay đốt CTRSH. Bên cạnh đó, trong tro bay đốt CTRSH cũng chứa lượng lớn các nguyên tố dễ bay hơi (clo, lưu huỳnh, kali và natri) làm ảnh hưởng lớn đến việc xử lý và sử dụng tro bay đốt CTRSH. Đặc biệt, việc đốt chất dẻo có chứa clo và chất thải nhà bếp có hàm lượng muối và clo đã làm tăng đáng kể các khó khăn trong việc xử lý và sử dụng tro bay đốt CTRSH.



Hình 2. Tro bay đốt CTRSH

Thành phần kim loại nặng trong tro bay được thể hiện tại bảng 1.

Bảng 1: Thành phần kim loại nặng trong tro bay đốt CTRSH [5]

TT	Tên chỉ tiêu	Nồng độ ngâm chiết, (mg/l)	Hàm lượng tuyệt đối (ppm)
1	Antimony	0,003	15,6
2	Asen (As)	0,010	11,2
3	Bari (Ba)	2,511	208,8
4	Bạc (Ag)	<0,001	43,3
5	Beryn (Be)	<0,001	0,14
6	Cadimi (Cd)	0,003	152,6
7	Chì (Pb)	2,856	812,2
8	Coban (Co)	0,011	4,5
9	Kẽm (Zn)	0,42	1532
10	Molybden (Mo)	0,082	2,5
11	Niken (Ni)	0,012	18,5
12	Selen (Se)	0,004	<1
13	Tali (Tl)	0,033	<1
14	Thuỷ Ngân (Hg)	0,305	1,11
15	Vanadi (V)	<0,01	10,7
16	Crom VI (Cr VI)	0,800	<6
17	pH (tính kiềm/tính axit)	-	11,6

Thành phần hoá học tro bay đốt CTRSH được thể hiện tại bảng 2.

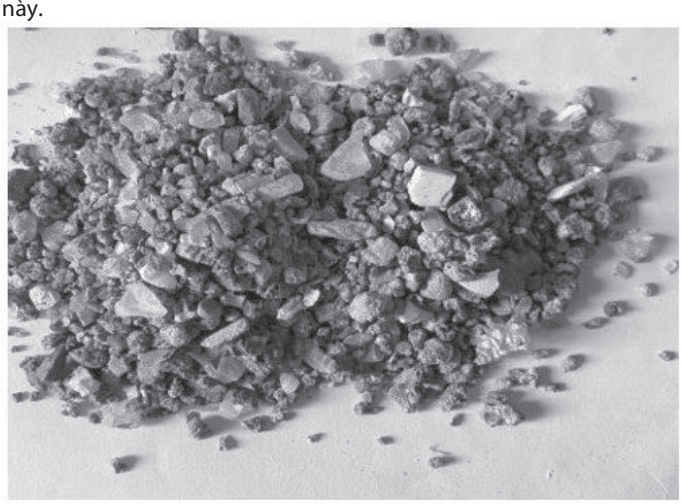
Bảng 2: Thành phần hoá học tro bay đốt CTRSH [5]

TT	Tên chỉ tiêu	Nồng độ ngâm chiết (mg/l)	Hàm lượng tuyệt đối (ppm)
1	Lượng mất khí nung (LOI)	%	43,22
2	$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$	%	7,81
3	CaO	%	27,30

TT	Tên chỉ tiêu	Nồng độ ngâm chiết (mg/l)	Hàm lượng tuyệt đối (ppm)
4	MgO	%	1,03
5	SO_3	%	4,82
6	K_2O	%	5,58
7	Na_2O	%	7,90
8	TiO_2	%	0,14
9	Cl^-	%	23,42
10	CaO_{td}	%	0,00
11	Hàm lượng kiềm hoà tan của tro bay sau 28 ngày, Na_2O_{td}	%	12,16

• Tro đáy đốt CTRSH

Tro đáy đốt CTRSH chứa chủ yếu các chất vô cơ. Sự thay đổi khối lượng, thành phần của tro đáy tùy thuộc công nghệ lò đốt, loại rác và điều kiện xử lý khi đốt. Tro đáy đốt CTRSH có các thành phần chủ yếu là thủy tinh, sắt kim loại, khoáng chất, gốm, kim loại màu và chất hữu cơ chưa cháy. Phần tro đáy đốt CTRSH có kích thước 4 - 25 mm chủ yếu là pha thủy tinh (dạng gốm và khoáng tạo thành từ quá trình cháy CTRSH, phần này có thể phù hợp để tái sử dụng làm vật liệu xây dựng. Sắt kim loại tập trung trong phần có kích thước hạt khoảng 1 - 6 mm (chiếm khoảng 6%) . Một phần nhỏ của tro đáy đốt CTRSH có kích thước dưới 1 mm tập trung các kim loại nặng. Tro đáy đốt CTRSH có thành phần hóa tương tự như thành phần đất, hàm lượng kim loại kiềm, kiềm thổ, kim loại nặng có hàm lượng nhỏ và giao động trong khoảng hẹp. Tất cả kim loại nặng chứa trong tro đáy đốt CTRSH không tác động, ảnh hưởng đến môi trường vùng chôn lấp hoặc vật liệu có sử dụng loại tro này.



Hình 3. Tro đáy đốt CTRSH [5]

Các tính chất cơ lý của tro đáy đốt CTR được thể hiện tại bảng 3.

Bảng 3: Các tính chất cơ lý của tro đáy đốt CTRSH [5]

STT	Các tính chất	Đơn vị	Giá trị
1	Cỡ hạt nhỏ hơn 5mm	%	69,4
2	Cỡ hạt 5 - 10 mm	%	18,7
3	Cỡ hạt 10 - 20 mm	%	7,5
4	Cỡ hạt lớn hơn 20 mm	%	4,4
5	Khối lượng thể tích xốp	kg/m^3	912
6	Khối lượng riêng	g/cm^3	2,52
7	Độ hút nước	%	12,5
8	Độ mài mòn Los Angeles*	%	55,4

Ghi chú: (*) Độ mài mòn Los Angeles là kết quả được thực hiện cho hạt tro đáy đốt CTRSH có kích thước lớn hơn 5 mm.

Bảng 4: Thành phần kim loại nặng trong tro đáy đốt CTRSH [5]

STT	Tên chỉ tiêu	Nồng độ ngâm chiết (mg/l)	Hàm lượng tuyệt đối (ppm)
1	Antimony	0,002	22,9
2	Asen (As)	0,009	10,7
3	Bari (Ba)	2,604	209,8
4	Bạc (Ag)	<0,001	37,2
5	Beryn (Be)	<0,001	0,14
6	Cadimi (Cd)	0,002	144,4
7	Chì (Pb)	0,170	774,6
8	Coban (Co)	0,009	4,3
9	Kẽm (Zn)	0,279	1,476
10	Molybden (Mo)	0,075	2,4
11	Niken (Ni)	0,013	15,8
12	Selen (Se)	0,007	2,5
13	Tali (Tl)	0,023	<1
14	Thuỷ Ngân (Hg)	0,024	0,86
15	Vanadi (V)	<0,01	10,5
16	Crom VI (Cr VI)	0,400	<6
17	pH (tính kiềm/tính axit)	-	11,5

Bảng 5: Thành phần hoá học tro đáy đốt CTRSH [5]

STT	Tên chỉ tiêu	Nồng độ ngâm chiết (mg/l)	Hàm lượng tuyệt đối (ppm)
1	Lượng mất khí nung (LOI)	%	5,73
2	SiO_2	%	52,84
3	Fe_2O_3	%	3,44
4	Al_2O_3	%	7,77
5	CaO	%	19,32
6	MgO	%	2,02
7	SO_3	%	0,75
8	K_2O	%	1,64
9	Na_2O	%	3,51
10	TiO_2	%	0,44
11	Hàm lượng inon Cl^-	%	1,33
12	Hàm lượng silic hoà tan	mMol/l	105
13	Độ giảm kiềm	mMol/l	269

1.3. Tình hình xử lý tro sau đốt

Theo cáo cáo của một số nhà máy xử lý rác thải bằng công nghệ hiện đang vận hành cho biết quá trình đốt rác phát sinh lượng tro xỉ tương đối lớn, theo thời gian, lượng tro xỉ ngày càng nhiều trong khi quỹ đất có hạn. Nhiều nhà máy đã tự tìm giải pháp để xử lý lượng tro xỉ này như sản xuất gạch để phục vụ xây dựng nội bộ nhưng cũng chỉ dùng được một phần, trong khi loại gạch này chưa được cấp phép sử dụng trong các hoạt động xây dựng nên không thể tiêu thụ được. Điển hình như tại Công ty CP Môi trường APT-Seraphin Hải Dương cũng phát sinh khoảng 5 - 6,5 tấn tro xỉ/ngày. Khối lượng tro xỉ này được Công ty xử lý bằng phương pháp hóa rắn, sản xuất gạch không nung với số lượng khoảng 1.500 viên/ngày và sử dụng vào xây dựng các công trình nội bộ (tường nhà xưởng, vỉa hè, hệ thống mương thoát nước...) nhưng hiện vẫn còn tồn hơn 31.000 viên [4].

2. CƠ SỞ LÝ LUẬN VỀ CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT GẠCH KHÔNG NUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Công nghệ sản xuất gạch không nung hiện nay

Trên thế giới, gạch không nung đã phát triển mạnh mẽ và là

vật liệu phổ biến trong xây dựng. Tại các nước phát triển tỉ lệ sử dụng gạch không nung rất cao (trên 70%), tại Trung Quốc chiếm 60% tỷ trọng, tại các nước khác như Ấn Độ, Đức, Mỹ, Bỉ,… cũng đã sử dụng 70-80% nhu cầu gạch xây dựng của họ. Tại Việt Nam, tỉ lệ sử dụng gạch không nung mới chiếm khoảng 30 - 40%, tỷ lệ này còn đang ở mức thấp.

Các nguyên liệu chính để làm gạch không nung bao gồm: cát, đá mạt, xi măng và nước.

Tại Việt Nam hiện có một số công nghệ sản xuất gạch không nung phổ biến như: Công nghệ sản xuất gạch không nung khí chưng áp, công nghệ sản xuất gạch không nung bê tông cốt liệu. Một số dây truyền công nghệ sản xuất gạch không nung bán sẵn là công nghệ sản xuất gạch không nung D10-G3, công nghệ sản xuất gạch không nung F9-G2 [6]

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thu thập thông tin, khảo sát điều tra hiện trạng: thu thập và tìm hiểu hiện trạng về công tác quản lý vận hành các công nghệ đốt chất thải rắn sinh hoạt hiện nay ở Việt Nam.

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: tìm hiểu về các cơ sở lý luận liên quan đến lò đốt và tro phát sinh sau đốt.

- Phương pháp kế thừa: kế thừa các nội dung liên quan của các nghiên cứu đã có.

- Phương pháp tổng hợp, phân tích, so sánh: tổng hợp và phân tích các công nghệ xử lý tro phát sinh từ công nghệ đốt, so sánh, đánh giá với yêu cầu thực tế và xu hướng lựa chọn công nghệ phù hợp với điều kiện Việt Nam.

- Phương pháp chuyên gia: lắng nghe, tiếp thu ý kiến của các chuyên gia có kinh nghiệm trong lĩnh vực đào tạo, nghiên cứu và sản xuất thuộc chuyên ngành liên quan đến kỹ thuật môi trường.

3. ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG TÁI SỬ DỤNG TRO TỪ QUÁ TRÌNH ĐỐT CTRSH HOẠT LÀM GẠCH KHÔNG NUNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHỤC VỤ CHO QUÂN ĐỘI TẠI VIỆT NAM

3.1. Đánh giá tiềm năng tái sử dụng tro từ quá trình đốt CTRSH làm gạch không nung

Các thành phần hoá học của tro đáy đốt CTRSH cho thấy tro đáy đốt CTRSH có hàm lượng SiO_2, Al_2O_3 tương đối cao. Theo một số kết quả nghiên cứu cho thấy, tro của rác sau khi đốt và bụi lắng từ cyclon, để nguội dùng rây sàng mịn cỡ 0,04mm phối trộn với một số khoáng sét để đóng rắn là cao lanh, trường thạch, kết quả phân tích thành phần cho thấy trong các mẫu cao lanh, trường thạch nghiên cứu thì hàm lượng SiO_2, Al_2O_3 khá cao rất phù hợp để nghiên cứu chế tạo chất kết dính theo công nghệ "gelpolyme" để đóng rắn tro rác. Do vậy việc định hướng xử lý theo phương pháp đóng rắn là hoàn toàn có cơ sở và khả thi [6].

Sử dụng tro xỉ như một loại phụ gia cho bê tông: Tro xỉ được phân tách để chỉ sử dụng phần tro mịn trong cấp phối của bê tông khối lớn giúp tránh nứt nẻ do nhiệt hydrat hóa, hay sử dụng cho các loại bê tông mới như bê tông đầm lăn, bê tông tự lèn. Với kích thước nhỏ, dạng tròn, về vật lý tro mịn từ lò đốt rác phát điện có khả năng lấp đầy các lỗ rỗng trong bê tông, trở thành các "con lăn" giữa các vật liệu làm tăng độ linh động của bê tông và làm giảm lượng nước cấp trong quá trình phối trộn. Ngoài ra, với các bê tông khối lớn, để tránh nứt nẻ và tăng cường độ, người ta thường thay thế từ 15 đến 30% xi măng trong cấp phối bằng tro mịn [7].

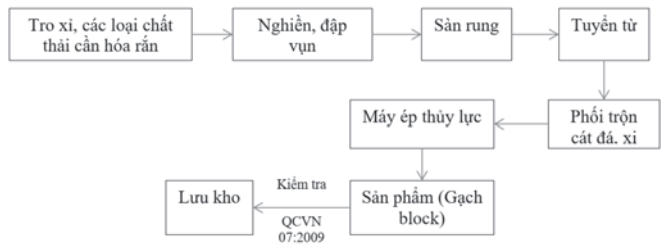
Sử dụng tro xỉ như một loại phụ gia cho công nghiệp sản xuất xi măng: Trong khi sản lượng xi măng trong nước tăng lên đều đặn hàng năm, trong khi nguồn nguyên liệu là các mỏ đá - mỏ sét ngày càng khan hiếm và khó khăn vì các quy định ngặt nghèo về môi trường thì việc bổ sung tro xỉ vào phần phối liệu là có thể thực hiện [7].

Kết quả khảo sát cường độ chịu nén của sản phẩm đóng rắn từ tro rác với cao lanh, trường thạch được thể hiện tại bảng 6.

Bảng 6: Kết quả khảo sát cường độ chịu nén của sản phẩm đóng rắn từ tro rác với cao lanh, trường thạch [6]

Mẫu	Tro rác (g)	Cao lanh (g)	Trường thạch (g)	Xút 0,2N (ml)	Vôi (g)	Đánh giá cảm quan khi đóng rắn	Cường độ chịu nén (MPa)
CV60	500	150		0	90	Mẫu bị dính bết vào khuôn	6,0
CXV10.30	500	150		25	45	Bề mặt mịn, khô	5,8
CXV20.30	500	150		50	45	Phơi tự nhiên có mốc	5,5
TV60	500		150	0	90	Có vết rạn nứt sau đóng rắn	5,1
TXV10.30	500		150	25	45	Có vết rạn nứt sau đóng rắn	5,0
TXV20.30	500		150	50	45	Có vết rạn nứt sau đóng rắn	4,8

Kết quả đo cường độ chịu nén của vật liệu đóng rắn đạt từ 4,8 đến 6,0MPa, đáp ứng được độ cứng theo tiêu chuẩn gạch bê tông M5 theo TCVN 6477:2016. Như vậy, phương pháp đóng rắn này hoàn toàn phù hợp với định hướng nghiên cứu chế tạo gạch không nung dùng trong xây dựng cơ bản [6].



Hình 4. Quy trình sản xuất gạch không nung từ tro đốt CTRSH

3.2. Nhu cầu sử dụng gạch không nung để xây dựng các công trình trong Quân đội

a. Tính chất, loại công trình xây dựng trong Quân đội

Trong môi trường quân đội, hệ thống doanh trại được thiết kế và triển khai theo tính đặc thù, nhằm đáp ứng mọi nhu cầu về làm việc, ăn ở, sinh hoạt, hoạt động văn hóa thể dục thể thao, chăm sóc sức khỏe, v.v…và sẵn sàng chiến đấu. Do tính đặc thù huấn luyện, cần cơ động nên các công trình thường xây thấp tầng (bảng 8). Đặc thù Quân đội có nhiều đơn vị, mỗi đơn vị có một nhiệm vụ riêng. Phòng không có nhiệm vụ bảo vệ canh giữ bầu trời, Bộ binh và Biên phòng đảm bảo bình yên đất liền; Cảnh sát biển và Hải quân bám đất giữ biển.

Bảng 7: Các hạng mục chính trong doanh trại

STT	Tên hạng mục công tình	Vị trí xây dựng trong doanh trại	Số tầng cao thông thường (tầng)
1	Sở chỉ huy	Khu trung tâm	2-3
2	Nhà ở cán bộ, chiến sỹ	Khu sinh hoạt	1-2
3	Phòng Hồ Chí Minh	Khu sinh hoạt	1
4	Nhà ăn	Khu sinh hoạt	1
5	Kho	Khu kho tàng	1
6	Thao trường huấn luyện	Ngoài hoặc sát doanh trại	Hầm, hào, công sự
7	Khu tăng gia sản xuất	Khu tăng gia, sản xuất	Vườn cây, ao, chuồng trại

Các khu chức năng chính theo quy định như doanh trại gồm: Khu trung tâm (bao gồm sở chỉ huy, làm việc, học tập...); khu sinh

hoạt (bao gồm ngủ, nghỉ, vui chơi giải trí, các hoạt động tập thể); khu huấn luyện thao trường, bãi tập; khu huấn luyện điều lệnh, rèn luyện thể lực và hoạt động thể thao; khu kho tàng, kỹ thuật; khu tăng gia sản xuất; khu dự trữ phát triển [15].

b. Nhu cầu xây dựng công trình trong Quân đội

Hàng năm, vấn đề xây dựng cơ bản trên cả nước nói chung và trong Quân đội nói riêng ngày một phát triển, đầu tư mạnh mẽ. Theo báo cáo tình hình, kết quả thực hiện kế hoạch đầu tư công trung hạn giai đoạn 2016-2020 và dự kiến kế hoạch đầu tư công trung hạn giai đoạn 2021-2025, tổng mức vốn ngân sách nhà nước (NSNN) thuộc kế hoạch đầu tư công 2021-2025 là 2,87 triệu tỷ đồng, tăng 120.000 tỷ đồng so với mức đã báo cáo tại Kỳ họp thứ 10, Quốc hội khóa XIV. Trong đó, bao gồm 1,5 triệu tỷ đồng vốn ngân sách trung ương (NSTW) và 1,37 triệu tỷ đồng vốn ngân sách địa phương (NSĐP). Tổng số vốn NSTW dự kiến bố trí trong dự kiến phương án phân bổ kế hoạch đầu tư trung hạn giai đoạn 2021-2025 cho 13 ngành, lĩnh vực. Trong đó, vốn tập trung cao nhất cho các hoạt động kinh tế chiếm 74,1% của tổng số vốn kế hoạch, tiếp đến là lĩnh vực quốc phòng, chiếm 7,7% và Giáo dục, đào tạo và giáo dục nghề nghiệp chiếm 3,8%...[17]. Theo đó, tổng vốn đầu tư cho lĩnh vực Quốc phòng giai đoạn 2021-2025 chiếm 7,7% tương đương 220.990 tỷ đồng. Tổng vốn đầu tư cho lĩnh vực Quốc phòng được phân bổ cho nhiều đơn vị: Hải quân, Công Binh, Pháo Binh, Biên Phòng, Không quân, Cảnh sát biển, các Quân Khu, Quân đoàn, Thông tin, Hoá Học, Bộ Chỉ huy quân sự (CHQS),…

Bảng 8: Nhu cầu đầu tư xây dựng tại một số đơn vị trong Quân đội [18]

STT	Đơn vị	Số lượng dự án xây dựng	Tổng vốn đầu tư (tỷ đồng)
1	Hải quân	20	~1100
2	Không quân	30	~1060
3	Các Quân khu	35	~1860
4	Các Binh chủng	15	~230
6	Các Tổng cục	45	~1100

Với tổng vốn đầu tư khoảng 220.990 tỷ đồng, trong toàn quân ước tính tổng số dự án đầu tư xây dựng lên tới 400 dự án được thực hiện trong giai đoạn 2021-2025, trung bình mỗi năm khoảng 80 dự án với vốn đầu tư trung bình mỗi năm khoảng 44.000 tỷ đồng. Dự báo tính toán lượng gạch không nung sử dụng tại một số công trình điển hình trong Doanh trại Quân đội được trình bày tại bảng 9.

Bảng 9: Lượng gạch không nung sử dụng tại một số công trình điển hình trong Doanh trại Quân đội [19]

STT	Hạng mục công trình	Tổng vốn đầu tư (*1000 đồng)	Gạch đặc không nung (KT:9*6*19cm) (viên)	Gạch rỗng không nung (KT: 8*8*18cm) (viên)	Tổng (viên)
1	Nhà nghỉ cán bộ cơ quan	15.548.335	332.717	169.356	492.073
2	Nhà ở trung đội cảnh vệ, lái xe, kho	3.994.058	71.430	57.374	128.804
3	Hội trường 350 chỗ	20.399.692	447.038	189.685	636.723
4	Nhà ăn 350 chỗ	5.943.183	127.489	50.148	177.637
Tổng		**45.885.268**			**1.435.237**

Như vậy ước tính trung bình với 01 tỷ đồng vốn đầu tư xây dựng, Quân đội cần tiêu thụ khoảng 31.200 viên gạch không nung, tương đương trung bình mỗi năm tiêu thụ khoảng 1,4 triệu viên. Với lượng tiêu thụ lớn như vậy, nếu có thể sử dụng tro đốt từ quá trình đốt CTRSH làm gạch không nung đạt tiêu chuẩn và được Bộ Quốc phòng phê duyệt sử dụng trong các công trình trong toàn quân sẽ góp phần giảm chi phí đầu tư xây dựng, đồng thời tháo gỡ được khó khăn trong công tác xử lý CTRSH, đặc biệt là tìm được hướng đi mới để xử lý tro xỉ sau đốt CTRSH.

4. KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu cơ chế hình thành, thành phần của tro xỉ từ lò đốt rác sinh hoạt làm cơ sở đề xuất một số phương án tận dụng, phục vụ cho việc quản lý và sử dụng nguồn chất thải này hợp lý, góp phần phát triển bền vững là một nhu cầu hết sức cần thiết. Bên cạnh đó, gạch không nung có nhiều ưu điểm vượt trội khi sử dụng làm vật liệu xây dựng như: là vật liệu cách âm tốt; có khả năng cách nhiệt tốt, tiết kiệm năng lượng đáng kể: được làm từ xi măng cốt liệu nên có độ bền cực cao; thân thiện môi trường. Kết quả nghiên cứu bước đầu đã đưa ra được định hướng tái sử dụng tro từ lò đốt CTRSH để sản xuất gạch không nung phục vụ trong quân đội ở Việt Nam trong thời gian tới góp phần giảm thiểu phát thải ô nhiễm môi trường và hướng đến nền kinh tế tuần hoàn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Quang, 10/01/2024, Tạp chí điện tử Công nghiệp môi trường.

[2] Vũ Thị Mai, 2018, Xử lý chất thải rắn bằng phương pháp chôn lấp.

[3] Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2019, chuyên đề quản lý chất thải rắn sinh hoạt.

[4] Phan Anh, 02/07/2023, Báo Điện tử của tỉnh Hải Dương.

[5] Cao Tiến Phú, Hoàng Lê Anh, Nguyễn Thị Kim, Lê Văn Quang, Huỳnh Trọng Phước, Tạp chí Vật liệu & Xây dựng Tập 12 số 02 (2022), Nghiên cứu một số tính chất của tro xỉ đốt chất thải rắn sinh hoạt ở Việt Nam và tiềm năng sử dụng làm vật liệu xây dựng.

[6] Phạm Thị Mai Hương, Nguyễn Quang Tùng, Nguyễn Hùng Ngạn, Đỗ Thị Cẩm Vân, Hoàng Văn Huy, Phạm Thị Thanh Yên, (6/2020), Nghiên cứu quá trình xử lý khí thải và xử lý tro rác của lò đốt chất thải sinh hoạt, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, tập 56, Số 3.

[7] Ngô Trà Mai, Bùi Quốc Lập, Nghiên cứu thành phần và đề xuất cách thức sử dụng tro xỉ từ lò đốt rác sinh hoạt phát điện, Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường - số 48 (3/2015).

[8] Thân Đình Vinh, Tạp chí Môi trường, số 10/2019.

[10] https://dmcline.vn/day-chuyen-san-xuat-gach-nung-dmcline.html

[11] https://canthanh.com.vn/tim-hieu-cong-nghe-san-xuat-gach-khong-nung-moi-nhat.html.

[12] https://dmcline.vn/day-chuyen-san-xuat-gach-khong-nung-dmcline.html

[13] http://vatlieuxaydung.org.vn/vlxd-co-ban/nhung-loi-ich-cua-gach-khong-nung-12260.html

[14] Thông tư số 13/2017/TT-BXD ngày 08/12/2017 của Bộ Xây dựng quy định sử dụng vật liệu xây dựng không nung trong các công trình xây dựng.

[15] Học viện Hậu cần (2010), Giáo trình nguyên lý thiết kế kiến trúc và quy hoạch doanh trại, NXB Quân đội nhân dân, Hà Nội.

[16] Viện Thiết kế/TCHC (2014), Thiết kế mẫu Tiểu đoàn bộ binh đủ quân.

[17] http://vietnambiz.vn/vung-nao-duoc-phan-bo-von-NSNN-nhieu-nhat-cho-dau-tu-cong-5-nam-toi-20210719121826508.html

[18] Kế hoạch đầu tư trung hạn năm 2021-2025, Bộ Quốc phòng.

[19] Hồ sơ thiết kế BVTC dự án: Doanh trại cơ quan Bộ CHQS tỉnh Ninh Thuận/Quân khu 5, (2024), Viện Thiết kế/TCHC.

■Ngày nhận bài: 19/7/2024 ■Ngày sửa bài: 16/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 20/9/2024

Tái sử dụng nước thải đã qua xử lý: Giải pháp hiệu quả tại Công ty TNHH Youngone, khu công nghiệp Hòa Xá, tỉnh Nam Định

Treated wastewater reuse: An efficient solution at Youngone co., ltd, Hoa Xa industrial park, Nam Dinh province

> TS NGUYỄN THANH THƯ
GV, Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: thunt1290@gmail.com

TÓM TẮT

Gia tăng dân số, đô thị hóa nhanh chóng, và biến đổi khí hậu đã gây ra áp lực lớn đối với nguồn tài nguyên nước. Bên cạnh nước mặt, nước ngầm, nước mưa, thì nước thải sau xử lý được coi là một nguồn tài nguyên nước quý, góp phần giải quyết các mối lo về sự khan hiếm nước trên toàn thế giới. Nhận thấy đươc tính cấp thiết trên, một trong những giải pháp có triển vọng là xử lý và tái sử dụng nước thải, nội dung nghiên cứu được thực hiện điển hình tại Công ty TNHH Youngone, khu công nghiệp (KCN) Hòa Xá, tỉnh Nam Định. Nghiên cứu đã đề xuất được dây chuyền công nghệ xử lý triệt để và tái sử dụng nước thải sinh hoạt đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT. Nghiên cứu thực hiện đánh giá về mặt kinh tế, kỹ thuật, và thấy được sự ưu thế của việc xử lý, tái sử dụng nước thải. Nước sau xử lý được sử dụng cho các mục đích như tưới cây, rửa đường, và làm mát máy tại KCN. Kết quả của nghiên cứu có thể áp dụng được tại các KCN, xưởng sản xuất với các điều kiện tương tự như Công ty TNHH Youngone, KCN Hòa Xá.

Từ khóa: Xử lý nước thải; tái sử dụng nước thải; tài nguyên nước.

ABSTRACT

Population growth, rapid urbanization, and climate change have placed great pressure on water resources. Besides surface water, groundwater, and rainwater, treated wastewater is considered as a precious water resources, contributing to solve concerns about water scarcity worldwide. Considering the above information, one of the promising solutions is wastewater treatment and reuse, a project typically implemented in Youngone Co., Ltd, Hoa Xa industrial park, Nam Dinh province. This study has proposed an advanced wastewater treatment technology to thoroughly treat and reuse domestic to meet Class A standards according to QCVN 14:2008/BTNMT. This study carried out economic and technical assessments, and found the advantages of wastewater treatment and reuse. Treated water is used for purposes such as watering plants, washing roads, and cooling machines in the industrial park. The results can be applied in industrial parks and factories with similar conditions to Youngone Co., Ltd, Hoa Xa industrial park.

Keywords: Wastewater treatment; reuse; water resources.

1. MỞ ĐẦU

Nước là nguồn gốc của sự sống, đóng vai trò đặc biệt quan trọng đối với phát triển kinh tế - xã hội của một quốc gia. Các vấn đề liên quan tới nước được công nhận là một trong những mối đe dọa môi trường nghiêm trọng, và cấp bách nhất đối với con người. Bất chấp lượng nước dồi dào trên trái đất, nước ngọt vẫn là nguồn tài nguyên hữu hạn. Gia tăng dân số, đô thị hóa nhanh chóng, cùng với đó là các ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu đã khiến nguồn tài nguyên nước ngày càng suy thoái. Nhu cầu dùng nước ngày càng tăng cao do dân số tăng, nhu cầu dùng nước cho công nghiệp, nông nghiệp cũng như kỳ vọng về mức sống được cải thiện đang gây thêm căng thẳng cho hệ thống nước toàn cầu. Theo một nghiên cứu của Liên Hợp Quốc (LHQ), đến năm 2050, 57% dân số toàn cầu sẽ sống ở những khu vực có thể khan hiếm nước ít nhất một tháng mỗi năm [14]. Theo báo cáo của Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc (UNEP), khoảng một phần ba dân số thế giới hiện đang sống ở các quốc gia chịu áp lực về nước từ trung bình đến cao, nơi lượng nước tiêu thụ chiếm hơn 10% nguồn nước ngọt, nhiều quốc gia ở châu Phi và châu Á có lượng nước sẵn có rất thấp hoặc cực kỳ thấp [15]. Bên cạnh đó, cùng với sự phát triển của kinh tế, xã hội, lượng nước thải phát sinh liên tục tăng hàng năm trên toàn cầu. Năm 2013, Sato và công sự ước tính lượng nước thải của thế giới là 330 tỷ m^3/năm, vào năm 2015, lương nước thải này đã tăng lên 350-380 m^3/năm [13]. Trong một nghiên cứu của Jones và cộng sự (2022) dự đoán đến năm 2030, lượng nước thải phát sinh sẽ tăng lên khoảng 470-497 tỷ m^3/năm [12]. Những con số này, cho thấy tình trạng đáng báo động về môi trường, cũng như việc lãng phí nguồn nước có thể được tận dụng này. Đối mặt với những thách thức trên, nhu cầu cấp

thiết là phải nâng cao hiệu quả sử dụng nước và tăng cường nguồn nước hiện có bằng các giải pháp thay thế bền vững hơn. Nhiều cách tiếp cận, hiện đại và truyền thống, tồn tại trên khắp thế giới để cải thiện tài nguyên nước. Bên cạnh các nguồn nước sẵn có như nước mặt, nước ngầm, nước mưa, và nước biển, việc tái sử dụng nước thải đã qua xử lý được coi như một nguồn nước thay thế, và được ưu tiên trong các chiến lược bảo vệ tài nguyên, môi trường, phát triển bền vững của nhiều quốc gia trên thế giới. Việc tái sử dụng nước thải ngày càng trở nên quan trọng trong quản lý tài nguyên nước vì cả lý do môi trường và kinh tế.

Tái sử dụng nước thải sau xử lý có nhiều lợi ích khác nhau. Đầu tiên, nước thải sau xử lý có thể đóng vai trò như một nguồn nước cấp, nước thải được xử lý phù hợp có thể đáp ứng các nhu cầu và mục đích sử dụng nước cụ thể, chẳng hạn như tái sử dụng nước cho nông nghiệp, công nghiệp, bổ cập nguồn nước ngầm, cho các hoạt động trong đô thị. Việc tái sử dụng nước thải đã qua xử lý đặc biệt thích hợp với những vùng có khí hậu khô cằn, những khu vực phải đối mặt với nhu cầu tăng trưởng và những nơi thiếu hụt về nguồn nước. Lợi ích thứ hai của việc tái sử dụng nước thải là giúp giảm nhu cầu xử lý và tiêu thụ nguồn nước cấp, đồng thời tiết kiệm các chi phí liên quan. Ngoài ra, việc tái sử dụng nước thải cũng góp phần cải thiện điều kiện môi trường, vi khi hậu. Cuối cùng, bằng cách tái sử dụng nước thải đã qua xử lý, nguồn nước cấp sẵn có có thể được phân bổ cho các mục đích sử dụng đòi hỏi chất lượng cao hơn, cho mục đích sinh hoạt, từ đó góp phần sử dụng tài nguyên nước bền vững hơn. Mặc dù việc tái sử dụng nước thải mang nhiều lợi ích về kinh tế, xã hội, môi trường, nhưng hiện nay, chỉ có khoảng 11% tổng lượng nước thải sinh hoạt và công nghiệp trên toàn cầu được tái sử dụng [2]. Việc tái sử dụng nước thải sau xử lý đã được ứng dụng tại nhiều quốc gia trên thế giới bằng việc áp dụng những quy trình thu gom, xử lý bậc cao để thu hồi, tái sử dụng nước thải an toàn, phù hợp với nhu cầu sử dụng tương ứng. Ví dụ như từ tháng 2/2003, Singapore đã đưa vào hoạt động hệ thống tái sinh nước khá hoàn chỉnh (nước sau xử lý có thể dùng làm nước uống), được gọi là chương trình "NEWater". Nước thải từ các ngành công nghiệp, hoạt động thương mại, sinh hoạt và các hoạt động khác đều được xử lý và đưa vào sử dụng lại. Kết quả thực hiện từ chương trình này là sự ra đời nhà máy công suất 245.000 m^3/ngđ chuyên xử lý cho đến năm 2011. Và cũng từ nhà máy này, nước sau xử lý được đưa trực tiếp đến từng gia đình qua hệ thống phân phối. Chính nhờ hệ thống tái sử dụng nước mà Quốc Đảo có nguồn tài nguyên nước rất hạn chế này có thể đảm bảo việc cấp nước đầy đủ tới người dân cả nước [4], [5]. Hay tại Úc, dự án tái sử dụng nước thải nổi bật tại đây phải kể đến công trình Olympic Sydney (SOPA - Sydney Olympic Park Australia) phục vụ cho thế vận hội Olympic 2002. Công trình này có công suất 7000 m^3/ngđ. Nước thải sinh hoạt sau xử lý bằng bùn hoạt tính trong SBR được hòa trộn với nguồn nước mưa thu gom và được chứa trong vùng đất ngập nước có sức chứa 300.000 m^3. Nước từ hồ chứa qua trạm xử lý bậc cao bằng màng lọc MF 0.2 µm để loại bỏ vi khuẩn, virus và phiêu sinh thực vật sau đó qua thiết bị lọc RO để khử muối và khử trùng bằng UV (chi phí vận hành trực tiếp là 1.6 USD/m^3) và được dùng cho các mục đích sinh hoạt, phí ăn uống (non –portable water) tại các khu thương mại, khu thể thao và tưới công viên. Ngoài ra công trình tái sử dụng nước thải này còn phục vụ cho cả vùng ngoại ô Newington thông qua mạng lưới phân phối kép (tất cả các tòa nhà đều có 2 đường ống - một cho nước uống và một cho nước tái sử dụng). Nước tái sử dụng cung cấp cho dội rửa toilet, giặt quần áo, rửa xe, xây dựng, cảnh quan, chữa cháy, tưới vườn, tưới có công viên, sân vận động… Lợi ích của việc tái sử dụng đó là tiết kiệm được một lượng nước uống tương đương 850.000 m^3/năm và không xả thải nước sau xử lý vào nguồn tiếp nhận [5].

Nghiên cứu này được thực hiện tại Công ty TNHH Youngone, thuộc KCN Hòa Xá, TP Nam Định, tỉnh Nam Định. Công ty TNHH Youngone với tính chất là một Công ty chuyên về mặt hàng dệt, nhuộm, hoàn tất, giày da, may mặc. Qua khảo sát lấy mẫu nước trực tiếp tại Công ty và nhận thấy các chỉ tiêu nước thải sinh hoạt đầu ra không đảm bảo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải sinh hoạt. Dưới nhu cầu và mong muốn của quý Công ty là có thể tận dụng lại toàn bộ phần nước thải sinh hoạt cho các mục đích khác sử dụng trong Công ty như: tưới cây, rửa đường. Ngoài ra, việc tái sử dụng nước thải sau xử lý cũng giúp giảm thiểu lượng nước thải ra nguồn tiếp nhận là sông Vĩnh Giang nhằm tiết kiệm chi phí hàng năm và đảm bảo vệ sinh môi trường. Để xử lý nước thải cần áp dụng các kỹ thuật xử lý khác nhau như quá trình sinh học hiếu khí, yếm khí, quá trình hóa lý… Tuy nhiên, khi áp dụng các công nghệ hoặc kết hợp chúng với nhau thường không có hiệu quả cao, nước thải sau xử lý không đảm bảo tiêu chuẩn thải. Một trong những nguyên nhân chính làm ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình xử lý là sự có mặt của các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy trong nước thải. Đây là một vấn đề rất nghiêm trọng tại Việt Nam. Nhận thấy tính cấp thiết của việc xử lý nước thải đạt tiêu chuẩn, với giá thành hợp lý và có thể tái sử dụng lại cho các mục đích khác của Công ty. Nghiên cứu "Tái sử dụng nước thải đã qua xử lý: giải pháp hiệu quả tại Công ty TNHH Youngone, KCN Hòa Xá, tỉnh Nam Định" được thực hiện.

2. TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan về Công ty TNHH Youngone, KCN Hòa Xá

Dự án Công ty TNHH Youngone nằm trong KCN Hòa Xá, là KCN đầu tiên do tỉnh Nam Định đầu tư, nằm trên địa bàn xã Lộc Hòa và xã Mỹ Xá, ngoại thành TP Nam Định. KCN này được xây dựng từ năm 2001, đi vào hoạt động từ năm 2003 với tổng diện tích là 285.2 ha. Đến nay, cơ sở hạ tầng trong KCN Hòa Xá đã được xây dựng xong, tỷ lệ lấp đầy các dự án đầu tư trong KCN đạt 100%. Do vị trí KCN nằm sát cạnh TP Nam Định là trung tâm hành chính của tỉnh Nam Định nên đã thu hút nhiều lao động từ các địa phương khác. Gần KCN có sông Vĩnh Giang chảy qua, con sông này là nguồn cung cấp nước tưới tiêu và thoát nước cho khu vực dân cư thành phố, cũng là nguồn tiếp nhận nước thải của KCN Hòa Xá. KCN đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế, xã hội tại tỉnh Nam Định [1]

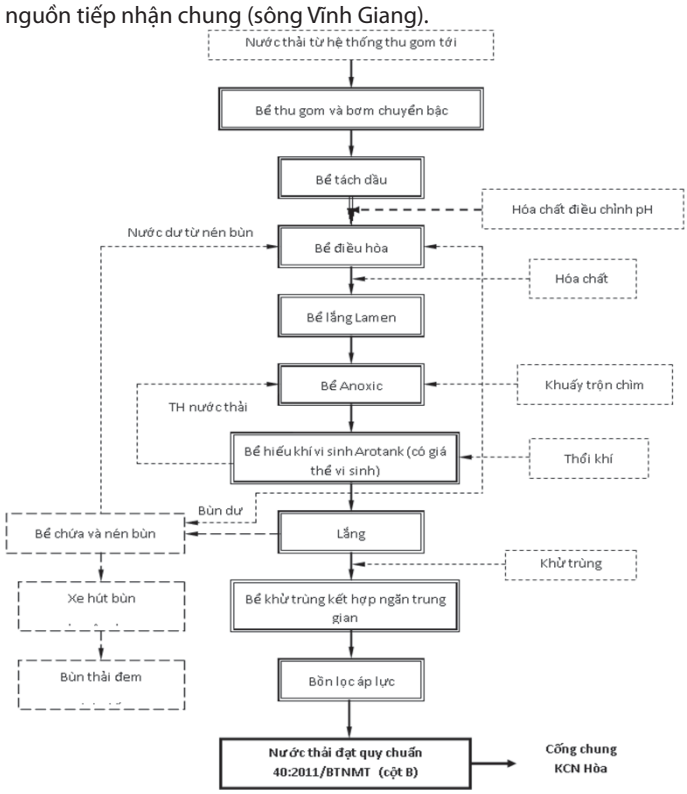
2.2. Tổng quan nhu cầu dùng nước tại Công ty TNHH Youngone

Tại Công ty TNHH Youngone, nhu cầu dùng nước được sử dụng cho mục đích sinh hoạt của cán bộ công nhân viên trong Công ty, nhu cầu cấp nước cho xưởng dệt nhuộm, nhu cầu cấp nước cho xưởng dệt ướt và các mục đích khác trong công ty. Hiện tại, lưu lượng nước sử dụng cho mục đích sinh hoạt tính tối đa là 1000 m^3/ngđ, lượng nước thải phát sinh là 800 m^3/ngđ. Ngoài các mục đích sử dụng cho sinh hoạt, cho các công đoạn sản xuất chính trong công ty, còn có một phần nhỏ lượng nước sử dụng nước cho hệ thống phun mù, bể xử lý khí thải, bụi khu nhà nồi hơi. Cuối cùng, Công ty còn có các nhu cầu cấp nước cho các mục đích phụ khác như tưới cây, rửa đường, cứu hỏa…. Nhu cầu cho tưới cây, rửa đường lấy theo mục 5.1.3 - TCVN 13606:2023 [9], khi thiếu số liệu về quy hoạch, lưu lượng nước để tưới cây, rửa đường tính bằng 8-12% lưu lượng nước cấp cho sinh hoạt. Trong điều kiện Công ty TNHH Youngone, lượng nước cấp cho tưới cây, rửa đường lấy bằng 10% lưu lượng nước cấp cho sinh hoạt và bằng 100 m^3.

2.3. Tổng quan trạm xử lý nước thải sinh hoạt hiện có tại Công ty TNHH Youngone

Hình 1 mô tả sơ đồ công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt công suất 800 m^3/ngđ. Nước thải sinh hoạt từ khu kí túc xá nhân viên, khu nhà ăn được dẫn theo hệ thống cống riêng đưa về trạm xử lý nước

thải với lưu lượng: Q = 800 m^3/ngđ. Thông số nước thải dòng vào có BOD_{20} = 527.94 (mg/l), SS = 361 (mg/l). Nước thải sau xử lý đạt QCVN 14: 2008/BTNMT (cột B) – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt [7]. Lượng nước thải sẽ được dẫn ra cống thải chung của KCN Hòa Xá. Công ty sẽ hợp đồng với KCN để xử lý nước thải của Công ty đạt loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT trước khi đưa vào nguồn tiếp nhận chung (sông Vĩnh Giang).



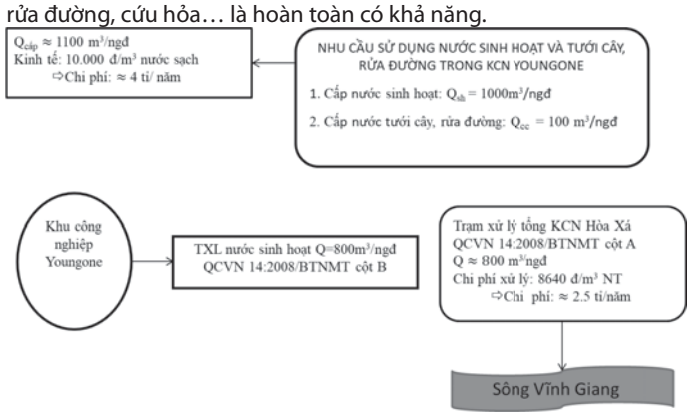
Hình 1. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt công suất 800 m^3/ngđ [1]

2.4. Đánh giá khả năng tái sử dụng nước thải sinh hoạt sau xử lý tại Công ty TNHH Youngone

2.4.1. Đánh giá về kinh tế

Bên cạnh lượng nước đòi hỏi chất lượng cao cung cấp cho sinh hoạt của công nhân và lượng nước cấp cho các công đoạn sản xuất dệt nhuộm. Còn lại lượng nước cung cấp cho các nhu cầu khác không đòi hỏi chất lượng cao như dội rửa toilet, rửa đường, tưới cây, xây dựng, chữa cháy, các đài phun nước… Thực tế tại các công trình lớn thường sử dụng một nguồn nước cho tất cả các nhu cầu, nếu thay thế nguồn nước này bằng nguồn nước tái sử dụng để phục vụ cho các nhu cầu thấp hơn có thể tiết kiệm được một lượng lớn nguồn nước ngọt và giảm đáng kể các chi phí cho xử lý. Lượng nước chất lượng thấp sử dụng cho các nhu cầu là rất lớn như nước dùng cho tưới cây, rửa đường, làm mát máy, cứu hỏa, cảnh quan…. Theo thông tư số 44/2021/TT-BTC ngày 18/6/2021 của Bộ Tài chính về Quy định khung giá, nguyên tắc, phương pháp xác định giá nước sạch sinh hoạt [6], trên thực tế giá thành để cấp nước cho Công ty TNHH Youngone: 10.000đ/m^3 nước sạch. Bên cạnh đó, giá thành xử lý nước đạt loại A sau khi qua trạm xử lý chung của khu công nghiệp Hòa Xá là 8640 đ/m^3 nước thải [3]. Hình 2 thể hiện sơ đồ cân bằng chi phí nước tại Công ty TNHH Youngone.

Qua sơ đồ chi phí nước tại Công ty TNHH Youngone, cho thấy chi phí 1 năm để cấp nước và xả nước thải theo đúng nguồn loại A, QCVN 14:2008/BTNMT của Bộ TN&MT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải sinh hoạt là rất lớn. Bên cạnh đó, nhu cầu sử dụng nước cho các mục đích như tưới cây, rửa đường, làm mát trong KCN đòi hỏi một lưu lượng nước lớn. Nếu lượng nước này được thay thế là nước tái sử dụng thì mỗi năm công ty sẽ tiết kiệm được 2.9 tỉ/năm. Bên cạnh đó, sự khan hiếm nước ngọt, nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng bên cạnh việc chất lượng nước ngày càng suy giảm không chỉ tại TP Nam Định, mà trên phạm vi toàn quốc là những lý do để Công ty sớm đưa ra các phương thức tái sinh và sử dụng lại nước thải sau xử lý. Xử lý nước thải thành nước sạch nhằm phục vụ các mục đích như tưới cây, rửa đường, làm mát… không chỉ đem lại lớn ích kinh tế mà về lâu dài còn góp phần bảo vệ và phát triển nguồn tài nguyên nước, giữ cho môi trường phát triển bền vững. Tổng chi phí cấp nước trong một năm cho sinh hoạt, cho cấp nước tưới cây, rửa đường của Công ty TNHH Youngone là 4 tỉ/năm. Tổng chi phí xử lý và xả thải đạt loại A theo KCN Hòa Xá: 2.5 tỉ/năm. Do đó chi phí cần chi trả trong 1 năm là 6.5 tỉ. Nhận thấy nhu cầu cần thiết tái sử dụng lại nguồn nước sinh hoạt cho các mục đích như tưới cây, rửa đường, cứu hỏa… là hoàn toàn có khả năng.



Hình 2. Sơ đồ cân bằng chi phí nước tại Công ty TNHH Youngone

2.4.2. Đánh giá về khả năng nâng cấp trạm xử lý nước thải sinh hoạt hiện trạng

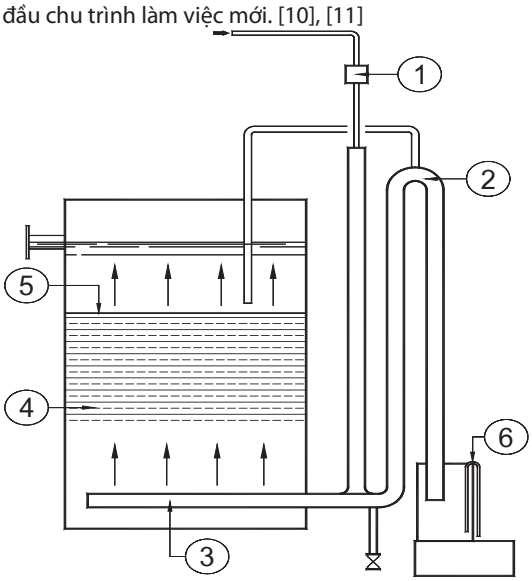
Trong quá trình xây dựng trạm xử lý nước thải công suất Q = 800m^3/ngđ nằm trên diện tích khu đất 1600 m^2, đã tính tới khả năng mở rộng và nâng cấp trạm XLNT sau này, nhằm đảm bảo khả năng xử lý. Vì vậy, với khu đất sẵn có, hoàn toàn có đủ diện tích để xây dựng và bố trí thêm các công trình xử lý bậc cao. Nước thải sau xử lý thành nước sạch sẽ phục vụ các mục đích như tưới cây, rửa đường, làm mát… không chỉ đem lại lớn ích kinh tế mà về lâu dài mà còn góp phần bảo vệ và phát triển nguồn tài nguyên nước, giữ cho môi trường phát triển bền vững. Việc nâng cấp trạm xử lý nước thải sinh hoạt nhằm đảm bảo chất lượng nước đầu ra theo QCVN 14:2008/BTNMT cột A [7] và sử dụng nguồn nước này tái sử dụng theo nhu cầu thiết thực của Công ty là hoàn toàn đảm bảo.

3. MỘT SỐ CƠ SỞ LÝ THUYẾT LIÊN QUAN

3.1. Cơ sở lý thuyết tính toán thiết kế bể lọc vật liệu lọc nổi

Hình 3 mô tả cấu tạo của bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa. Nước nguồn được đưa vào bể lọc qua thiết bị ổn định áp lực và loại bỏ khí hòa tan (1), sau đó được đưa vào hệ thống phân phối (3) và đi qua lớp vật liệu lọc nổi polimers (4) của bể lọc từ dưới lên đi ra ngoài. Theo cơ chế của quá trình lọc qua lớp vật liệu lọc dạng hạt, các hạt cặn lơ lửng không hòa tan trong nước (SS) được giữ lại trên bề mặt hạt vật liệu lọc. Khi lượng chất bẩn giữ trong lớp vật liệu lọc tăng lên, tổn thất qua lớp vật liệu lọc cũng tăng lên, kết quả là mực nước trong xi phông (2) cũng tăng lên. Khi nước chảy tràn qua đỉnh xi phông (2) tràn xuống làm khóa thủy lực (6) đóng lại, lúc đó hệ thống xi phông khởi động rửa lọc nhờ thiết bị khóa thủy lực (6). Nước rửa lọc từ trên thể tích nước chứa nước rửa lọc (5) đi qua lớp vật liệu lọc (4) với cường độ rửa lọc tính toán trước, làm vật liệu lọc polymers nở ra (40-50% theo độ dày ban đầu), độ rỗng của lớp vật liệu lọc tăng lên, chất bẩn (SS) được cuốn theo dòng nước đi ra ngoài theo hệ

thống phân phối (3) qua xi phông (2). Quá trình rửa lọc kết thúc nhờ hệ thống ống phá hiệu ứng xi phông. Sau khi rửa lọc xong, bể lọc lại bắt đầu chu trình làm việc mới. [10], [11]



Hình 3. Cấu tạo của bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa

1- Thiết bị ổn định áp lực và loại bỏ khí hòa tan trong nước; 2- Hệ thống xi phông rửa lọc; 3- Hệ thống phân phối; 4 – Vật liệu lọc nổi; 5 -Thể tích chứa nước rửa lọc; 6- Khóa thủy lực

Bể lọc tự rửa vật liệu lọc nổi được nghiên cứu cho chế độ lọc thể tích, tức là bể lọc làm việc như bể lọc nhanh trọng lực. Vận tốc lọc khảo sát giao động từ 5-15 m/h. Kết quả nghiên cứu của đề tài cho phép đặt cơ sở cho việc tính toán bể lọc tự rửa vật liệu lọc nổi, nội dung chính được trình bày trong nghiên cứu là (a) xác định chiều dày lớp vật liệu lọc cần thiết để đảm bảo mức độ xử lý cần thiết theo tiêu chuẩn dựa trên chất lượng, đặc tính nước vào bể lọc, vận tốc lọc tính toán, (b) Xác định chiều cao si-phông cần thiết và (c) Tính toán cường độ rửa lọc [10], [11].

Khác với quá trình rửa lọc của bể lọc nhanh thông thường có kết hợp rửa cả nước lẫn sục khí và khi cần thiết có thể gia tăng cường độ cũng như thời gian rửa bằng bơm rửa lọc, quá trình rửa lọc của bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa chỉ được thực hiện bằng khối lượng nước rửa lọc chảy từ thể tích phía trên vật liệu lọc nổi xuống phía dưới. Thời gian và cường độ rửa lọc trường hợp này gần như đã xác định theo thiết kế ban đầu, khó có thể thay đổi đáng kể. Do vậy, việc xác định chu kỳ rửa lọc chính xác để đảm bảo độ ổn định của bể lọc là cực kỳ quan trọng. Thực nghiệm cho thấy chu kỳ rửa lọc dao động từ 24-36 tiếng là tốt nhất. Việc đặt chu kỳ rửa lọc dài hơn để đảm bảo gần sát với thời gian bảo vệ của vật liệu lọc có thể dẫn đến hiện tượng "khê bể" hay "đóng bánh" vật liệu lọc. Do bể lọc hoạt động hoàn toàn tự động trên nguyên lý thủy lực, không có sự can thiệp nhiều con người hay máy móc thiết bị nên hiện tượng "khê bể" hay "đóng bánh"vật liệu có thể xảy ra. Một vấn đề không kém phần quan trọng khác là cường độ rửa lọc phải được tính toán thiết kế phù hợp đảm bảo độ nở của vật liệu 40-60%. Việc tính toán sai cường độ rửa lọc sẽ làm cho hiệu quả làm việc của bể lọc giảm. [10], [11]

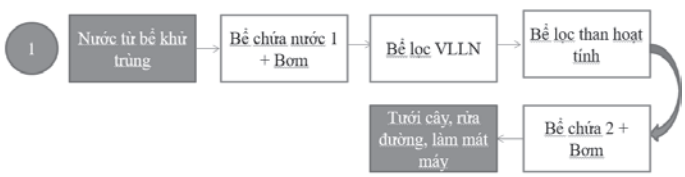
3.2. Cơ sở lý thuyết quá trình tái sử dụng nước thải sinh hoạt

Tái sinh nước thải là quá trình phục hồi nước thải bỏ từ các hộ gia đình, từ các quá trình sản xuất để tạo ra sản phẩm có ích hơn. Với các biện pháp xử lý thích hợp, nước thải có thể đáp ứng được các nhu cầu khác nhau như dội rửa toilet, làm mát trong công nghiệp, tưới tiêu trong nông nghiệp và có thể dùng để uống… Việc tái sinh nước thải có rất nhiều lợi ích khác nhau, tùy thuộc vào các hình thức tái sử dụng. Các yếu tố tiên quyết khi ứng dụng nước thải tái sinh: Lập kế hoạch để đáp ứng các nhu cầu và điều kiện cụ thể; Phân tích các yêu cầu về kinh tế và xã hội; Sự lựa chọn phương án tái sử dụng nước thải để rủi ro đối với sức khỏe con người ở mức thấp nhất; Xem xét tới sự tham gia của các cơ quan và tổ chức; Xem xét tới năng lực triển khai cho mục đích tái sử dụng như nguồn nhân lực, cơ cấu chính sách và chế định, sự tham gia của cộng đồng; Đáp ứng các tiêu chuẩn và hướng dẫn hiện hành [5]

4. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ VÀ TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI SINH HOẠT CHO CÔNG TY TNHH YOUNGONE

4.1. Đề xuất giải pháp công nghệ xử lý và tái sử dụng nước thải sinh hoạt

Trạm xử lý nước thải sinh hoạt công suất: Q = 800 m^3/ngđ. Chất lượng nước thải sinh hoạt sau xử lý bậc 2 theo cột B, QCVN 14:2008/BTNMT với các thông số đặc trưng: SS = 100 mg/l; BOD_5 = 50 g/l; Tổng N = 50 mg/l; Tổng P = 10 mg/l; Tổng Coliforms = 5000 MPN/100 ml [7]. Dựa vào quy chuẩn xây dựng Việt Nam, Quy chuẩn chất lượng quốc gia về chất lượng nước thải sinh hoạt, một số thông số đặc trưng theo cột A, QCVN 14:2008/BTNMT: hàm lượng SS = 50 mg/l; BOD_5 = 30 mg/l; Tổng N = 30 mg/l; Tổng P = 6 mg/l, Tổng Coliforms = 3000 MPN/100 ml [7]. Đề xuất dây chuyền công nghệ sau đây đảm bảo hiệu suất xử lý, cũng như giá thành xây dựng, là phương án tối ưu cho quá trình xử lý nước thải triệt để nhằm mục đích tái sử dụng nước thải.



Hình 4. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý bậc ba tại Công ty TNHH Youngone

Các công trình đơn vị, thiết bị được tính toán nhằm mục đích nâng cấp trạm xử lý nước thải sinh hoạt hiện trạng tại công ty TNHH Youngone được thống kê trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1: Thống kê các công trình, thiết bị nhằm mục đích nâng cấp trạm xử lý nước thải sinh hoạt hiện trạng

STT	Hạng mục đầu tư	Đơn vị	Khối lượng	Ghi chú
1	Bơm cấp nước sang bể lọc VLLN Q = 20m^3/h, H = 10m (2 bơm làm việc, 1 bơm dự phòng)	Bơm	3	Các thiết bị phụ trợ trong từng công trình chính trong trạm xử lý như van, tê, cút… được lấy bằng 20% khối lượng toàn bộ
2	Bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa. $F_{1bể}$ = 3.5 m^2; D=2.1m; H = 2.64m	Bể	2	
3	Bồn lọc than hoạt tính F_{1be} = 2.1m^2; D = 1.7; H=2.84m	Bồn	2	
4	Bể chứa nước sạch (bể 1, bể 2) L×B×H = 9×5×3	Bể	2	
5	Bơm cấp nước tái sử dụng 3 bơm, 2 bơm làm việc, 1 bơm dự phòng (Q=20 m^3/h, H=31m)	Trạm	1	
6	Các thiết bị phụ trợ (van, tê, cút…)			

4.2. Đánh giá kinh tế, kỹ thuật cho công nghệ đề xuất

Cơ sở tính toán kinh tế dựa vào các tài liệu hiện hành sau định mức dự toán cấp thoát nước (Ban hành theo quyết định số 24/1999/QĐ-BXD ngày 25/9/1999 của Bộ Xây dựng) [8]. Theo tính toán sơ bộ giá thành xây dựng các công trình tính theo khối lượng xây lắp trong trạm xử lý là: Với công trình đơn giản (công trình cơ học), đơn giá 2.000.000 (đồng/m^3); Với công trình phức tạp (công trình sinh học), đơn giá 3.000.000 (đồng/m^3); Giá thành thiết bị tính bằng 20% giá thành xây dựng công trình. Bảng 2 khái quát kinh tế

phần dây chuyền công nghệ xử lý nước thải triệt để nhằm mục đích tái sử dụng nước thải sinh hoạt tại Công ty TNHH Youngone.

Bảng 2: Khái quát kinh tế phần dây chuyền công nghệ xử lý nước thải triệt để nhằm mục đích tái sử dụng nước thải

STT	Tên công trình	Đơn vị	Số lượng	Đơn giá (tạm tính, triệu đồng)	Thành tiền (triệu đồng)
1	Bể chứa 1	m^3	135	2	270
2	Bơm Q = 20m^3/h; H =10m	Cái	3	10	30
3	Bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa	Bể	2	800	1,600
4	Bể lọc than hoạt tính	Bể	2	600	1,200
5	Bể chứa 2	m^3	135	2	270
6	Bơm cấp nước tái sử dụng Q = 20m^3/h; H =31m	Cái	3	15	45
7	Nhà trạm bơm	Cái	1	50	50
8	Các thiết bị phụ trợ				693
Tổng cộng					4,158
9	Đường ống cấp nước tái sử dụng D50	m	2000	180 nghìn đồng/m	360
Tổng chi phí:					4,518

Ngoài ra, chi phí quản lý vận hành khi nâng cấp trạm xử lý cũng được tính toán bao gồm: chi phí trả lương công nhân, chi phí điện năng, chi phí khấu hao tài sản, chi phí hóa chất, chi phí sửa chữa, chi phí khác. Cụ thể, chi phí trả lương cho nhân công không thay đổi do số lượng công nhân không tăng khi vận hành trạm xử lý nước thải triệt để kết hợp tái sử dụng nước sau xử lý. Chi phí điện năng được tính là 215 tr/năm. Chi phí khấu hao tài sản được tính toán bằng 278 tr/năm. Chi phí hóa chất không tăng khi vận hành trạm xử lý nước thải triệt để kết hợp tái sử dụng nước sau xử lý. Chi phí sửa chữa lấy bằng 5% tổng vốn xây dựng công trình là 208 tr/năm. Ngoài ra, các chi phí khác tính bằng 3% tổng vốn xây dựng công trình là 125 tr/năm. Vậy tổng chi phí quản lý vận hành được tính là 826 triệu/năm. Tổng chi phí nâng cấp trạm xử lý nước thải nhằm mục đích tái sử dụng nước thải cho các mục đích như tưới cây, rửa đường trong công ty Youngone: 5.34 tỉ (VNĐ). So sánh với tổng mức chi phí cho các nhu cầu cấp nước (tưới cây, rửa đường) và xả thải đảm bảo theo QCVN hiện hành trong 1 năm của lượng nước thải sinh hoạt khi chưa tái sử dụng là: 6,5 tỉ (VNĐ)/năm, tốn kém hơn so với việc nâng cấp trạm xử lý nước thải nhằm xử lý triệt để nước thải, tái sử dụng cho các mục đích không đòi hỏi chất lượng nước quá cao trong Công ty TNHH Youngone. Việc xây dựng, nâng cấp trạm xử lý nước thải là hoàn toàn hợp lý và kinh tế, phù hợp với nhu cầu về lâu dài của Công ty, cũng như hướng tới sự phát biển bền vững theo định hướng quốc gia.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất dây chuyền công nghệ xử lý triệt để sử dụng bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa kết hợp bể lọc than hoạt tính, và tái sử dụng nước thải sinh hoạt đạt tiêu chuẩn nước loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT của Bộ TN&MT đáp ứng được nhu cầu cải thiện môi trường và tiết kiệm chi phí của Công ty Youngone. Đánh giá về mặt kinh tế, kỹ thuật của phương án, thấy được sự ưu thế của việc xử lý và tái sử dụng nước thải sinh hoạt tại Công ty TNHH Youngone, KCN Hòa Xá, tỉnh Nam Định. Với việc sử dụng bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa kết hợp bể lọc than hoạt tính cho quá trình xử lý bậc cao, đảm bảo hiệu suất xử lý và giá thành kinh tế hợp lý. Hiện nay, có những trạm xử lý sử dụng bể lọc cát kết hợp bể lọc than hoạt tính, so sánh với dây chuyền được áp dụng trong báo cáo cho thấy giá thành đầu tư không có sự chênh lệch lớn nhưng hiệu suất xử lý không cao như đối với sử dụng bể lọc vật liệu lọc nổi. Một dây chuyền công nghệ khác cũng được sử dụng để xử lý và tái sử dụng nước thải sau xử lý như bể lọc vật liệu lọc nổi kết hợp lọc RO, đảm bảo hiệu suất xử lý cao, tuy nhiên giá thành đầu tư cho công nghệ là lớn. Từ đó thấy được dây chuyền công nghệ sử dụng bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa và bể lọc than hoạt tính là phương án tối ưu cho quá trình xử lý nước thải triệt để nhằm mục đích tái sử dụng nước thải tại Công ty TNHH Youngone. Hệ thống trên có thể áp dụng để xử lý triệt để nước thải sinh hoạt đảm bảo đầu ra đạt loại A và có thể áp dụng để tái sử dụng nước sau xử lý cho các mục đích khác nhau, đòi hỏi chất lượng không quá cao như: tưới cây, rửa đường, làm mát máy, cứu hỏa. Với các thông số kĩ thuật như đã tính toán, cùng giá thành đầu tư hợp lý, dây chuyền công nghệ trong nghiên cứu có thể được áp dụng để xử lý và tái sử dụng nước thải sinh hoạt trong các khu công nghiệp, xưởng sản xuất với các điều kiện tương tự như Công ty TNHH Youngone.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Báo cáo ĐTM Dự án "Điều chỉnh quy mô tổng thể của Công ty TNHH Youngone Nam Định. 2014.

[2] Đoàn Thụy Kim Phương (2023), Tài nguyên nước thải và lợi ích khi tái sử dụng nước thải, Tạp chí Môi trường, Số 9/2023.

[3] Khánh Hòa 3/5/2024, theo baoxaydung.com.vn

[4] Nguyễn Xuân Hoàn (2010), Luận án tiến sĩ kĩ thuật "Nghiên cứu các giải pháp kĩ thuật để tái sử dụng nước thải sinh hoạt ngay tại nguồn"

[5] Lâm Minh Triết, Trần Hiếu Nhuệ (2014), Xử lý nước thải, NXB Xây dựng

[6] Thông tư số 44/2021/TT-BTC ngày 18/6/2021 của Bộ Tài chính v/v Quy định về khung giá, nguyên tắc, phương pháp xác định giá nước sạch sinh hoạt.

[7] QCVN 14:2008/BTNMT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt.

[8] Quyết định số 24/1999/QĐ-BXD ngày 25/9/1999 v/v Ban hành "Định mức dự toán Xây dựng cấp thoát nước".

[9] TCVN 13606:2023 Tiêu chuẩn quốc gia về Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình - Yêu cầu thiết kế.

[10] Trần Thanh Sơn (2016), Bể lọc vật liệu lọc nổi trong dây chuyền xử lý nước thiên nhiên, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2016.

[11] Trần Thanh Sơn (2009), Nghiên cứu công nghệ tự rửa bể lọc vật liệu lọc nổi xử lý nước cấp cho sinh hoạt, Hà Nội. Báo cáo tổng hợp đề tài ĐTĐL, T02/2009.

[12] Jones, E.R., Bierkens, M.F.P., Wanders, N. et al. Current wastewater treatment targets are insufficient to protect surface water quality. Commun Earth Environ 3, 221 (2022). https://doi.org/10.1038/s43247-022-00554-y

[13] Sato. T, Qadir. M, Yamamoto. S, Endo. T, and Zahoor. A. Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agricultural Water Management, Volume 130, Pages 1-13, 2013. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007

[14] UN-Water. (2018a). The United Nations world water development report 2018. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2018/

[15] United Nations Environment Programme (UNEP) (2002a) 'State of the Environment and Policy Perspective: 1972-2002', Global Environment Outlook 3, pp. 150-179, Division of Early Warning and Assessment (DEWA), Kenya.

■Ngày nhận bài: 12/7/2024 ■Ngày sửa bài: 08/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 13/9/2024

Tái sử dụng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt tại Hải Dương - Giải pháp định hướng chuyển đổi trong quy hoạch sử dụng đất

Reuse of household solid waste landfills in Hai Duong - A solution for conversion orientation in land use planning

> TS NGÔ THỊ KIM DUNG[1], PGS.TS NGHIÊM VÂN KHANH[2]
[1]Phó hiệu trưởng Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: dungnkhauGgmail.com
[2]GV Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: khanhnv@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Hải Dương là một trong các tỉnh có số lượng bãi chôn lấp nhiều nhất cả nước với khoảng 756 bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt. Tính đến cuối năm 2023, tỉnh có 303 bãi chôn lấp đã dừng hoạt động và theo lộ trình đến năm 2025 sẽ tiếp tục đóng cửa 14 các bãi chôn lấp đã quá tải, 104 BCL đã lấp đầy trên 80%. [1] Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về hiện trạng các bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Hải Dương, trên cơ sở điều tra khảo sát, thu thập thông tin từ các công bố và nghiên cứu liên quan nhằm đánh giá toàn diện đối với lĩnh vực nghiên cứu, đồng thời nhóm đã kế thừa và phân tích xu hướng tái sử dụng các bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt đã đóng cửa phù hợp với điều kiện Việt Nam. Các đề xuất tập trung đưa ra định hướng và quy trình quy hoạch sử dụng đất nhằm chuyển đổi mục đích sử dụng đất cho các bãi chôn lấp đã đóng cửa sang các đất nông - lâm nghiệp đáp ứng yêu cầu phát triển đô thị xanh của tỉnh trong tương lai.

Từ khóa: Chất thải rắn sinh hoạt; tái sử dụng; phục hồi môi trường; đóng cửa bãi chôn lấp; quy hoạch sử dụng đất; Hải Dương.

ABSTRACT

Hai Duong is one of the provinces with the largest number of landfills in the country with about 756 domestic solid waste landfills according to the planning of the People's Committees at the district and commune levels. By the end of 2023, the province had 303 landfills that had stopped operating and according to the roadmap to 2025, 14 overloaded landfills will continue to be closed, 104 landfills that are over 80% full [1]. The article presents the results of a study on the current status of domestic solid waste landfills in Hai Duong province. Based on the investigation and survey, information collection from related publications and studies to comprehensively assess the research field, the group has inherited and analyzed the trend of reusing closed domestic solid waste landfills in accordance with the conditions of Vietnam. The proposals focus on providing orientations and land use planning processes to convert land use purposes for closed landfills to agricultural and forestry land to meet the requirements of green urban development of the province in the future.

Keywords: Household solid waste; reuse; Environmental restoration; close the landfill; land use planning; Hai Duong

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, việc tái sử dụng lại bãi chôn lấp đang được nhiều địa phương quan tâm tìm giải pháp thực hiện nhằm đạt mục tiêu đến năm 2025, tỷ lệ chất thải rắn sinh hoạt đem chôn lấp phải dưới 30% và 90-95% các bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt tại các đô thị đã đóng cửa được cải tạo, xử lý, tái sử dụng đất mà "Điều chỉnh Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050» đã đặt ra [2]. Việc đóng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt theo quy định tại Điều 32, Thông tư 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/01/2022 của Bộ TN&MT [3] đã nêu rõ: (i) Lượng chất thải rắn sinh hoạt được chôn lấp trong bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt đã đạt dung tích lớn nhất theo khả năng tiếp nhận đã được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt; (ii) Chủ xử lý chất thải không có khả năng tiếp tục vận hành bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt và không có khả năng chuyển giao việc vận hành bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt; (iii) Chủ xử lý chất thải có nhu cầu đóng bãi chôn lấp thì phải báo cáo cơ quan quản lý nhà nước về bảo vệ môi trường cấp tỉnh; (iv) Đóng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt theo yêu cầu của cơ quan nhà nước có thẩm quyền.

Thực tế hiện nay nhiều địa phương trong cả nước trong đó có tỉnh Hải Dương đã chuyển từ công nghệ xử lý chất thải rắn sinh hoạt từ chôn lấp sang đầu tư xây dựng các công nghệ xử lý hiện đại theo hướng thu hồi năng lượng như đốt rác và ủ phân hữu cơ,… Vì vậy, nhiều bãi chôn lấp tuy chưa khai thác hết công suất nhưng đã phải

đóng cửa do không có nhu cầu sử dụng nữa. Vấn đề, chuyển đổi, tái sử dụng các khu đất của các bãi chôn lấp sau đóng cửa như thế nào để phù hợp với điều kiện cụ thể của từng bãi, từng địa phương, phù hợp với quy hoạch sử dụng đất hiệu quả hơn….là rất cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Bài báo này tập trùng đề cập về vấn đề chuyển đổi, tái sử dụng với các bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt đã đóng cửa của các địa phương nói chung và của tỉnh Hải Dương nói riêng. Tuy nhiên, do khuôn khổ có hạn của bài báo, các vấn đề như hiệu quả kinh tế - xã hội, quy trình quan trắc môi trường các bãi chôn lấp rác đã chuyển đổi, tái sử dụng … không được đề cập trong bài báo này.

2. HIỆN TRẠNG XỬ LÝ VÀ NỘI DUNG QUY HOẠCH VỀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TẠI HẢI DƯƠNG

2.1. Giới thiệu chung về tỉnh Hải Dương

Hải Dương là một tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Hồng nằm trong vùng kinh tế trọng điểm của phía Bắc, ở tọa độ 20°40'10'' đến 21°14'20'' vĩ độ Bắc, 106°7'35" đến 106°36'35" độ kinh Đông. Trung tâm hành chính của tỉnh là TP Hải Dương nằm cách thủ đô Hà Nội 57 km về phía Đông, cách TP Hải Phòng 45 km về phía Tây. Phía Tây Bắc giáp tỉnh Bắc Ninh, phía Đông Bắc giáp tỉnh Quảng Ninh, phía Đông giáp thành phố Hải Phòng, phía Nam giáp tỉnh Thái Bình và phía Tây giáp tỉnh Hưng Yên, phía Bắc giáp tỉnh Bắc Giang.

Tỉnh Hải Dương có 12 đơn vị hành chính bao gồm 02 thành phố trực thuộc, 01 thị xã và 09 huyện (TP Hải Dương, TP Chí Linh, TX Kinh Môn, Nam Sách, Kim Thành, Thanh Hà, Cẩm Giàng, Bình Giang, Gia Lộc, Tứ Kỳ, Ninh Giang, Thanh Miện). Diện tích của toàn tỉnh là 1.668,28 km^2, 235 đơn vị cấp xã, dân số tính đến hết năm 2022 là 1.946.820 người, mật độ dân số là 1.1467người/km^2. Tỷ lệ tăng dân số (%) là 0,52, tỷ lệ tăng dân số tự nhiên (‰) là 8,6. [3]

2.2. Hiện trạng phát sinh và xử lý chất thải rắn sinh hoạt tại tỉnh Hải Dương

Hiện nay, tổng lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh trên địa bàn tỉnh khoảng 1.270 tấn/ngày (khu vực đô thị 508 tấn/ngày, khu vực nông thôn 762 tấn/ngày) [2]. Hoạt động xử lý chất thải rắn sinh hoạt hiện đang áp dụng theo hai phương pháp: Đốt tiêu hủy tại các nhà máy và chôn lấp tại các bãi chôn lấp theo quy hoạch của UBND cấp huyện và cấp xã.

- Xử lý bằng phương pháp đốt tiêu hủy: tổng khối lượng chất thải rắn của TP Hải Dương, 40 xã và 03 thị trấn đem đốt khoảng 340-376 tấn/ngày, tương ứng 26,8 % lượng chất thải toàn tỉnh phát sinh. [2]

- Xử lý bằng phương pháp chôn lấp: Chất thải rắn của các địa bàn còn lại (gồm 167 xã, phường, thị trấn) được xử lý chôn lấp tại 756 bãi chôn lấp của các địa phương với khối lượng khoảng 887-930 tấn/ngày, tương ứng 73,2 % lượng chất thải toàn tỉnh phát sinh [2]. Tất cả các bãi chôn lấp trên địa bàn tỉnh hiện chỉ áp dụng biện pháp lót đáy và thoát khí, nước thải chưa được xử lý gây ra tình trạng ô nhiễm nước thải cục bộ tại bãi chôn lấp và xung quanh. Do nước rỉ rác chưa được xử lý, chứa trong ô chôn lấp nên quá trình vận hành, chất thải nổi trong ô chôn lấp, dẫn đến ô rất nhanh đầy (từ 2-3 năm đã lấp đầy 1 ô chôn lấp quy mô cấp xã từ 500-1000 m^2). Trước năm 2018, để giảm khối lượng và thể tích chất thải chôn lấp, tại các bãi chôn lấp đều thực hiện đốt trực tiếp gây tình trạng ô nhiễm không khí khu vực xung quanh. Năm 2018, văn phòng Chính phủ đã có văn bản chỉ đạo không triển khai thực hiện xử lý chất thải rắn sinh hoạt bằng lò công suất nhỏ quy mô cấp xã [4]. Vì vậy, hiện tỉnh Hải Dương đã không áp dụng mô hình lò đốt công suất nhỏ để xử lý chất thải rắn sinh hoạt. Hiện tại, trên địa bàn tỉnh có 03 Nhà máy xử lý chất thải rắn sinh hoạt với công suất thiết kế đốt tiêu hủy theo dự án đầu tư đã được phê duyệt là 498 tấn/ngày đêm, ủ mùn compost 90 tấn/ngày, cụ thể:

+ Nhà máy xử lý của Công ty cổ phần quản lý công trình đô thị Hải Dương tại xã Việt Hồng, huyện Thanh Hà: công suất thiết kế 248 tấn/ngày. Hiện Công ty đang tiếp nhận xử lý chất thải rắn sinh hoạt của thành phố Hải, thị trấn Thanh Hà, thị trấn Lai Cách,… trung bình khoảng 255 tấn/ngày trong đó, 235 tấn/ngày xử lý đốt và 20 tấn/ngày chất thải phân loại chờ để ủ phân hữu cơ. Công ty có khả năng tiếp nhận thêm 5 tấn/ngày chất thải rắn sinh hoạt để đốt. [2]

+ Nhà máy xử lý của Công ty cổ phần môi trường APT-Seraphin Hải Dương tại xã Việt Hồng, huyện Thanh Hà: công suất thiết kế của Nhà máy là 200 tấn/ngày đêm với 3 lò đốt. Hiện Công ty đang tiếp nhận xử lý chất thải rắn sinh hoạt khoảng 115 tấn/ngày (của 33 xã và thị trấn Phú Thái). Công ty có khả năng tiếp nhận thêm khoảng 146 tấn/ngày chất thải rắn sinh hoạt [2]

+ Nhà máy xử lý của Công ty cổ phần môi trường xanh Minh Phúc tại Khu 6 - TT Kẻ Sặt - huyện Bình Giang: công suất thiết kế 50 tấn/ngày đêm, hiện đang vận hành với công suất 26 tấn/ngày (chất thải rắn sinh hoạt của 07 xã và thị trấn Kẻ Sặt). Do vị trí của Nhà máy nằm trong quy hoạch phát triển đô thị của Thị trấn Kẻ Sặt, nên đã đề xuất xin chuyển về vị trí mới tại xã Thái Dương và xã Thái Hòa, diện tích khoảng 11ha, nâng công suất xử lý chất thải rắn sinh hoạt lên 100 tấn/ngày. [2]

Bảng 1. Tổng hợp số bãi chôn lấp rác thải sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Hải Dương [2]

STT	Huyện, thị xã, thành phố	Tổng số bãi chôn lấp	Số bãi chôn lấp đã dừng hoạt động	Số bãi chôn lấp đã đầy 100% vẫn đang duy trì hoạt động	Số bãi chôn lấp có tỷ lệ lấp đầy 80 đến dưới 100%	Số bãi chôn lấp có tỷ lệ lấp đầy 60% đến dưới 80%	Số bãi chôn lấp có tỷ lệ lấp đầy 40% đến dưới 60%	Số bãi chôn lấp có tỷ lệ lấp đầy 5% đến dưới 40%
1	TP Hải Dương	19	19	0	0	0	0	0
2	Huyện Ninh Giang	96	23	0	8	33	10	22
3	Huyện Bình Giang	82	31	0	7	40	4	0
4	Huyện Cẩm Giàng	86	26	4	6	28	18	4
5	Huyện Gia Lộc	60	36	4	7	12	1	0
6	Huyện Kim Thành	49	32	3	4	6	3	1
7	Huyện Thanh Hà	47	23	0	7	9	3	5
8	Huyện Thanh Miện	70	18	0	16	19	10	7
9	Huyện Nam Sách	77	16	0	28	27	4	2
10	Huyện Tứ Kỳ	59	36	1	5	6	10	1
11	Thị xã Kinh Môn	75	12	0	14	23	15	11
12	Thành phố Chí Linh	36	31	2	2	1	0	0
	Tổng	756	303	14	104	204	78	53

2.3. Quy hoạch xử lý chất thải rắn sinh hoạt tại tỉnh Hải Dương

Theo dự báo, lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh trên địa bàn tỉnh đến năm 2025 là 1.387 tấn/ngày; năm 2030 là 1.754 tấn/ngày. Để đảm bảo công suất dự phòng khi nhà máy bảo trì, sửa chữa và yêu cầu bảo vệ môi trường vào dịp cao điểm (dịp lễ, tết,..) thì công suất thiết kế của nhà máy cần cao hơn tối thiểu 20% so với thực tế lượng chất thải xử lý hàng ngày, vì vậy, nhu cầu công suất xử lý năm 2025 là 1.700 tấn/ngày, năm 2030 là 2.000 tấn/ngày. [2]

Quy hoạch các khu xử lý chất thải rắn: xử lý dứt điểm lượng rác thải tồn đọng, đóng cửa các bãi chôn lấp, giảm dần tiến tới loại bỏ công nghệ lò đốt độc lập, công suất thấp; chuyển đổi công nghệ của các nhà máy xử lý rác thải hiện có; đầu tư xây dựng nhà máy xử lý rác tập trung quy mô lớn với công nghệ tiên tiến, hiện đại để đáp ứng nhu cầu xử lý rác thải sinh hoạt trên địa bàn. Quy mô, công suất các khu xử lý chất thải rắn có thể điều chỉnh theo nhu cầu thực tế tại các dự án cụ thể phù hợp với quy hoạch vùng huyện, quy hoạch chung đô thị để đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội. Quỹ đất dự kiến sử dụng cho xử lý chất thải rắn của tỉnh được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Phương án phát triển các khu xử lý chất thải rắn [3]

STT	Danh mục dự án	Vị trí dự kiến	Quy mô dự kiến	Đơn vị
1	Khu xử lý chất thải rắn	Huyện Thanh Hà	50 - 60	ha
2	Khu xử lý chất thải rắn	Huyện Bình Giang	11,0	ha
3	Khu xử lý chất thải rắn	Thành phố Chí Linh	10	ha
4	Khu xử lý chất thải rắn	Thị xã Kinh Môn	10	ha
5	Khu xử lý chất thải rắn	Huyện Thanh Miện, huyện Ninh Giang	10 -15	ha

3. CƠ SỞ KHOA HỌC TRONG TÁI SỬ DỤNG CÁC BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT ĐÃ ĐÓNG CỬA

3.1. Cơ sở pháp lý

Luật Bảo vệ môi trường 2020 được sửa đổi, bổ sung theo văn bản hợp nhất số 21/VBHN-VPQH ngày 29/12/2022 quy định tại Điều 80. Xử lý ô nhiễm, cải tạo môi trường bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt. [5]

Luật đất đai 2024 của Quốc Hội số 31/2024/QH15 ngày 18/01/2024, Điều 35, khoản 1, Nguyên tắc lập quy hoạch sử dụng đất [6]

Thông tư 02/2022/TT-BTNMT, của Bộ TN&MT, điều 32 quy định việc đóng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt sau khi kết thúc hoạt động (các trường hợp thực hiện đóng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt hợp vệ sinh; Quy trình đóng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt; yêu cầu đóng bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt); Phương pháp tính và dự toán chi phí cải tạo môi trường bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt quy định tại Mẫu số 02 Phụ lục III ban hành kèm theo Thông tư [7]

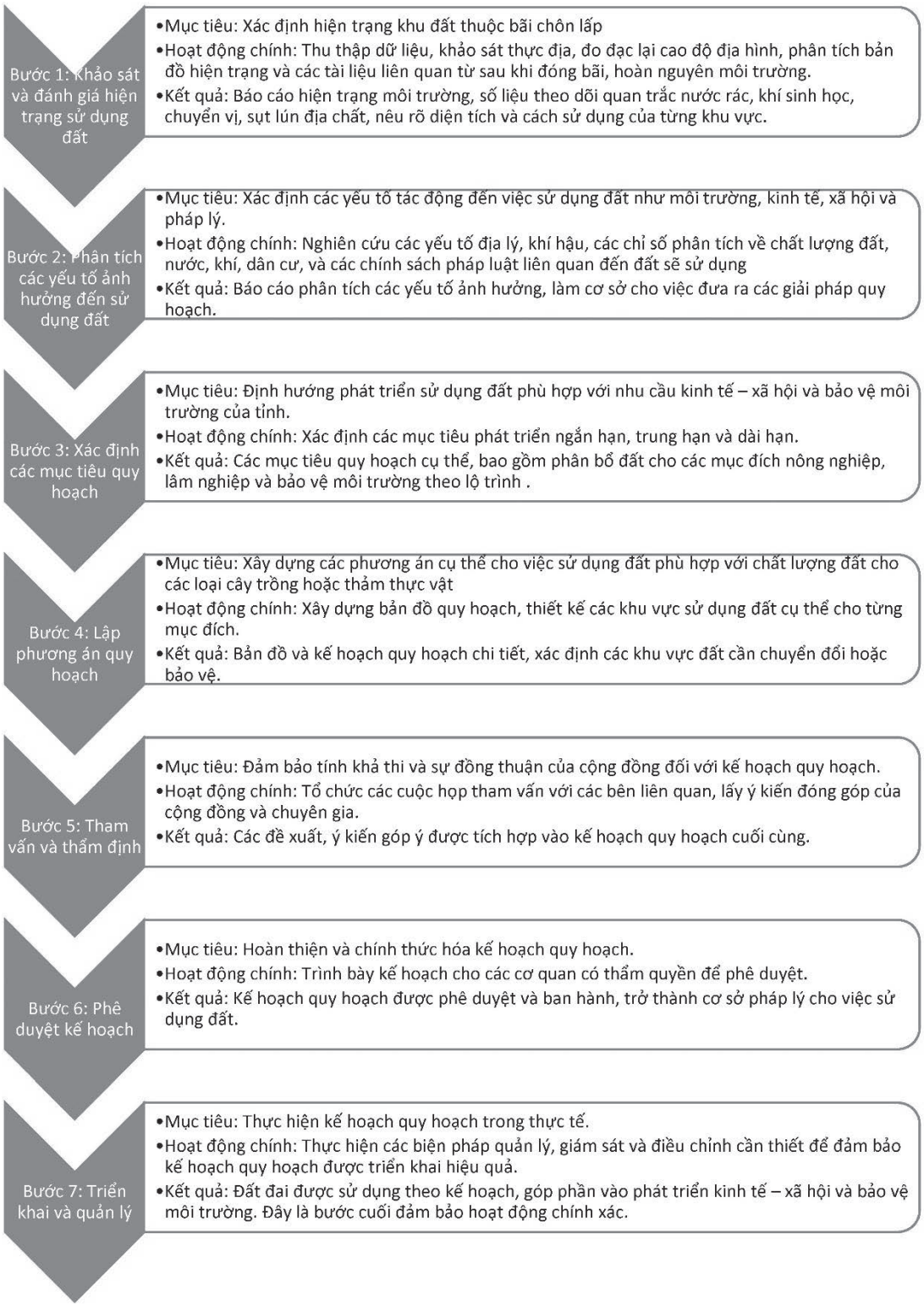
3.2. Kinh nghiệm tái sử dụng các bãi chôn lấp đã đóng cửa tại Việt Nam và trên thế giới

a. Trên thế giới

Trước đây, bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt luôn được coi là khu vực thải bỏ, có nguy cơ ô nhiễm và không có khả năng tái sử dụng lại. Gần đây bãi chôn lấp sau khi kết thúc hoạt động được chứng minh là có thể sử dụng lại trong nền kinh tế tuần hoàn. Các bãi chôn lấp hợp vệ sinh nếu được cải tạo, phục hồi môi trường hợp lý cũng có thể chuyển đổi mục đích sử dụng cho một số hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Do vậy, nhiều quốc gia trên thế giới đã thực hiện tái sử dụng lại mặt bằng các bãi chôn lấp sau khi đóng bãi. Các mô hình tái sử dụng diện tích bãi chôn lấp trên thế giới được minh họa tại bảng 3.

Bảng 3. Một số loại hình tái sử dụng bãi chôn lấp [8]

Địa điểm	Tên bãi chôn lấp	Mục đích tái sử dụng
Liverpool	Childwall Woods	Rừng cây
Florida	Cross State Site	Công viên
Fukuoka (Japan)	The Former Hachida Landfill)	Công viên; Trường tiểu học; Nhà thi đấu; Hội trường họp
Berkeley, California	Cesar Chavez Park	Công viên
Florida Keys	Key Largo Landfill Facility	Trồng và thúc đẩy tăng trưởng của cây bụi / cây
California.	Colma Landfill	Kho hàng
Palm Beach County, Florida	Dyer Boulevard Landfill	Cơ sở thể thao và giải trí đa năng
Seminole County, Florida.	Sanlando Landfill Facility	Khu liên hợp bóng mềm Sanlando
Kaohsiung Taiwan	Shichinpu Landfill	Phòng trưng bày nghệ thuật → Công viên → Nhà thi đấu thể thao →Nhà máy Điện→ Trạm chung chuyển chất thải
Massachusetts.	Millennium Park	Công viên
Wanaque, NJ	Passaic County,	Trường Cao đẳng cộng đồng
Elizabeth, NJ, USA	Jersey Gardens Mall	Khu thương mại, Khách sạn
Montebello, California	Montebello Town Square	Trung tâm thương mại
North Wildwood, NJ	Seaboard Point Resort	Chung cư
Atlantic City	Borgata Casino	Khách sạn, spa
Taipei (Taiwan, R.O.C.)	The Former Fudeken Landfill	Công viên→ Nhà máy điện →Trạm chung chuyển chất thải rắn
Tel Aviv	Hiryia Landfill	Không gian xanh
Sapporo (Japan)	Moerenuma Landfill	Phòng trưng bày nghệ thuật → Công viên thành phố → Hội trường cộng đồng → Cơ sở thể thao mùa đông
Atlanta, Georgia	Lakeside Marketplace Landfill	Trung tâm thương mại
New Jersey	Encap Golf Holdings, LLC	Trung tâm thương mại, sân học golf
Bayonne, NJ	Bayonne Golf Course	Sân học golf
Los Alamos County	Los Alamos County Landfill	Trạm năng lượng mặt trời
Algiers City. Algiers	Oued Smar Landfil	Recreation Park With Green Space
Florida		Trạm năng lượng mặt trời
Miami, Florida		Trạm năng lượng mặt trời
Tampa, Florida		Trạm năng lượng mặt trời



Hình 1. Quy trình chuyển đổi các bãi chôn lấp tái sử dụng trong quy hoạch sử dụng đất

b. Tại Việt Nam

Trong những năm gần đây, việc đóng cửa và tái sử dụng các bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt đã được một số đô thị triển khai. Thực tế, một số mô hình đã xử lý bãi rác thành mặt bằng sạch cho phát triển đô thị như: cải tạo bãi rác Mễ Trì (Hà Nội) thành khu thể thao, vui chơi, giải trí Mễ Trì, có thêm chức năng hồ điều hòa và nhà ở, diện tích hơn 30 ha (dự án Vinhomes Paradise); cải tạo bãi rác thành công viên ở Quảng Ninh; Dự án xử lý bãi rác Soi Nam (Hải Dương) để chuyển đổi sang đất xây dựng dự án Khu đô thị sinh thái ven sông Thái Bình Ecorivers do Công ty TNHH Huy Hoàng Hải Dương thực hiện từ năm 2018 đến năm 2022; Tỉnh Sơn La năm 2018 đã triển khai các dự án đầu tư xây dựng công trình phục hồi môi

trường bãi chôn lấp rác thải các huyện, thành phố, với tổng mức đầu tư trên 10 tỷ đồng. Trong đó, dự án đóng cửa ô chôn lấp, cải tạo phục hồi môi trường có bãi chôn lấp rác thải Chiềng Ngần, Thuận Châu và Mường La. Bãi chôn lấp rác thải Chiềng Ngần cách trung tâm Thành phố khoảng 5 km, là bãi rác lộ thiên, quy mô hơn 3,3 ha, nằm gọn trong một thung lũng, bao quanh là núi đá, Bãi rác đã đóng cửa ô chôn lấp, cải tạo trồng vườn cây tai tượng, mật độ 2.500 cây/ha, góp phần phục hồi môi trường, giảm thiểu ô nhiễm đối với các hộ dân lân cận. Dự án do CP Môi trường và Dịch vụ đô thị Sơn La trực tiếp quản lý. Hiện, dự án đã hoàn thành đầu tư trồng cây xanh lên toàn bộ khu vực bãi chôn lấp rác thải cũ. Ngoài mục tiêu phủ xanh toàn bộ bãi, giảm thiểu tác động đến môi trường xung quanh, sau này có thể làm vườn ươm cây giống, cung cấp cây giống cho các dự án cây xanh trên địa bàn tỉnh [9]. TP.HCM những năm gần đây, chính quyền đã xử lý, di dời các bãi rác tạm, giải tỏa được 989/1.002 điểm ô nhiễm về rác thải; chuyển hóa 243 điểm thành công viên, vườn hoa. Trong năm 2022, trên địa bàn TP.HCM phát sinh 113 điểm ô nhiễm do tồn đọng rác thải. Các địa phương đã giải tỏa thêm 136 điểm ô nhiễm rác thải và tiếp tục chuyển hóa thêm 50 điểm thành khu sinh hoạt cộng đồng (công viên, vườn hoa, sân chơi thể thao...). Quận 12 là một trong những địa phương chuyển hóa nhiều bãi rác thành công viên. Mô hình này mang đến giá trị kép, khi vừa nâng cao chất lượng đời sống tinh thần cho người dân vừa tạo ra hiệu quả bền vững trong quá trình xóa các điểm nóng rác thải lưu cữu. Đến nay, 78/78 điểm rác lưu cữu ở quận 12 đã được giải quyết, trong đó chuyển hóa 35 điểm thành khu sinh hoạt cộng đồng (sân bóng chuyền, công viên, vườn hoa…). Tuy nhiên, vẫn cần các quy định, tiêu chuẩn về đóng cửa bãi rác tạm và tái sử dụng các bãi rác này để đảm bảo không ô nhiễm về môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân. [10]

4. GIẢI PHÁP ĐỊNH HƯỚNG CHUYỂN ĐỔI TRONG QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT CHO CÁC BÃI CHÔN LẤP ĐÓNG CỬA TẠI HẢI DƯƠNG

4.1. Đánh giá và lựa chọn giải pháp tái sử dụng các bãi chôn lấp sau đóng cửa

Theo số liệu thống kê của tỉnh, diện tích đất có thể thu hồi và chuyển đổi từ tái sử dụng các bãi chôn lấp đã đóng cửa được xác định sơ bộ như sau :

- Tổng diện tích của các bãi chôn lấp đã đóng cửa trước 2024 ước tính khoảng 303 bãi x 2,5 ha/bãi = 757,5 ha
- Tổng diện tích của các bãi chôn lấp sẽ đóng cửa tiếp đến 2025 ước tính khoảng 118 bãi x 3,5 ha/bãi = 413ha
- Tổng diện tích của các bãi chôn lấp sẽ đóng cửa tiếp đến 2030 ước tính khoảng 335 bãi x 4,5 ha/bãi = 1.507.5ha

→ Tổng diện tích đất có thể thu hồi và chuyển đổi từ tái sử dụng các bãi chôn lấp đã đóng cửa của toàn tỉnh đến năm 2030 dự báo sẽ đạt khoảng 2.678 ha

Dựa trên nhu cầu về chỉ tiêu sử dụng đất đến năm 2030 của tỉnh Hải Hương được phân bổ trong Quy hoạch theo Quyết định số 1639/QĐ-TTg ngày 19/12/2023 của Thủ tướng Chính phủ) cho thấy 1 số chỉ tiêu sử dụng đất bị giảm so với chỉ tiêu sử dụng đất được phân bổ theo đề nghị của tỉnh, cụ thể :

- Chỉ tiêu sử dụng đất nông nghiệp là 86.992 ha → giảm 2.345 ha
- Chỉ tiêu sử dụng đất rừng phòng hộ, đặc dụng và sản xuất có tổng là 8.023 ha → giảm 87 ha
- Chỉ tiêu sử dụng đất rừng tự nhiên là 2.155,5 ha → giảm 41,6 ha

→ Tổng diện tích đất giảm so với yêu cầu của tỉnh cho đất nông nghiệp và rừng là : 2.437,6 ha

Như vậy, để đảm bảo cân bằng về chỉ tiêu sử dụng đất đến năm 2030 theo Quy hoạch mà Thủ tướng đã phê duyệt với yêu cầu của tỉnh [3] thì việc định hướng chuyển đổi 1 phần đất từ tái sử dụng các bãi chôn lấp đã đóng cửa sang đất trồng rừng và lâm nghiệp sẽ góp phần thực hiện mục tiêu tăng tỷ lệ diện tích đất rừng cho tỉnh một cách hiệu quả, phù hợp với đặc thù điều kiện của địa phương.

4.2. Đề xuất quy trình chuyển đổi trong quy hoạch sử dụng đất

Để chuyển đổi đất thu hồi từ các bãi chôn lấp đã đóng cửa sang tái sử dụng dựa trên sự điều chỉnh cân bằng về chỉ tiêu sử dụng đất cho tỉnh Hải Dương đến năm 2030, nhóm nghiên cứu đề xuất quy trình gồm 7 bước như mô tả trên hình 1.

5. KẾT LUẬN

Quy trình chuyển đổi trong quy hoạch sử dụng đất của tỉnh Hải Dương được đề xuất đã tuân thủ theo quy định pháp luật để đảm bảo việc điều chỉnh, chuyển đổi quy hoạch sử dụng đất cho việc tái sử dụng các bãi chôn lấp đã đóng cửa đạt được nhiều mục đích quan trọng về kinh tế giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên đất, thúc đẩy phát triển kinh tế địa phương; về bảo vệ môi trường giúp giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường, bảo vệ các hệ sinh thái quan trọng; Đảm bảo sự hài hòa giữa các mục tiêu phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường, tạo sự đồng thuận trong cộng đồng; Góp phần cải thiện cơ sở hạ tầng, nhà ở và các tiện ích xã hội, nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân; Giảm thiểu xung đột, tạo ra các quy định rõ ràng về quyền sử dụng đất, giảm thiểu xung đột và tranh chấp về đất đai. Kết quả của đề tài đưa ra cách tiếp cận sớm và đồng bộ ngay từ đầu, góp phần lồng ghép, mở rộng lợi ích tài nguyên đất của các bãi chôn lấp, đặc biệt trong điều kiện gia tăng dân số nhanh chóng và quỹ đất dành cho phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh ngày càng hạn hẹp khiến các quỹ đất khác bị giảm và cần điều chỉnh cân bằng lại. Nghiên cứu chỉ ra những cơ hội khi tái sử dụng bãi chôn lấp làm tiền đề cho việc giải quyết những vấn đề cần khắc phục về môi trường trong các nghiên cứu tiếp theo một cách bền vững hướng đến đô thị xanh cho tỉnh Hải Dương nói riêng và các tỉnh khác trong cả nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. UBND tỉnh Hải Dương, Quyết định số 2541/QĐ-UBND phê duyệt đề án « Xử lý chất thải rắn trên địa bàn tỉnh Hải Dương giai đoạn 2021-2025, định hướng đến năm 2030 », 2021
2. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 491/QĐ-TTg ngày 07/5/2018, phê duyệt "Điều chỉnh Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050", 2018
3. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định 1639/QĐ-TTg ngày 19/12/2023 phê duyệt "Quy hoạch tỉnh Hải Dương thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050", 2023
4. Văn phòng Chính Phủ, văn bản số 3964/VPCP-KGVX ngày 02/5/2018 về việc quản lý chất thải rắn khu vực nông thôn, 2018
5. Quốc hội, Luật Bảo vệ môi trường 2020 được sửa đổi, bổ sung theo văn bản hợp nhất số 21/VBHN-VPQH ngày 29/12/2022.
6. Quốc Hội, Luật đất đai 2024 số 31/2024/QH15 ngày 18/01/2024
7. Bộ TN&MT, Thông tư 02/2022/TT-BTNMT, quy định chi tiết thi hành một số điều của luật bảo vệ môi trường
8. Nochian et al., A review of systematic approach for sustainable redevelopment of a closed landfill site.", 2013
9. https://mocchau.sonla.gov.vn/1286/30848/59923/537967/tin-tuc-su-kien/phuc-hoi-moi-truong-cac-bai-chon-lap-rac-thai
10. https://nld.com.vn/moi-truong/bien-243-bai-rac-thanh-cong-vien-vuon-rau-20230716215151879.htm

■Ngày nhận bài: 08/7/2024 ■Ngày sửa bài: 14/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 20/9/2024

Thông số tính toán bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa, lọc nước mặt có sử dụng chất keo tụ

Calculation parameters of self-washing floating filter material filter tank surface water filter using coagulant

> TS NGUYỄN THANH PHONG[1]
[1]Bộ môn Công nghệ Nước, Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội
Email: nguyenthanhphong73@gmail.com;

TÓM TẮT

Bể lọc vật liệu lọc (VLL) nổi tự rửa, đã được nghiên cứu nhiều ở trong và ngoài nước, và đã được ứng dụng rộng rãi trong nhiều dây chuyền công nghệ để xử lý cấp nước quy mô nhỏ, mặc dù vậy các lý thuyết tính toán thiết kế hiện nay chưa cụ thể và chưa hệ thống hóa được các thông số cần thiết cho việc tính toán thiết kế bể lọc VLL nổi cụ thể là các thông số cơ bản của quá trình lọc nước: (1) Phương trình đặc trưng cho quá trình lọc qua lớp VLL nổi dạng hạt, các hệ số của quá trình giữ cặn, bứt cặn trong lớp VLL nổi; (2) Thông số quá trình hình thành và gia tăng tổn thất. Nội dung của bài viết nhằm đưa ra được các thông số cơ bản, làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế bể lọc VLL nổi tự rửa, và các số liệu thực nghiệm đối với nguồn nước mặt có trộn hóa chất keo tụ, để bể lọc VLL nổi có được ứng dụng rộng rãi hơn trong thực tiễn sản xuất.

Từ khóa: Vật liệu lọc nổi; bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa; nước mặt; chất keo tụ.

ABSTRACT

Self-cleaning floating filter material filter tanks have been widely researched both at home and abroad, and have also been widely applied in many technology lines for small-scale water supply treatment, although theories Current design calculations are not specific and have not systematized the necessary parameters for calculating and designing floating filter tanks, specifically the basic parameters of the water filtration process: (1) Method Characteristic process for filtration through a layer of floating granular filter material, coefficients of the process of retaining and removing residue in the layer of floating filter material; (2) Formation process parameters and loss increase. The content of the article is to provide basic parameters as a basis for calculating and designing self-cleaning floating filter material filter tanks, and experimental data for surface water sources mixed with coagulant chemicals. , so that the floating filter material filter tank can have wider application in production practice.

Keywords: Floating filter material; Self-cleaning floating filter material filter tank; Surface water; Coagulant.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

VLL nổi hiện đã và đang được sử dụng khá nhiều trong công nghệ lọc nước, nó có tỷ trọng nhỏ hơn nước nên đã phát huy được đặc tính về khả năng rất dễ giữ cặn trong quá trình rửa lọc làm cho việc rửa lọc là khá dễ dàng, khả năng giữ cặn của loại vật liệu này cũng rất tốt, các chỉ tiêu hóa lý cũng đáp ứng được tiêu chí yêu cầu đối với VLL dùng trong bể lọc.

VLL là yếu tố cơ bản của các bể lọc VLL nổi, nó đem lại hiệu quả làm việc và tính kinh tế của quá trình lọc. Có nhiều loại vật liệu được sử dụng làm VLL nổi cho bể lọc, loại phổ biến đang được dùng trong các bể lọc VLL nổi là hạt polystyrene. Hiện nay trên thị trường xuất hiện một số loại VLL nổi mới được nhập khẩu từ nước ngoài, đang được các công ty tiếp thị trên thị trường điển hình là hạt PE (hạt nhựa trơ iner polymer TRW18)

Để thiết kế được bể lọc thì thông số cơ bản đầu tiên cần xác định được là khả năng làm trong nước của lớp VLL thể hiện qua hàm lượng cặn đầu ra của bể lọc, tức là cần xác định phương trình đặc trưng cho quá trình lọc qua lớp VLL nổi, ứng với nguồn nước được trộn hóa chất keo tụ, tạo bông, với chiều dầy lớp lọc, vận tốc lọc đã biết, và thời gian của một chu kỳ lọc đảm bảo chất lượng nước sau lọc đạt yêu cầu,

Khi lọc nước qua lớp VLL dạng hạt thì cặn được giữ lại và thể tích rỗng của VLL giảm đi, kết quả làm tăng tổn thất của VLL và là nguyên nhân gây nên độ gia tăng tổn thất của bể lọc. Làm trong nước - là chu trình công tác chính của bể lọc còn sự gia tăng tổn thất - là quá trình đi kèm, và đây cũng là thông số cơ bản tiếp theo cần được xác định.

Hiện các nguồn tài liệu phục vụ cho việc tính toán thiết kế bể lọc VLL nổi vẫn còn hạn chế, chưa có chỉ dẫn cụ thể trong các tiêu chuẩn thiết kế, bài viết nhằm đưa ra được các thông số cơ bản, làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế bể lọc VLL nổi, và các số liệu thực nghiệm đối với nguồn nước mặt có trộn hóa chất keo tụ, trong thực tiễn sản xuất.

2. PHƯƠNG TRÌNH VÀ THÔNG SỐ TÍNH TOÁN BỂ LỌC TỰ RỬA LỌC NƯỚC MẶT CÓ TRỘN HÓA CHẤT KEO TỤ

a. Xác định phương trình đặc trưng cho quá trình lọc qua lớp VLL nổi.

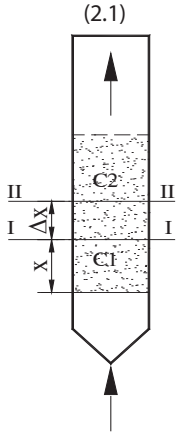
i. Phương trình đặc trưng cho quá trình lọc qua lớp VLL nổi.

Khi lọc nước qua lớp VLL dạng hạt thì cặn được giữ lại và thể tích rỗng của VLL giảm đi, kết quả làm tăng tổn thất của VLL và là nguyên nhân gây nên độ gia tăng tổn thất thất của bể lọc. Làm trong nước - là chu trình làm việc chính của bể lọc còn sự gia tăng tổn - là quá trình đi kèm. Cơ sở lý thuyết của quá trình lọc là quá trình vật lý được D. M.Minz phát triển**[1]**.

Trong quá trình lọc trọng lực (lọc qua lớp VLL cát) thì mỗi hạt VLL cát chịu tác động của các lực: trọng lực bản thân của hạt cát, áp lực đẩy nổi của nước, lực tạo bởi vận tốc dòng chảy, lực hấp dẫn và lực đẩy tĩnh điện. Trong quá trình lọc qua lớp VLL nổi, thì mỗi hạt VLL nổi cũng chịu các lực tương tự, nhưng giá trị của các trọng lực nhỏ hơn nên các quá trình bám dính và tách cặn bẩn ở bề mặt hạt lọc có khác Ngoài ra nếu xét đến sự sắp xếp hạt VLL do sự phân loại bằng thủy lực sau quá trình rửa lọc thì thấy rằng đối với VLL cát thì lớp có đường kính bé thì nằm trên, còn đường kính lớn thì nằm dưới; còn đối với VLL nổi thì lớp có đường kính bé thì nằm dưới, còn đường kính lớn thì nằm trên. Nhưng vì hướng lọc đối với hai loại VLL này là ngược chiều nhau nên sự sắp xếp của chúng lại có cùng quy luật là hạt VLL sắp xếp lớn dần theo chiều dòng chảy. Điều này làm tăng khả năng giữ cặn của lớp VLL do vận tốc của dòng chảy giảm dần theo chiều dầy lớp VLL. Như vậy quy luật của quá trình lọc đối với VLL là cát và VLL nổi là tương tự như nhau và điều này cũng đã được chứng minh bằng thực nghiệm của nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước. Vì vậy, lý thuyết lọc nước sau đây đúng cho cả quá trình lọc qua lớp VLL dạng hạt bao gồm các hạt rắn là cát thạch anh và hạt VLL nổi (hạt polystyrene và hạt PE) **[4]**.

Lấy 2 mặt cắt I-I và II-II của một lớp VLL nổi mỏng có độ dầy là Δx cách bề mặt của lớp VLL nổi là x (xem hình 2.1). Diện tích mặt cắt của lớp VLL nổi bằng 1 đơn vị diện tích. Nước nguồn có nồng độ cặn C_1 chảy tới mặt cắt I-I và sau mặt cắt II-II có nồng độ cặn C_2. Sự giảm đi của nồng độ cặn trong một lớp VLL nổi rất nhỏ Δx là **[6]**:

$$\Delta C = -(C_2 - C_1) \quad (2.1)$$



Hình 2.1. Sơ đồ tính độ giảm nồng độ cặn theo bề dầy lớp VLL nổi [3,6].

Dấu trừ trong phương trình (2.1) biểu thị sự giảm của nồng độ cặn trong nước khi khoảng cách x tăng lên. Có thể xem hiệu quả lọc nước là kết quả của hai quá trình ngược nhau: (1) quá trình giữ các hạt cặn trong lớp VLL bằng khả năng bám dính, hút chúng vào lớp VLL; (2) quá trình bứt phá các hạt chất bẩn bám dính dưới tác dụng thủy lực của dòng nước. Sự suy giảm nồng độ cặn theo lớp VLL Δx có thể được biểu diễn bằng đẳng thức **[6]**.

$$\Delta C = \Delta C_1 - \Delta C_2 \quad (2.2)$$

trong đó:

ΔC_1 - lượng giảm nồng độ cặn do lực bám dính vào VLL;

ΔC_2 - lượng tăng của nồng độ cặn do lực bứt cặn từ bề mặt hạt VLL ra dưới tác dụng của dòng nước.

Sự suy giảm nồng độ của cặn do lực bám dính có thể cho là tỉ lệ thuận với nồng độ trung bình của cặn có trong nước C. Ngoài ra, nó tỷ lệ thuận với chiều dầy Δx của lớp lọc **[6]**:

$$\Delta C_1 = b.C.\Delta x \quad (2.3)$$

Với: b - Thông số quá trình lọc xác định bởi cường độ bám dính phần tử chất bẩn và phụ thuộc vào điều kiện lọc.

Sự gia tăng của nồng độ cặn do sự bứt phá của dòng nước có thể được cho là tỷ lệ thuận với số lượng chất bẩn được tích góp lại đến thời điểm khảo sát $\rho.\Delta x$. Ngoài ra nó tỷ lệ nghịch với lượng nước lọc qua lớp VLL trong một đơn vị thời gian là do càng nhiều nước thì nồng độ càng loãng **[6]**.

$$\Delta C_2 = \frac{a.\rho.\Delta x}{v} \quad (2.4)$$

trong đó: ρ- là mật độ chất bẩn lấp đầy VLL, có nghĩa là lượng chất bẩn tích lũy được trong một đơn vị thể tích của lớp VLL Δx đến thời điểm nhất định; a- là thông số lọc xác định cường độ bứt các hạt cặn và phụ thuộc vào điều kiện lọc.

Thay các giá trị ΔC_1, ΔC_2 vào phương trình (2.2) thu được **[6]**:

$$-\frac{\partial C}{\partial x} = bC - \frac{a\rho}{v} \quad (2.5)$$

Đây là phương trình lý thuyết cơ bản của quá trình lọc, nó phản ánh đặc tính của quá trình lọc nước qua lớp VLL nổi.

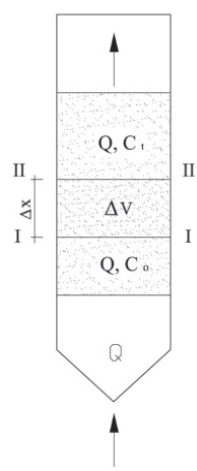
Trong phương trình (2.5) có hai biến giá trị là C và ρ. Có nghĩa là một phương trình (2.5) không đủ điều kiện để giải. Do vậy cần có thêm phương trình thứ hai có thể là phương trình cân bằng vật chất. Qua một đơn vị diện tích của mặt cắt trong một đơn vị thời gian thì có một khối lượng thể tích nước bằng vận tốc lọc v đi qua.

Viết lại phương trình (2.3) dưới dạng vi phân khi lọc đối với hạt VLL nổi qua mặt cắt I-I và II-II có thể tích ΔV. Ta có được phương trình cân bằng lượng cặn của quá trình giảm cặn với tốc độ giảm cặn là (-b.C), xem hình 2.2:

$$Q(C_0 - C_t) = \Delta V.(-b.C) \quad (2.6)$$

$$\Delta C = \frac{\Delta V}{Q}.(-b.C) \quad (2.7)$$

Mà ΔV = f. Δx và $\frac{Q}{f} = v$ (trong đó: f- diện tích lọc; Δx- chiều dầy lớp lọc; v- vận tốc lọc) thay vào (2.7) ta có:



Hình 2.2. Sơ đồ tính độ giảm nồng độ cặn theo thể tích lớp VLL nổi[3].

$$\Delta C = \frac{\Delta x}{v}.(-b.C) \quad (2.8)$$

$$\frac{dC}{C} = -\frac{b}{v}.dx \quad (2.9)$$

Mà $\frac{dx}{v} = dt$, thay vào (2.9) ta có:

$$\frac{dC}{C} = -b.dt \quad (2.10)$$

Tích phân phương trình (2.9) và (2.10) ta được:

$$C_t = C_0.e^{-\frac{b.x}{v}} \quad (2.11)$$

$$C_t = C_0.e^{-b.t} \quad (2.12)$$

Phương trình (2.11) chỉ rõ độ giữ cặn $\frac{C_t}{C_0}$ phụ thuộc vào chiều dầy x của lớp VLL và vận tốc lọc v, vận tốc lọc càng lớn thì đòi hỏi chiều dầy lớp VLL tăng theo. Phương trình (2.12) chỉ rõ khi đã có chiều dày x và vận tốc lọc v thì hiệu quả lọc sẽ phụ thuộc vào thời gian t. Bằng thực nghiệm sẽ tính được thời gian cần thiết của chu kỳ lọc.

Viết lại phương trình (2.4) dưới dạng vi phân:

$$d\rho = \frac{a.\rho}{v}.dx \quad (2.13)$$

Mà $\frac{dx}{v} = dt$, thay vào (2.13) thu được:

$$\frac{d\rho}{\rho} = a.dt \quad (2.14)$$

Tích phân phương trình (2.14) thu được:

$$\rho = \rho_{gh}.e^{a.t}$$

Tổng hợp 2 quá trình giữ cặn và tách cặn qua lớp VLL nổi theo (2.2) thu được phương trình đặc trưng cho quá trình lọc qua lớp VLL nổi:

$$C_t = C_0.e^{-b.t} + \rho_{gh}.e^{a.t} \quad (2.15)$$

trong đó:

C_t - hàm lượng cặn đầu ra bể lọc, mg/l; g/m^3

C_0 - hàm lượng cặn đầu vào bể lọc, mg/l; g/m^3

a - thông số lọc xác định cường độ bứt các hạt cặn; 1/h.

b - thông số lọc xác định cường độ bám dính các phần tử chất bẩn; 1/h.

ρ_{gh} - mật độ chất bẩn lấp đầy trong khe rỗng của lớp vật liệu lọc trong một chu kỳ lọc; g/m^3; kg/m^3.

t: thời gian của một chu kỳ lọc (xác định theo thời gian bảo vệ lớp VLL): (h).

Từ đây ta thấy C_t là hàm số của thời gian lọc t ứng với nguồn nước đã trộn hóa chất keo tụ, với chiều dầy lớp lọc x và vận tốc lọc v đã biết, bằng thực nghiệm xác định được thời gian của một chu kỳ lọc đảm bảo chất lượng nước sau lọc yêu cầu, mục đích để thiết lập được biểu đồ thông số thực nghiệm như (hình 2.3).



Hình 2.3. Sự thay đổi hàm lượng cặn trong nước lọc theo thời gian [3,6].

ii. Phương trình hồi quy xác định sự thay đổi hàm lượng cặn theo thời gian

Để xác định các thông số thực nghiêm cần xây dựng mô hình bể lọc VLL nổi tự rửa với các thông số về chủng loại, kích thước của hạt vật liệu lọc, xác định sơ bộ giá trị tổn thất tới hạn, xác định độ dầy của lớp VLL cũng như là thời gian và cường độ rửa lọc. Căn cứ vào kết quả nghiên cứu **[3]** được trình bầy trong (bảng 2.1), chọn VLL nổi được lựa chọn để nghiên cứu trong mô hình thực nghiệm là hạt polystyrene truyền thống (De = 1,22mm) và hạt PE (De = 1,17mm), chiều dầy lớp VLL nổi được lựa chọn để thiết kế mô hình là 1,2m, chọn cường độ rửa lọc là 12 l/s.m2, thời gian rửa lọc là 4 phút, tương ứng chọn độ giãn nở VLL là 50% để thiết kế mô hình.

Bảng 2.1. Thông số vận hành của bể lọc VLL nổi xử lý nguồn nước mặt có trộn hóa chất keo tụ tạo bông [4,7].

Dạng VLL	Thông số VLL		Thông số rửa lọc		
	Đường kính hữu dụng, De (mm)	Chiều dầy VLL (m)	Cường độ rửa lọc (l/s.m^2)	Thời gian rửa lọc (phút)	Độ giãn nở (%)
Hạt polystirene đồng nhất	1,22 - 3,19	1,0-1,2	10-12	3-4	30-40
Hạt PE	1,17 - 1,63	1,0-1,2	10-12	3-4	40-50

Từ nghiên cứu lý thuyết tìm được phương trình (2.15) biểu diễn quá trình giữ cặn và tách cặn theo thời gian của quá trình lọc, để có thể áp dụng được phương trình này trong tính toán thiết kế, xử lý kết quả thu được trong quá trình thực nghiệm nhằm tìm ra các thông số trong phương trình lý thuyết để thiết lập phương trình hồi quy cho từng trường hợp với các yếu tố điều kiện biên nhất định. Việc xử lý kết quả thực nghiệm **[3].** đã tìm ra các thông số (a,b và ρ_{gh}) đối với hai loại hạt VLL nổi là Polystyrene và PE lọc nước mặt có sử dụng chất keo tụ, trong bảng (2.2) dưới đây.

Bảng 2.2. Bảng tra các thông số lọc xác định cường độ bứt các hạt cặn (a) và cường độ bám dính phần tử chất bẩn (b) [3].

STT	Hạt VLL nổi	Vận tốc lọc v, (m/h)	Mật độ chất bẩn ρ_{gh}, (kg/m^3)	Hệ số tách cặn a, (1/h)	Hệ số bám dính b, (1/h)	Thời gian bảo vệ lớp VLL t,(h)
1	Polystyrene	5	1,25	0,007	0,122	48
		9,6	1,25	0,00033	0,212	24
		13,8	1,17	0,015	0,274	18
2	PE	5	1,17	0,0088	0,116	48
		9,6	1,20	0,021	0,243	24
		13,6	1,29	0,0025	0,302	18

b. Quy luật tăng tổn thất áp lực khi lọc nước qua lớp VLL dạng hạt

i. Sự thay đổi cấu trúc của lớp VLL nổi khi tích lũy cặn

Cặn bẩn được tích lũy trong lớp VLL nổi khi lọc nước bẩn có chứa các chất huyền phù làm thay đổi tiết diện mặt cắt ngang và hình dạng của các lỗ rỗng trong lớp VLL. Do đó, khi tích lũy cặn bẩn thì sức kháng thủy lực lớp VLL nổi thay đổi và tổn thất của chúng tăng lên.

Trong lý thuyết lọc các chất lỏng đồng nhất, cấu trúc hình học của lớp VLL được đặc trưng bởi độ rỗng và tổng diện tích bề mặt của các lỗ rỗng trong một đơn vị thể tích VLL. Hai đại lượng này đều có trong biểu thức tính toán tổn thất thủy lực (độ dốc thủy lực). Khi tích lũy cặn bẩn ở trong lớp VLL thì chúng thay đổi. Khi lọc, thì độ dốc thủy lực (tổn thất thủy lực trên 1 đơn vị chiều dài) bằng:

$$i = 5,2.10^{-3}.\mu.v.\frac{\varpi}{m^3} \quad (2.16)$$

Với ω là tổng bề mặt của thành các lỗ rỗng trong một đơn vị thể tích VLL; m là độ rỗng của lớp VLL; v là vận tốc lọc; μ – hệ số nhớt động học của nước.

Kí hiệu độ dốc thủy lực, bề mặt các kênh rỗng và độ rỗng của lớp VLL tại thời điểm đầu tiên của quá trình lọc là i_0, ω_0, m_o còn tại thời điểm t là i, ω, m. Thay các giá trị này vào biểu thức (2.16) nhận được:

$$i_0 = 5,2.10^{-3}.\mu.v.\frac{\varpi^2{}_0}{m_0{}^3} \quad (2.17)$$

$$i = 5,2.10^{-3}.\mu.v\frac{\varpi^2}{m^3} \quad (2.18)$$

Từ (2.17) và (2.18) có quan hệ cho công thức:

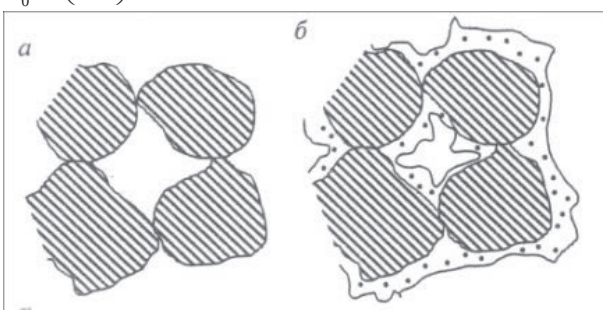
$$\frac{i}{i_0} = \left(\frac{\varpi}{\varpi_0}\right)^2.\left(\frac{m_0}{m}\right)^3 \quad (2.19)$$

Như vậy theo mức độ tích lũy cặn ở trong lớp VLL thì độ rỗng của nó không ngừng giảm xuống. Sự thay đổi bề mặt các lỗ rỗng được thực hiện bằng dòng nước xảy ra theo hai chiều hướng ngược nhau. Một mặt các hạt VLL to dần lên vì các hạt cặn bám dính vào. Điều đó dẫn đến sự gia tăng của bề mặt VLL tiếp xúc với nước. Mặt khác, sự tích lũy cặn trên từng hạt VLL, lúc thì tách ra lúc thì kết hợp với nhau. Tại một số khu vực riêng của không gian lỗ rỗng trước kia nước đã chảy qua thì bây giờ lại xuất hiện "vùng chết" mà nước không chảy qua được. Điều này dẫn đến sự suy giảm các bề mặt tiếp xúc với nước chảy qua.

Hai xu thế này ở đây xu thế nào là chiếm ưu thế thì rất khó xác định. Tuy nhiên, sự tồn tại đồng thời của hai xu thế đối ngược nhau cho phép kết luận rằng đại lượng bề mặt không thể biến đổi một cách đáng kể đối với phần lớn trường hợp kể cả khi so sánh với sự thay đổi độ rỗng mà theo mức độ tích lũy cặn thì không ngừng suy giảm.

Sự tồn tại đồng thời hai khuynh hướng ngược nhau trong việc thay đổi diện tích bề mặt các lỗ rỗng cho phép đi đến kết luận rằng: Trị số $\frac{\omega}{\omega_0}$ không thay đổi nhiều và có thể giả thiết $\frac{\omega}{\omega_0}=1$ vào (2.19) thu được:

$$\frac{i}{i_0} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^3 \quad (2.20)$$



a- trạng thái ban đầu. *b- trạng thái lấp đầy.*

Hình 2.4. Đặc trưng không gian lỗ rỗng bị lấp đầy [6,7, 8]

Ký hiệu thể tích cặn tích lũy trong một đơn vị thể tích của lớp VLL bằng Δm. Độ rỗng của lớp VLL còn lại là:

$$m = m_0 - \Delta m \quad (2.21)$$

Công thức (2.20) có thể viết dưới dạng sau:

$$i = i_0\left(\frac{m_0}{m_0 - \Delta m}\right)^3 \quad (2.22)$$

Thể tích đơn vị Δm của cặn phụ thuộc vào số lượng cặn tính theo trọng lượng trong một đơn vị thể tích lớp lọc ρ và tỷ trọng của cặn γ.

$$\Delta m = \frac{\rho}{\gamma} \quad (2.23)$$

Thay Δm theo (2.23) vào (2.22) thu được:

$$i = i_0\frac{1}{\left(1-\frac{\rho}{m_0.\gamma}\right)^3} \quad (2.24)$$

ii. Tổn thất áp lực trong lớp VLL

Tổn thất áp lực trong quá trình lọc bằng một loại hạt đồng nhất có thể trình bày dưới dạng sau:

$$h = \int_0^L i dx, \quad (2.25)$$

trong đó: L – chiều dày của lớp VLL.

Thay vào đó giá trị i ở công thức (2.25), Δm ở công thức (2.25), có được

$$h = i_0\int_0^L \frac{dx}{\left(1-\frac{\rho}{m_0.\gamma}\right)^3} \quad (2.26)$$

Thay giá trị i_0 vào (2.17) vào (2.26), có được:

$$h = 5,2.10^{-3}.\mu.v.\frac{\omega_0^2}{m_0^3}\int_0^L \frac{dx}{\left(1-\frac{\rho}{m_0.\gamma}\right)^3} \quad (2.27)$$

Sử dụng công thức (2.27) để tính tổn thất áp lực của bể lọc rất khó khăn, bởi vì mật độ bão hòa ρ thay đổi không chỉ do độ dày của lớp lọc mà còn thay đổi theo thời gian.

Dùng phương pháp mô hình hóa quá trình lọc cho phép thu được lời giải đầy đủ chính xác, và biểu diễn được ở dạng thuận tiện hơn cho việc tính toán thực tế, đồng thời rút gọn rất nhiều khối lượng tính toán, mục đích để thiết lập được biểu đồ thông số thực nghiệm như (hình 2.5).

Tổn thất với lớp vật liệu sạch: xác định tổn thất qua lớp VLL sạch. Theo lý thuyết lọc qua lớp VLL dạng hạt của D.M.Mins ta có tổn thấy qua lớp VLL là :

$H_0 = S_0 . L .v = S .v$ (2.28)

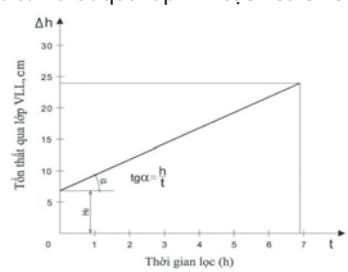
trong đó:

H_0: tổn thất qua lớp VLL sạch (cm);

S_0 - là hệ số tổn thất riêng của lớp VLL sạch;

L- chiều dày lớp VLL (m);

$S_0.L=S$- là hệ số tổn thất qua lớp VLL sạch có chiều dày là L.



Hình 2.5. Biểu đồ tăng tổn thất qua lớp VLL theo thời gian [3]

Trong thực tế S_0 phụ thuộc vào độ rỗng của VLL (m), đường kính tương đương của lớp VLL, hệ số hình dạng α và độ nhớt của nước μ.

Tổn thất với nước bẩn trong quá trình lọc: Xác định hệ số gia tăng tổn thất theo thời gian (k). Theo lý thuyết lọc dạng hạt của Minz D.M. tốc độ gia tăng tổn thất tỷ lệ thuận với hệ số tổn thất riêng (S_0), tỷ lệ thuận với bình phương vận tốc lọc và tỷ lệ với hệ số k đặc trưng cho: (1) nồng độ chất lơ lửng trong nước lọc; (2) sự phân bố chất lơ lửng trong lớp VLL mà do đó nó sẽ thay đổi độ rỗng của lớp VLL. Hệ số k được xác định bằng thực nghiệm theo công thức sau:

$$\Delta h = S_0.k.v^2.t \Rightarrow k = \frac{\Delta h}{S_0.v^2.t} \quad (2.29)$$

Có thể viết lại phương trình (2.29) theo biểu đồ tăng tổn thất áp lực lọc theo thời gian mô tả trên hình (2.5) như sau:

$$H = H_0 + tg\alpha \,.\, t \text{ ; (cm)} \quad (2.30)$$

trong đó:

H: tổng tổn thất áp lực sau thời gian của một chu kỳ lọc; cm..

H_0: tổn thất qua lớp VLL sạch xác định bằng thực nghiệm; cm.

$tg\alpha = S_0.k.v^2$: trị số xác định bằng thực nghiệm; cm/h.

t : thời gian của một chu kỳ lọc (h).

iii. Phương trình hồi quy xác định độ tăng tổn thất áp lực lọc theo thời gian

Từ phương trình (2.30), dùng phương pháp mô hình hóa để tính tổn thất áp lực của lớp vật liệu lọc có thể biểu diễn tổn thất áp lực trong lớp vật liệu lọc có chiều dày x tại thời điểm t theo biểu đồ (hình 2.5). Xử lý kết quả thu được trong quá trình thực nghiệm, tìm ra các thông số trong phương trình lý thuyết và thiết lập được phương trình hồi quy cho từng trường hợp với các yếu tố điều kiện biên nhất định. Việc xử lý kết quả thực nghiệm **[3],** đã tìm ra các thông số (H_o và $tg\alpha$) đối với hai loại hạt VLL nổi là Polystyrene và PE lọc nước mặt có sử dụng chất keo tụ, trong bảng (2.3) dưới đây.

Bảng 2.3. Bảng tra các thông số xác định tổn thất áp lực lọc theo thời gian[3].

STT	Hạt VLL nổi	Vận tốc lọc, (m/h)	Tổn thất qua lớp VLL sạch H_o, (cm)	$tg\alpha$ (cm/h)
1	Polystyrene	5	3,15	0,99
		9,6	9,10	0,64
		13,8	10,40	1,26
2	PE	5	4,95	0,69
		9,6	10,52	0,81
		13,6	18,78	1,41

3. KẾT LUẬN

Trong quá trình nghiên cứu, tiến hành thí nghiệm lọc nước với cùng nguồn nước mặt mà không dùng hóa chất keo tụ tạo bông cặn, kết quả là bể lọc không lọc được cặn, lý do được cho là các cặn hòa tan trong nước và cặn chưa được tạo bông có kích thước quá nhỏ vì vậy không tạo ra khả năng dính bám với các hạn VLL dẫn đến hạt cặn bị dịch chuyển qua lớp VLL làm cho hàm lượng cặn của nước sau lọc vẫn không đạt yêu cầu.

Việc xác định được phương trình đặc trưng cho quá trình lọc qua lớp VLL nổi (phương trình 2.15), cho thấy hàm lượng cặn đầu ra bể lọc C_t là hàm số của thời gian lọc t ứng với nguồn nước đã trộn hóa chất keo tụ, với chiều dầy lớp lọc x và vận tốc lọc v đã biết, bằng thực nghiệm xác định được thời gian của một chu kỳ lọc đảm bảo chất lượng nước sau lọc yêu cầu, và cũng xác định được cường độ bứt các hạt cặn a; cường độ bám dính các phần tử chất bẩn b; mật độ chất bẩn lấp đầy trong khe rỗng của lớp VLL trong một chu kỳ lọc ρ_{gh}, (bảng 2.2), thay vào phương trình 2.15 sẽ là là cơ sở để có được thông số tính toán lý thuyết cho việc xác định hàm lượng cặn đầu ra sau quá trình lọc.

Với bảng số liệu kết quả thực nghiệm (bảng 2.3), khi cần tính toán xác định tổn thất qua lớp vật liệu lọc đối với từng loại VLL cụ thể, ứng với vận tốc lọc và thời gian của một chu kỳ lọc thiết kế, với các thông số H_o và $tg\alpha$ thay vào phương trình xác định tổn thất của lớp VLL theo thời gian (phương trình 2.30) xác định được tổng tổn thất thủy lực, để làm cơ sở cho tính toán kích thước công trình bể lọc và cũng là cơ sở cho việc tính toán thiết kế hệ thống xi phông tự động thu nước rửa lọc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thanh Phong (2016), Nghiên cứu khởi động xi phông trong bể lọc VLL nổi tự rửa, Tạp chí Cấp thoát nước, số 3(107).

2. Nguyễn Thanh Phong (2016), Nghiên cứu ứng dụng mô hình bể lọc VLL nổi tự rửa theo nguyên lý khóa thủy lực xử lý nước nước mặt cấp cho sinh hoạt, Tạp chí Cấp thoát nước, số 4(108)/.

3. Nguyễn Thanh Phong (2017), Nghiên cứu quá trình tự rửa bể lọc vật liệu lọc nổi dùng cho các trạm cấp nước quy mô nhỏ, luận án tiến sĩ kỹ thuật cơ sở hạ tầng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

4. Nguyễn Văn Tín (1998), Nghiên cứu sử dụng bể lọc VLL nổi trong dây chuyền công nghệ khử sắt nước ngầm bằng phương pháp làm thoáng, Luận án tiến sỹ, Trường Đại học Xây dựng.

5. Phạm Ngọc Thái(1986), Sử dụng bể lọc VLL nổi trong cấp thoát nước cho các đối tượng nhỏ và Quân đội, Luận án PTS.KHKT Trường Đại học Bách khoa BRNO Tiệp Khắc.

6. Trịnh Xuân Lai (2002), Xử lý nước thiên nhiên cấp cho sinh hoạt và công nghiệp, NXB KHKT, Hà Nội.

7. Trần Thanh Sơn, Nguyễn Thanh Phong và nhóm nghiên cứu(2014),, "Nghiên cứu công nghệ tự rửa bể lọc VLL nổi xử lý nước cấp cho sinh hoạt", Đề tài nghiên cứu độc lập cấp nhà nước mã số ĐTĐL.2009/T02, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

8. Журба М. Г. (2004),, Соколов Л. И., Издательство АСВ. Москва.Говорова Ж. М. Водоснабжение. Проектирование системы и сооружений. Том 2.

■Ngày nhận bài: 18/7/2024 ■Ngày sửa bài: 19/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 12/9/2024

Xử lý lindan trong nước bằng hấp phụ sử dụng vật liệu nano nhôm hydroxit biến tính bề mặt

Treatment of lindane in water by adsorption using nano surface-modified aluminum hydroxide material

> THS NGUYỄN THỊ HẰNG[1], GS.TS LÊ THANH SƠN[2], TS DƯƠNG THỊ THANH XUYẾN[3], TS NGUYỄN THỊ HỒNG LIỄU[3], PGS.TS PHẠM TIẾN ĐỨC[2]

[1]GV Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến Trúc Hà Nội, Email: hangnt@hau.edu.vn

[2]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Email lethanhson@yahoo.com; tienduchphn@gmail.com;

[3]Cục Kiểm soát ô nhiễm môi trường, Email: dttxuyen@monre.gov.vn; lieunguyen@gmail.com

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, chất hoạt động bề mặt mang điện tích âm Sodium dodecyl sulfate (SDS) được sử dụng để biến tính bề mặt nano α-Al(OH)$_3$ tạo nên vật liệu hấp phụ SMAH và chất hoạt động bề mặt mang điện tích dương Cetyltrimethyl amonium bromide (CTAB) được sử dụng để biến tính bề mặt nano α-Al(OH)$_3$ tạo nên vật liệu hấp phụ CMAH. Lindan là thành phần của thuốc trừ sâu 666, là một hợp chất hữu cơ bền vững, khó phân hủy, dễ tích lũy sinh học và có độc tính cao. Lindan trong môi trường nước được loại bỏ bởi vật liệu SMAH và CMAH với hiệu suất lần lượt là 93,68% và 97,66%. Xác định được các điều kiện tối ưu để xử lý lindan bằng 2 vật liệu hấp phụ biến tính bề mặt là SMAH và CMAH.

Từ khóa: Lindan; hấp phụ; biến tính bề mặt; α-Al(OH)$_3$

ABSTRACT

In this study, the nano α-Al(OH)$_3$ was moficated surface by the negatively charged surfactant Sodium dodecyl sulfate (SDS) to form SMAH modified adsorbent materials and by positive charge Cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) to form CMAH modified adsorbent materials. Lindan is a component of 666 pesticide, an organic compound that is stable that is difficult to decompose, bioaccumulates easily and is highly toxic. Lindane in water was removed by SMAH and CMAH materials with efficiencies of 93.68% and 97.66%, respectively. The optimal conditions were determined to treat lindan with high efficiency.

Keywword: Lindane; adsorption; surface-modified; α-Al(OH)$_3$

1. GIỚI THIỆU

Lindan với công thức hóa học là $C_6H_6Cl_6$, được biết đến là đồng phân gamma-hexacloroxyclehexane (γ-HCH) là thành phần của "thuốc trừ sâu 666". Lindan là trong số các hợp chất hữu cơ khó phân hủy (POPs) bị cấm sử dụng tại nhiều quốc gia, nhưng vẫn được tìm thấy tại một số khu vực trên toàn cầu [20]. Do đặc tính khó phân hủy, lindan có thể tích lũy trong thời gian dài trong môi trường đất, và có thể phát tán vào môi trường nước, ảnh hưởng tiêu cực tới sức khỏe của động vật và con người. Hiện nay, có nhiều kỹ thuật khác nhau đã được nghiên cứu và phát triển để xử lý hoặc phân huỷ lindan như hấp phụ, quang xúc tác, xử lý sinh học, xử lý hóa học. Trong đó, hấp phụ là phương pháp có hiệu quả xử lý cao và phù hợp với các nước đang phát triển khi sử dụng các vật liệu có chi phí thấp, dễ dàng chế tạo và an toàn với môi trường.

Nhôm hydroxit là vật liệu hấp phụ cơ bản được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực liên quan đến công nghiệp và kỹ thuật môi trường. Trong số nhiều pha cấu trúc của nhôm hydroxit, bayerite, α-Al(OH)$_3$ có thể dễ dàng chế tạo với nhiệt độ nung thấp [6]. Tuy nhiên, vật liệu α-Al(OH)$_3$ có đặc tính ưa nước nên khả năng xử lý trực tiếp thuốc bảo vệ thực vật kị nước như lindan rất kém. Vì vậy, việc biến tính bề mặt nhôm hydroxit để thay đổi đặc tính kị nước, tăng cường khả năng xử lý lindan là rất cần thiết. Nghiên cứu biến tính bề mặt của nhôm hydroxit bằng chất hoạt động bề mặt mang điện âm như sodium dodecyl sulfate (SDS) hoặc chất hoạt động bề mặt mang điện dương như cetyl trimetylammonium bromua (CTAB) thân thiện với môi trường để tạo thành một vật liệu hấp phụ hiệu năng cao đã rất thành công để xử lý nhiều chất vô cơ và hữu cơ ô nhiễm [3, 15, 16]. Tuy nhiên, chưa có công trình khoa học nào trong và ngoài nước nghiên cứu xử lý lindan bằng vật liệu nano α-Al(OH)$_3$ được biến tính bằng chất hoạt động bề mặt SDS và CTAB. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này tập trung: "Nghiên cứu xử lý lindan môi trường nước bằng phương pháp hấp phụ sử dụng vật liệu nano α-Al(OH)$_3$ biến tính bằng chất hoạt động bề mặt SDS và CTAB".

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng các phương pháp như: Phương pháp phân tích tổng hợp, phương pháp kế thừa, phương pháp chuyên gia và phương thực nghiệm.

3. HÓA CHẤT VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM

3.1. Hóa chất

Chế tạo vật liệu α-Al(OH)$_3$ trong phòng thí nghiệm: Nhỏ từ từ dung dịch NaOH 4M vào cốc chứa dung dịch Al(NO$_3$)$_3$ 1M đặt trên bếp khuấy từ, vừa thêm vừa khuấy đều, sử dụng khuấy từ với tốc độ

500 vòng/ phút không đổi trong suốt quá trình. Sau khi nhỏ hết NaOH, khuấy từ tiếp khoảng 15 phút để hỗn hợp được trộn đều. Dung dịch thu được được tách bằng cách ly tâm với tốc độ 6000 vòng/phút. Sấy khô vật liệu ở 80°C trong vòng 24 giờ, sau đó nghiền mịn vật liệu. Tiếp tục nung vật liệu ở 800 °C trong vòng 12 giờ. Sau đó để nguội ở nhiệt độ phòng trong cốc polyethylene, thu được vật liệu nano α-Al(OH)$_3$.

Chế tạo vật liệu SMAH: Cân 5 g vật liệu α-Al(OH)$_3$ đã chế tạo được vào ống falcon 50 ml, định mức bằng nước cất 2 lần, sau đó rung siêu âm đến khi thu được dung dịch đồng nhất. Hút 2,0 ml dung dịch đồng nhất ở trên cho vào ống falcon 15 ml, thêm vào đó 1 ml dung dịch SDS 0,1 M, lấy 1 ml dung dịch muối NaCl 0,1M, sau đó chỉnh về pH 4 bằng dung dịch NaOH 0,1M và dung dịch HCl 0,1M. Tiếp tục lắc trên máy tròn trong vòng 2 giờ. Sau 2 giờ lắc, li tâm hỗn hợp trên, gạn bỏ phần dung dịch phía trên, thu phần vật liệu phía đưới. Tiếp đến là rửa chất hấp phụ trong ống bằng nước cất 2 lần để loại bỏ SDS có thể còn sót lại để thu được vật liệu α-Al(OH)$_3$ đã được biến tính bề mặt bởi vật liệu SDS (sau đây gọi tắt là vật liệu biến tính SMAH). Với quy trình tương tự thu được vật liệu α-Al(OH)$_3$ được biến tính bề mặt bởi vật liệu CTAB (sau đây gọi là vật liệu biến tính CMAH).

3.2. Các điều kiện hấp phụ

Điều kiện thí nghiệm xử lý lindan bằng vật liệu biến tính SMAH hoặc CMAH: 10ml dung dịch lindan nồng độ 200 µg/L được trộn với vật liệu hấp phụ SMAH hoặc CMAH trong ống Falcon thể tích 15 mL. Quá trình hấp phụ xử lý lindan được thực hiện ở các pH, thời gian hấp phụ, lượng vật liệu khác nhau để xác định điều kiện tối ưu, mỗi thí nghiệm được lặp lại tối thiểu 3 lần.

3.3. Lý thuyết hấp phụ

Dung lượng hấp phụ của của lindan lên vật liệu SMAH hoặc CMAH được xác định theo phương trình (1):

$$\Gamma = \frac{Ci - Ce}{m} \, x \, 1000 \qquad (1)$$

Trong đó: Ci và Ce là nồng độ ban đầu và nồng độ cân bằng của lindan (µg/L); m là lượng chất hấp phụ (g/L); và Γ là dung lượng hấp phụ của lindan (µg/g).

Hiện nay, một mô hình mới có khả năng áp dụng để mô tả nhiều hệ hấp phụ của các chất hữu cơ trên vật liệu được biến tính bằng chất hoạt động bề mặt. Mô hình 2 bước hấp phụ giả thuyết quá trình hấp phụ xảy ra theo 2 bước rõ rệt [15]. Sự hấp phụ có thể xảy ra trên bề mặt chất hấp phụ rắn và chất bị hấp phụ dạng lỏng. Mô hình hấp phụ hai bước giả thuyết rằng sự hấp phụ của chất hoạt động bề mặt trên bề mặt chất hấp phụ rắn xảy ra theo hai bước. Mô hình này đã được áp dụng thành công để mô tả quá trình hấp phụ của nhiều chất khác nhau. Khi hấp phụ lindan trên bề mặt vật liệu α-Al(OH)$_3$ được biến tính bằng chất hoạt động bề mặt, mô hình hai bước hấp phụ có triển vọng sử dụng để mô tả quá trình hấp phụ. Phương trình hấp phụ cơ bản của mô hình 2 bước hấp phụ có dạng:

$$\Gamma = \frac{\Gamma_\infty k_1 C \left(\frac{1}{n} + k_2 C^{n-1}\right)}{1 + k_1 C (1 + k_2 C^{n-1})} \qquad (2)$$

Với Γ là dung lượng hấp phụ (mg/g); Γ_∞ là dung lượng hấp phụ cực đại ở nồng độ cao (mg/g); k_1 và k_2 là hằng số cân bằng của bước hấp phụ đơn lớp đầu tiên và hấp phụ của n phân tử chất bị hấp phụ hoặc hấp phụ đa lớp; C là nồng độ cân bằng của lindan (M).

3.4. Phương pháp xác định lindan

Lindan và DDT trong dung dịch nước được chiết một lần bằng 2 mL dung dịch n-hexane. Các chất sau khi chiết được loại nước bằng natri sulfat khan và cô quay bằng khí N_2. Sau đó, dịch chiết được định lượng bằng sắc ký khí GC-ECD. Các thông số của thiết bị GC-ECD để xác định lindan và DDT được tham khảo từ phương pháp EPA 8081B - Oganochlorine Pesticides by Chromatography và chỉ ra trong Bảng 1.

Bảng 1: Các thông số của GC-ECD để xác định lindan và DDT

Thông số	GC-ECD
Nhiệt độ tiêm mẫu	250°C
Kiểu tiêm mẫu Injection type	Không chia dòng
Thể tích tiêm mẫu	2 µL
Tốc độ khí mang	Nitrogen (99,99%), 1,2 mL/phút
Khí phụ trợ	Nitrogen (99,99%), 25 mL/phút
Nhiệt độ buồng cột	160°C (giữ 2 phút), tăng nhiệt 5°C/phút tới 280°C (4 phút), tổng thời gian chạy: 18 phút
Nhiệt độ Detector	300°C
Giới hạn phát hiện của phương pháp	0,087 - 0,18 µg/L
Giới hạn định lượng của phương pháp	0,26 - 0,55 µg/L
Độ lặp lại của phương pháp (RSD)	3-6 %

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đánh giá hiệu quả xử lý lindan bằng vật liệu α-Al(OH)$_3$ không biến tính và có biến tình bởi chất hoạt động bề mặt.

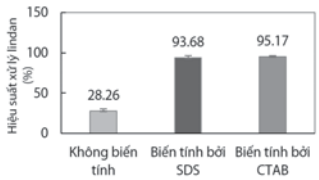
Hình 1, cho thấy hiệu suất xử lý lindan khi hấp phụ bởi vật liệu nhôm hydroxit không biến tính và có biến tính bởi SDS (vật liệu SMAH) và CTAB (vật liệu CMAH) với cùng nồng độ ban đầu của lindan (C_0) = 200µg/L và các điều kiện thí nghiệm khác là cố định. Hình 1**Error! Reference source not found.** cũng chỉ ra rằng hiệu suất xử lý khi không biến tính vật liệu α-Al(OH)$_3$ chỉ đạt 28,26%; khi biến tính bởi SDS, hiệu suất tăng đáng kể, đạt 93,68%; và khi biến tính bởi CTAB, hiệu suất đạt 95,17%. Như vậy, có thể khẳng định khả năng xử lý lindan bằng hấp phụ sử dụng vật liệu có biến tính SMAH và CMAH cao hơn nhiều so với vật liệu không biến tính α-Al(OH)$_3$.

4.2. Ảnh hưởng của pH lên khả năng xử lý lindan bằng hấp phụ trên vật liệu SMAH và CMAH

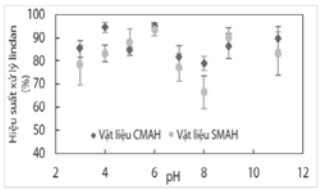
Môi trường pH có ảnh hưởng lớn đến điện tích bề mặt vật liệu α-Al(OH)$_3$ và khả năng giải hấp SDS/CTAB ra khỏi bề mặt vật liệu hấp phụ. Bởi vậy, việc khảo sát ảnh hưởng của pH là đặc biệt quan trọng. Kết quả tại Hình 2 cho thấy đối với vật liệu α-Al(OH)$_3$ khi được biến tính bằng SDS hoặc CTAB, pH tối ưu để hấp phụ xử lý lindan bằng 2 vật liệu SMAH và CMAH là pH 6 với hiệu suất lần lượt đạt 93,68% và 95,17%. Tại pH trong khoảng từ 7 đến 8 là điểm không mang điện của Al(OH)$_3$, SDS bị giải hấp một phần, tương tác không tĩnh điện của lớp mixen và lindan bị cạnh tranh bởi tương tác không tĩnh điện yếu của lindan và bề mặt Al(OH)$_3$ nên hiệu suất xử lý lindan là thấp nhất. Tại pH 6, lớp mixen kép của SDS trên bề mặt vật liệu được tăng cường trong khi quá trình giải hấp SDS không đáng kể. Tại pH 3 hiệu suất xử lý lindan giảm do một phần tại pH thấp với độ axit cao vật liệu Al(OH)$_3$ bị hòa tan và làm giảm khả năng hấp phụ.

Kết quả này cũng tương tự với hiệu suất xử lý của lindan bằng vật liệu CMAH tại các pH khác nhau. Hình 2 cho thấy rằng hiệu suất xử lý lindan lớn nhất trong khoảng pH từ 4 đến 6 khi sử dụng vật liệu hấp phụ là CMAH. Tại pH 5, hiệu suất có xu hướng giảm nhẹ, điều này chứng tỏ có các tương tác khác ngoài tương tác tĩnh điện tác động lớn tới quá trình hấp phụ, nhưng độ lệch chuẩn thấp chứng tỏ thí nghiệm có tính lặp lại cao. Hiệu suất giảm nhẹ do tương tác giữa lindan và các mixen CTAB làm giảm khả năng hấp phụ của lindan lên bề mặt vật liệu CMAH. Tại pH < 4, quá trình giải hấp CTAB

có thể diễn ra và hiệu suất xử lý lindan thấp hơn. Tại pH 4, lindan có thể tương tác với bề mặt CMAH bằng tương tác kỵ nước. Tại pH 6, các phân tử CTAB được thúc đẩy sao cho tương tác không tĩnh điện giữa lớp kép của mạch cacbon của CTAB và vòng lindan kỵ nước. Hiệu suất xử lý cao nhất đạt được ở pH 6 là 95,17%. Môi trường pH 6 được chọn là pH tối ưu để xử lý lindan bằng vật liệu CMAH và SMAH.



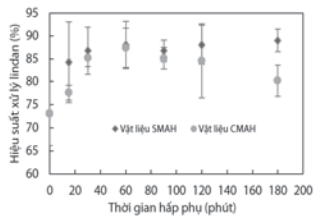
Hình 1. Khả năng xử lý lindan bằng vật liệu *α-Al(OH)₃* không biến tính và có biến tính bởi SDS và CTAB tại pH 6



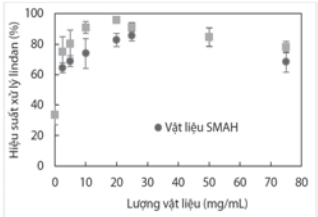
Hình 2. Ảnh hưởng của pH tới khả năng xử lý lindan bằng vật liệu SMAH và CMAH

4.3. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian hấp phụ trên vật liệu hấp phụ SMAH và CMAH

Thời gian ảnh hưởng tới quá trình cân bằng hấp phụ do đó khảo sát thời gian hấp phụ là cần thiết. Tiến hành khảo sát thời gian hấp phụ lindan trên vật liệu SMAH và CMAH từ 0 đến 180 phút.



Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian hấp phụ tới khả năng xử lý lindan bằng vật liệu α-Al(OH)₃ khi biến tính bởi SDS hoặc CTAB



Hình 4. Ảnh hưởng của lượng vật liệu SMAH và CMAH tới hiệu suất xử lý lindan

Kết quả tại Hình 3 cho thấy hiệu suất xử lý lindan tăng khi tăng thời gian hấp phụ từ 0 đến 60 phút, mặc dù độ lệch chuẩn có sự biến động lớn dù đã tiến hành thí nghiệm lặp lại nhiều lần. Các kết quả thể hiện hiệu suất xử lý của lindan tuân theo quy luật và có thể giải thích được ảnh hưởng của thời gian hấp phụ. Kết quả này được lý giải bởi quá trình hấp phụ đạt cân bằng trong khoảng thời gian 60 phút. Sau 60 phút, hiệu suất xử lý thay đổi không đáng kể khi hấp phụ lindan bằng vật liệu SMAH, tuy nhiên, hiệu suất có chiều hướng giảm khi hấp phụ lindan bởi vật liệu CMAH. Từ các nghiên cứu trước cho thấy, pH tối ưu để CTAB hấp phụ lên bề mặt nano α-Al(OH)₃ là 10, trong thí nghiệm về ảnh hưởng của thời gian hấp phụ được tiến hành tại pH = 6, do vậy, tại pH 6 có thể xảy ra quá trình giải hấp một phần CTAB ra khỏi bề mặt vật liệu nano α-Al(OH)₃ khi tăng thời gian hấp phụ lindan. Do đó, thời gian hấp phụ tối ưu là 60 phút để xử lý lindan bằng vật liệu SMAH và CMAH. Thời gian hấp phụ trong nghiên cứu này ngắn hơn đáng kể khi xử lý lindan bằng vật liệu hấp phụ fungal với thời gian cân bằng lên đến 210 phút [20]. Kết quả tại Hình 3 cũng cho thấy, tại thời gian t = 0 phút, hiệu suất xử lý của lindan khi không có vật liệu SMAH và CMAH là 73,14%. Điều này chứng tỏ quá trình ban đầu khi cho chất bị hấp phụ vào vật liệu đã có tương tác nhưng do điều kiện thí nghiệm khó có thể xác định chính xác thời gian t = 0, thời gian này được coi là bắt đầu tương tác. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với các nghiên cứu tương tự xử lý kim loại nặng bằng vật liệu hấp phụ γ-Al_2O_3 được biến tính bởi chất HĐBM SDS [11]. Độ lệch chuẩn trong các thí nghiệm biến động mạnh là do thí nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần và mỗi lần có thể có sai số do quá trình động học hấp phụ theo thời gian khó lặp lại đối với hấp phụ với sự có mặt của mixen.

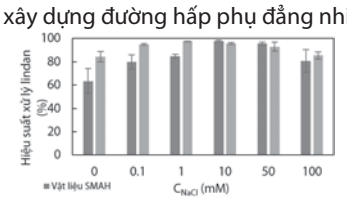
4.4. Khảo sát ảnh hưởng của lượng vật liệu hấp phụ SMAH và CMAH

Lượng vật liệu có ảnh hưởng lớn tới khả năng hấp phụ do ảnh hưởng trực tiếp tới số lượng vị trí tương tác với chất bị hấp phụ và tổng điện tích bề mặt hấp phụ. Kết quả thực nghiệm tại Hình 4 cho thấy hiệu suất xử lý lindan tăng khi lượng vật liệu biến tính tăng do tổng điện tích bề mặt tăng. Khi tăng lượng vật liệu đến 25 mg/mL sử dụng vật liệu biến tính SMAH và 20 mg/mL khi sử dụng vật liệu CMAH thì hiệu suất xử lý lindan đạt cao nhất. Tiếp tục tăng lượng vật liệu thì hiệu suất xử lý có xu hướng giảm do sự keo tụ nhanh của các hạt vật liệu nano trong điều kiện có mặt các chất bị hấp phụ [16]. Vì vậy, 25 mg/mL và 20 mg/mL lần lượt là lượng vật liệu tối ưu để hấp phụ lindan khi sử dụng vật liệu SMAH và CMAH, với hiệu suất tối ưu tương ứng là 85,37% và 95,82%. Một lưu ý từ kết quả trên cho thấy, tại điểm lượng vật liệu bằng 0 mg/L, tức là khi không thêm vật liệu thì hiệu suất xử lý của lindan bằng 33,67 %. Nguyên nhân trong quá trình điều chỉnh pH của dung dịch bằng HCl và NaOH sẽ tạo ra muối NaCl, làm thay đổi lực ion và đặc tính phân ly của nước. Trong khi đó, lindan là một chất không phân cực, và độ tan của lindan vào nước có thể bị ảnh hưởng trong điều kiện lực ion của dung dịch tăng lên.

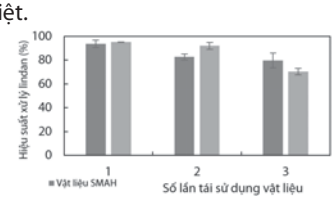
4.5. Khảo sát ảnh hưởng của lực ion đến hiệu quả xử lý lindan bằng hấp phụ trên vật liệu SMAH và CMAH

Lực ion thể hiện bằng thay đổi nồng độ muối nền có ảnh hưởng lớn tới khả năng giải hấp SDS/CTAB ra khỏi bề mặt α-Al(OH)₃. Do đó, khảo sát nồng độ muối nền rất quan trọng. Hiệu suất xử lý lindan bằng SMAH và CMAH được tiến hành tại các nồng độ NaCl khác nhau từ 0 đến 100 mM. Ảnh hưởng của nền muối được thể hiện tại Hình 5. Kết quả tại Hình 5 cho thấy hiệu suất xử lý lindan đạt tối ưu ở nồng độ muối 10 mM với hiệu suất đạt 97,88% khi sử dụng vật liệu SMAH. Hiệu suất xử lý lindan tăng lên đáng kể khi tăng lực ion từ 0 đến 10 mM. Điều này cho thấy có tương tác kị nước giữa các phân tử lindan không phân cực và đuôi alkyl của SDS. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý lindan đã giảm khi tăng lực ion từ 10 đến 100 mM do sự giải hấp SDS trên bề mặt α-Al(OH)₃ [10].

Tương tự, hiệu suất xử lý lindan đạt tối ưu ở nồng độ muối 1 mM với hiệu suất đạt 97,66% khi sử dụng vật liệu CMAH. Việc xử lý lindan tăng lên khi tăng cường độ ion từ 0 lên 1 mM, sau đó quan sát thấy mức giảm từ 10 xuống 100 mM. Tương tác kị nước giữa các phân tử lindan không phân cực và đuôi alkyl của mixen kép CTAB được tăng lên khi lực ion tăng. Mặt khác, ở hàm lượng muối cao, quá trình giải hấp CTAB khỏi bề mặt chất hấp phụ cũng được tăng cường [4] . Ảnh hưởng của cường độ ion được nghiên cứu chi tiết hơn khi khảo sát xây dựng đường hấp phụ đẳng nhiệt.



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ muối nền đến hiệu suất xử lý lindan bằng vật liệu α-Al(OH)₃ khi biến tính bởi SDS hoặc CTAB



Hình 6. Hiệu suất xử lý lindan bằng vật liệu hấp phụ SMAH và CMAH sau ba lần tái sử dụng

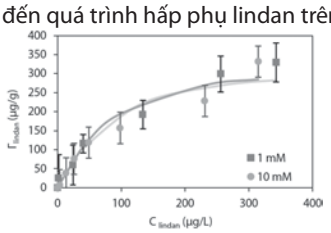
4.6. Đường đẳng nhiệt hấp phụ của lindan trên vật liệu SMAH và CMAH

Để làm rõ hơn ảnh hưởng của lực ion lên khả năng hấp phụ lindan trên vật liệu SMAH và CMAH, nghiên cứu tiến hành xây dựng đường hấp phụ đẳng nhiệt trên các nền muối có nồng độ khác nhau bằng cách thay đổi nồng độ đầu của lindan. Sau đó tiến hành hấp phụ lindan trên vật liệu SMAH và CMAH. Sử dụng mô hình hai bước hấp phụ đẳng nhiệt để mô tả quá trình hấp phụ [15]. Các kết quả thu được về đường hấp phụ đẳng nhiệt của lindan trên vật liệu

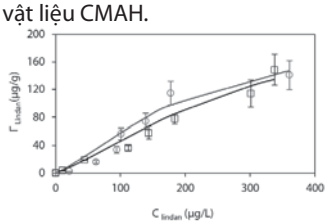
SMAH và CMAH tại các nồng độ muối nền khác nhau được thể hiện ở Hình 7 và Hình 8.

Kết quả thực nghiệm tại Hình 7 cho thấy sự hấp phụ lindan trên vật liệu SMAH ít phụ thuộc vào nồng độ NaCl. Nồng độ muối cao làm giảm tương tác tĩnh điện giữa bề mặt mang điện và các ion mang điện trái dấu. Vì lindan có đặc tính kị nước cao, nên các tương tác không tĩnh điện như tương tác kị nước có thể là lực tương tác chính thúc đẩy sự hấp phụ. Tại hai nồng độ NaCl là 1 và 10 mM, dung lượng hấp phụ cực đại của lindan khác nhau không đáng kể. Nói cách khác, hấp phụ lindan chịu ảnh hưởng chủ yếu của lực tương tác kị nước giữa phân tử lindan và phần lõi của lớp mixen kép kị nước của SDS trên bề mặt vật liệu hấp phụ.

Kết quả thực nghiệm tại Hình 8 cho thấy, dung lượng hấp phụ lindan trên vật liệu CMAH giảm khi tăng cường độ ion ở nồng độ muối thấp. Tuy nhiên, dung lượng hấp phụ của lindan tăng lên khi nồng độ muối tăng từ 1 đến 10 mM với nồng độ của lindan lớn hơn 200 µg/L. Ở nồng độ lindan dưới 200 µg/L, dung lượng hấp phụ cao hơn tại nồng độ muối cao. Kết quả là, một giao điểm chung (CIP) xuất hiện trên các đường đẳng nhiệt, cho thấy rằng tương tác tĩnh điện đóng vai trò quan trọng đối với sự hấp phụ lindan trên CMAH tại nồng độ thấp. Xu hướng này khác với đường đẳng nhiệt hấp phụ lindan trên SMAH trong đó sự hấp phụ không phụ thuộc vào lực ion. Các tham số của đường đẳng nhiệt hấp phụ lindan theo mô hình hai bước tại 10 mM cao hơn so với 1 mM, cho thấy rằng các tham số này hữu ích để đánh giá ảnh hưởng của lực ion hay nồng độ muối đến quá trình hấp phụ lindan trên vật liệu CMAH.



Hình 7. Hấp phụ của lindan trên vật liệu SMAH tại các nồng độ muối nền khác nhau. Các điểm biểu diễn kết quả thực nghiệm trong khi các đường được mô tả bằng mô hình 2 bước hấp phụ



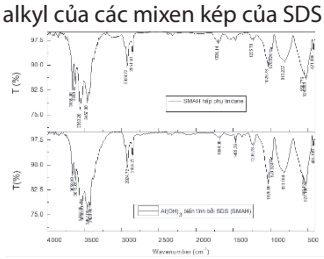
Hình 8. Hấp phụ của lindan trên vật liệu CMAH tại các nồng độ muối nền khác nhau. Các điểm biểu diễn kết quả thực nghiệm trong khi các đường được mô tả bằng mô hình 2 bước hấp phụ

4.7. Đánh giá cơ chế hấp phụ

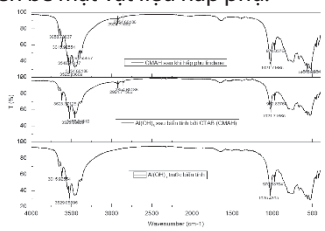
a. Đánh giá sự thay đổi nhóm chức bề mặt bằng phổ hồng ngoại

Để chứng minh sự thay đổi của các nhóm chức trên bề mặt vật liệu khi biến tính nhôm hydroxit bằng SDS và sau khi hấp phụ lindan, nghiên cứu tiến hành chụp phổ hồng ngoại FT-IR của các mẫu vật liệu rắn sau khi ép viên với KBr. Phổ FT-IR được ghi trong dải từ 400 - 4000 cm^{-1}. Ba mẫu vật liệu được tiến hành chụp phổ IR trong cùng điều kiện bao gồm: Mẫu vật liệu nano nhôm hydroxit sau khi được xử lý nhiệt, mẫu nano nhôm hydroxit sau khi được biến tính SDS, mẫu nhôm hydroxit sau khi biến tính SDS và được hấp phụ lindan trong điều kiện hấp phụ tối ưu. Các kết quả chụp phổ FT-IR của vật liệu α-$Al(OH)_3$ sau khi xử lý nhiệt, sau khi biến tính bằng hấp phụ SDS và sau khi hấp phụ lindan được thể hiện ở các Hình 9 và Hình 10.

Kết quả đo tại Hình 9 cho thấy phổ FT-IR của vật liệu SMAH xuất hiện pic chân rộng mạnh ở khoảng 3500 cm^{-1}, đặc trưng cho dao động của nhóm -OH, tương tự như vật liệu α-$Al(OH)_3$. Tuy nhiên, các đỉnh nhọn đối xứng và không đối xứng ứng với dao động của -CH_2- ở các số sóng 2924,71 và 2855,22 cm^{-1} xuất hiện với cường độ mạnh trong phổ FT-IR của SMAH [18], chứng tỏ rằng sự tương tác kị nước đã xuất hiện trên bề mặt nano α-$Al(OH)_3$. Ngoài ra, đỉnh hấp thụ mạnh của nhóm sunfat trong phân tử SDS ở khoảng 1226,73 cm^{-1} [13, 15] bị giảm mạnh cường độ và chuyển dịch sang số sóng dài hơn 1235,78 cm^{-1} trong phổ FT-IR của SMAH. Sau khi hấp phụ lindan, các đỉnh hấp thụ ở 1029,99 và 555,77 cm^{-1} được đặc trưng cho dao động biến dạng của Al-O, và các đỉnh đặc trưng cho nhóm alkyl bị giảm cường độ trong khi đỉnh đặc trưng cho sunfat ở khoảng 1235,78 cm^{-1} vẫn xuất hiện, chứng tỏ rằng sự hấp phụ lindan trên SMAH chủ yếu do sự tương tác giữa phân tử lindan kị nước và gốc alkyl của các mixen kép của SDS trên bề mặt vật liệu hấp phụ.



Hình 9. Phổ FT-IR của vật liệu nano nhôm hydroxit biến tính bởi chất hoạt động bề mặt SDS (vật liệu SMAH) và vật liệu SMAH sau khi hấp phụ lindan

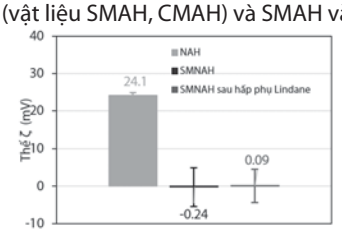


Hình 10. Phổ FT-IR của vật liệu nhôm hydroxit trước và sau khi biến tính bởi CMAH (CMAH) và CMAH sau khi hấp phụ lindan

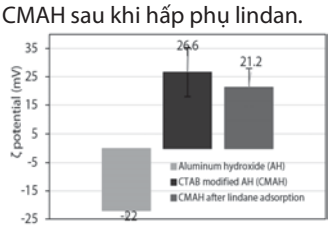
Kết quả chụp phổ FT-IR của vật liệu α-$Al(OH)_3$ sau khi biến tính bằng hấp phụ CTAB và vật liệu CMAH sau khi hấp phụ lindan được thể hiện tại Hình 10. Phổ IR của vật liệu α-$Al(OH)_3$ trước biến tính cho thấy các các đỉnh nhọn ở 3615,93 cm^{-1} và 3529,06 cm^{-1} đặc trưng cho dao động -OH, các đỉnh nhọm ở 1025,44 cm^{-1} và 970,84 cm^{-1} đặc trưng cho dao động của liên kết Al-O. Sau khi α-$Al(OH)_3$ được biến tỉnh bởi CTAB, xuất hiện các đỉnh nhọn với cường độ mạnh đặc trưng cho dao động của -CH_2- đối xứng và không đối xứng tại các số sóng 2924,71 và 2854,60 cm^{-1} [2], chứng tỏ tương tác kị nước xuất hiện trên bề mặt α-$Al(OH)_3$ sau khi biến tính bằng CTAB. Sau khi CMAH hấp phụ lindan (Hình 10), các đỉnh hấp thụ ở 1021,72 và 970,83 cm^{-1} được đặc trưng cho dao động biến dạng của Al-O, và các đỉnh đặc trưng cho nhóm alkyl bị giảm cường độ, chứng tỏ rằng sự hấp phụ lindan trên CMAH là do sự tương tác giữa phân tử lindan kị nước và gốc alkyl của các mixen kép của CTAB trên bề mặt vật liệu hấp phụ.

b. Đánh giá sự thay đổi điện tích bề mặt vật liệu hấp phụ bằng thế Zeta

Thế zeta được dùng để đánh giá sự thay đổi điện tích bề mặt vật liệu α-$Al(OH)_3$ trước khi biến tính, sau khi biến tính bằng SDS/CTAB (vật liệu SMAH, CMAH) và SMAH và CMAH sau khi hấp phụ lindan.



Hình 11. Thế Zeta của vật liệu nano nhôm hydroxit (NAH), NAH được biến tính bằng SDS (SMAH) và SMAH sau khi hấp phụ lindan trong nền muối 10 mM NaCl (pH 6,0)



Hình 12. Thế Zeta của vật liệu nano nhôm hydroxit (AH), AH được biến tính bằng CTAB (CMAH) và CMAH sau khi hấp phụ lindan trong nền muối 1 mM NaCl (pH 6,0)

Kết quả tại Hình 11 cho thấy tại pH 6,0, thế ζ của nano nhôm hydroxit (NAH) là dương (ζ = + 24,1 mV). Sau khi biến tính bằng SDS ở nồng độ cao, vật liệu SMAH với có sự tồn tại của lớp mixen kép trên bề mặt nên điện tích bề mặt của SMAH âm rất nhỏ với ζ = −0,24 mV. Kết quả này chỉ ra rằng tương tác kị nước của mixen kép chứa gốc alkyl trong SDS mạnh [13, 15]. Tuy nhiên, sau khi hấp phụ lindan với sự gia tăng tính kị nước, điện tích bề mặt của

SMAH thay đổi không đáng kể (ζ = +0,09 mV). Những thay đổi về giá trị thế ζ và thay đổi về nhóm chức bề mặt từ kết quả phổ FT-IR chỉ ra rằng sự hấp phụ lindan vào SMAH chủ yếu do các tương tác kị nước, trong khi lực tương tác tĩnh điện là không đáng kể. Khi hấp phụ lindan ở pH= 6, điện tích bề mặt đã tăng lên hay nói cách khác là bớt âm điện hơn so với vật liệu đã biến tính bằng SDS. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với hấp phụ đẳng nhiệt của lindan trên vật liệu α-Al(OH)$_3$ biến tính bằng SDS.

Hình 12 cho thấy điện thế ζ của nano α-Al(OH)$_3$ tại pH = 10 là ζ = -22 mV. Sau khi hấp phụ CTAB ở cường độ ion thấp, CMAH được hình thành với điện tích dương cao (ζ = + 26,6 mV). Sự đảo ngược điện tích trong trường hợp này tương tự như sự hấp phụ CTAB trên nanosilica [4]. Tuy nhiên, sau khi hấp phụ lindan, điện tích bề mặt của CMAH giảm đi với ζ = +21,2 mV mặc dù lindan là một chất kỵ nước. Kết quả này khác với sự hấp phụ lindan trên hydroxit nhôm biến tính SDS với thế ζ không đáng kể. Các điện tích trái dấu giữa nitơ trong amin của CTAB và các loại clorua âm trong phân tử lindan gây ra sự giảm điện thế ζ. Dựa trên kết quả của các đường đẳng nhiệt hấp thụ và thay đổi điện tích bề mặt chứng tỏ rằng sự hấp thu lindan trên CMAH bị chi phối bởi cả tương tác kị nước và tĩnh điện.

4.8. Khả năng tái sử dụng vật liệu

Khả năng tái sử dụng của vật liệu hấp phụ rất quan trọng để nhấn mạnh hiệu quả của vật liệu. Việc tái sử dụng CMAH được lặp lại ba lần và cho kết quả tại Hình 6. Trong quá trình biến tính bằng CTAB và hấp phụ-giải hấp lindan, hiệu suất có giảm. Tuy nhiên, sau ba lần tái sử dụng, hiệu suất xử lý giảm không đang kể vẫn đạt trên 70 % (Hình 6), chứng tỏ rằng CMAH là chất hấp phụ mới và có thể tái sử dụng để loại bỏ lindan. Nghiên cứu khả năng tái sử dụng của vật liệu hấp phụ SMAH cũng được thực hiện tương tự như quy trình trên, trong đó việc tái sử dụng SMAH được lặp lại ba lần, hiệu quả loại bỏ lindan qua ba lần tái sử dụng của vật liệu vẫn đạt trên 79%.

5. KẾT LUẬN

Xử lý lindan bằng phương pháp hấp phụ sử dụng vật liệu nano α-Al(OH)$_3$ được biến tính bề mặt bằng chất HĐBM SDS/CTAB đã thu được những kết quả khả quan, hiệu suất xử lý trên 90% đối với cả 2 chất hoạt động bề mặt trong khi lindan là hợp chất bền và không phân cực. Đã xác định được các điều kiện tối ưu để xử lý lindan bằng 2 vật liệu hấp phụ biến tính bề mặt là SMAH và CMAH. Áp dụng thành công mô hình 2 bước hấp phụ để mô tả quá trình hấp phụ đẳng nhiệt của Lindan trên vật liệu nano α-Al(OH)$_3$ biến tính bằng SDS và CTAB tại các nồng độ muối NaCl khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1.Boucher, Francis R and Lee, Fred G (1972), "Adsorption of lindane and dieldrin pesticides on unconsolidated aquifer sands", *Environmental Science & Technology*. 6(6), pp. 538-543.

2. Campbell, Richard A, et al. (2004), "External reflection FTIR spectroscopy of the cationic surfactant hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) on an overflowing cylinder", *Langmuir*. 20(20), pp. 8740-8753.

3. Chu, Thi Phuong Minh, et al. (2019), "Synthesis, characterization, and modification of alumina nanoparticles for cationic dye removal", *Materials Letters*. 12(3), p. 450.

4. Dinh, Thi Diu, et al. (2022), "Removal of beta-lactam antibiotic in water environment by adsorption technique using cationic surfactant functionalized nanosilica rice husk", *Environmental Earth Sciences*. 210, p. 112943.

5. Gupta, Vinod K, et al. (2002), "Removal of lindane and malathion from wastewater using bagasse fly ash—a sugar industry waste", *Water Research*. 36(10), pp. 2483-2490.

6. Kasprzyk-Hordern, Barbara (2004), "Chemistry of alumina, reactions in aqueous solution and its application in water treatment", *Advances in colloid interface science*. 110(1-2), pp. 19-48.

7. Langmuir, Irving (1916), "The constitution and fundamental properties of solids and liquids. Part I. Solids", *Journal of the American chemical society*. 38(11), pp. 2221-2295.

8. Liyan, Song, et al. (2007), "Biomimetic fat cell (BFC) preparation and for lindane removal from aqueous solution", *Journal of hazardous materials*. 146(1-2), pp. 289-294.

9. Nguyen, Thi Hang, et al. (2023), "Adsorption behavior of cationic surfactant onto aluminum hydroxide nanoparticles and application in lindane removal", *Materials Today Communications*. 34, p. 105266.

10. Nguyen, Thi Hang, et al. (2020), "Removal of lindane from aqueous solution using aluminum hydroxide nanoparticles with surface modification by anionic surfactant", *Polymers*. 12(4), p. 960.

11. Nguyen, Thi Minh Thu, et al. (2018), "Adsorption of anionic surfactants onto alumina: characteristics, mechanisms, and application for heavy metal removal", *International Journal of Polymer Science*. 2018, pp. 1-11.

12. Piccin, Jeferson Steffanello, et al. (2017), "Adsorption isotherms in liquid phase: experimental, modeling, and interpretations", *Adsorption processes for water treatment purification*, pp. 19-51.

13. Pham, Tien Duc, et al. (2017), "Adsorptive removal of ammonium ion from aqueous solution using surfactant-modified alumina", *Environmental Chemistry*. 14(5), pp. 327-337.

14. Pham, Tien Duc, Kobayashi, Motoyoshi, and Adachi, Yasuhisa (2013), "Interfacial characterization of α-alumina with small surface area by streaming potential and chromatography", *Colloids Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects*. 436, pp. 148-157.

15. Pham, Tien Duc, Kobayashi, Motoyoshi, and Adachi, Yasuhisa (2015), "Adsorption of anionic surfactant sodium dodecyl sulfate onto alpha alumina with small surface area", *Colloid Polymer Science*. 293, pp. 217-227.

16. Pham, Tien Duc, et al. (2017), "Adsorptive removal of copper by using surfactant modified laterite soil", *Journal of Chemistry*. 2017.

17. Ratola, Nuno, Botelho, Cidália, and Alves, Arminda (2003), "Influence of metals on lindane adsorption onto pine bark", *Water, Air and Soil Pollution: Focus*. 3, pp. 181-188.

18. Sperline, RP, Song, Yuan, and Freiser, H (1992), "Fourier transform infrared attenuated total reflection spectroscopy linear dichroism study of sodium dodecyl sulfate adsorption at the alumina/water interface using alumina-coated optics", *Langmuir*. 8(9), pp. 2183-2191.

19. Sprynskyy, Myroslav, Ligor, Tomasz, and Buszewski, Bogusław (2008), "Clinoptilolite in study of lindane and aldrin sorption processes from water solution", *Journal of Hazardous Materials*. 151(2-3), pp. 570-577.

20. Young, E and Banks, CJ (1998), "The removal of lindane from aqueous solution using a fungal biosorbent: The influence of pH, temperature, biomass concentration, and culture age", *Environmental technology*. 19(6), pp. 619-625.

21. Saez, Juliana M, et al. (2014), "Enhanced lindane removal from soil slurry by immobilized Streptomyces consortium", *International Biodeterioration & Biodegradation*. 93, pp. 63-69.

■Ngày nhận bài: 17/7/2024 ■Ngày sửa bài: 15/8/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 13/9/2024

Giải pháp quản lý thoát nước phường Thanh Bình, TP Hải Dương, hướng đến hạ tầng đô thị xanh

Drainage management solutions in Thanh Binh ward, Hai Duong City towards green urban infrastructure

> NGUYỄN VĂN NAM[1], NGUYỄN THÚC PHONG[2]
[1]GV Khoa KTHT&MT Đô thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: namnv@hau.edu.vn [2]Sở Xây dựng Hải Dương

TÓM TẮT

Phường Thanh Bình, TP Hải Dương là một trong những phường có vị trí, vai trò quan trọng trong sự phát triển của thành phố. Hệ thống thoát nước của phường được quan tâm đầu tư xây dựng cơ bản tương đối đồng bộ; tuy nhiên do quá trình phát triển nhanh đô thị trong thời gian gần đây cho thấy một số vấn đề cần phải kiểm soát chặt chẽ và cần tăng cường thêm các giải pháp quản lý nhằm giảm thiểu hơn nữa tình trạng ngập úng, ảnh hưởng của nước thải tới môi trường và đời sống người dân của phường nói riêng và thành phố nói chung. Bài báo, tập trung phân tích đánh giá thực trạng công tác quản lý thoát nước trong khu vực phường Thanh Bình, đồng thời dựa trên một số cơ sở khoa học, tác giả đã đề xuất các giải pháp quản lý như: quản lý kỹ thuật, cải tạo, nâng cấp hệ thống thoát nước; điều chỉnh mô hình quản lý; và tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong quản lý thoát nước... đây là các giải pháp phù hợp với quy mô, tính chất, đặc thù của phường và sẽ đem lại những hiệu quả thiết thực nhất cho phường, hướng đến hạ tầng đô thị xanh và có thể nhân rộng cho các phường lân cận trên thành phố.

Từ khóa: Quản lý kỹ thuật; thoát nước; thoát nước mặt; mô hình quản lý...

ABSTRACT:

Thanh Binh Ward, Hai Duong City is one of the wards with an important position and role in the development of the city. The ward's drainage system is invested in relatively synchronous basic construction; However, due to the recent rapid urban development, some issues need to be strictly controlled and management solutions need to be reinforced to continuously reduce flooding and the effects of wastewater to the environment and life of local people in the Ward in particular and the city in general. The article focuses on analyzing and evaluating the current status of drainage management in Thanh Binh Ward , and based on a number of scientific bases, the author has proposed a number of management solutions such as: Technical management, renovation and upgrading of drainage systems; adjust the management model; and increasing community participation in drainage management... these are solutions suitable to the scale, nature, and characteristics of the ward and will bring the most practical effects to the ward, towards green urban infrastructure and can be extended to neighboring wards in the city.

Keywords: Technical management; drainage; surface drainage; management model...

1. TỔNG QUAN VỀ THỰC TRẠNG QUẢN LÝ THOÁT NƯỚC PHƯỜNG THANH BÌNH, TP HẢI DƯƠNG

Phường Thanh Bình có tổng diện tích đất tự nhiên là 262,89 ha nằm phía Tây TP Hải Dương, có vị trí phía Bắc giáp phường Việt Hòa và phường Cẩm Thượng, phía Nam giáp phường Tân Bình, phía Đông giáp phường Bình Hàn, Phạm Ngũ Lão và Tân Bình, phía Tây giáp phường Tứ Minh (hình 1). Phường có địa hình tương đối bằng phẳng, các khu dân cư cũ có cao độ từ +1,50 ÷ +3,00m. Hướng dốc chung của địa hình là từ dọc trục đường Quốc lộ 5 thấp dần về phía sông Sặt, thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Phường được chia thành 12 khu dân cư (khu dân cư 1 đến khu dân cư 12), với tổng dân số là 45.342 người [6].

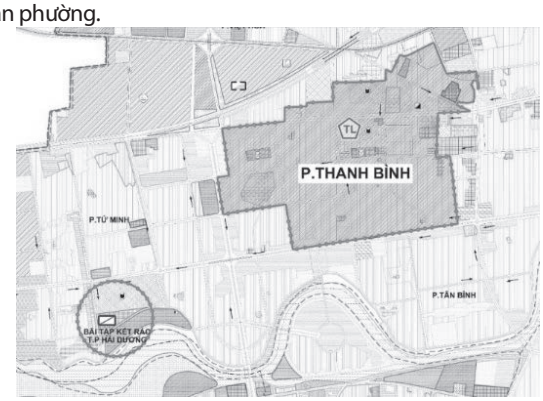
Hiện nay khu vực phường chưa có hệ thống thoát nước thải sinh hoạt hoàn chỉnh. Nước thải từ khu vực dân cư hiện trạng sau khi được xử lý tại bể tự hoại được thoát ra hệ thống cống, rãnh thoát nước mưa hiện có nên gây nên tình trạng ô nhiễm (hình 2). Hiện tại ở dự án khu dân cư mới mới có đầu tư xây dựng trạm xử lý nước thải riêng. Các nhà máy, xí nghiệp sản xuất chưa có hệ thống xử lý nước thải hoàn chỉnh. Nước thải hầu như chưa được xử lý trước khi ra nguồn tiếp nhận.

Hệ thống thoát nước mặt là hệ thống hỗn hợp giữa các rãnh xây, cống tròn và có kích thước nhỏ hơn so với yêu cầu thoát nước. Về cơ bản các khu vực dân cư chưa hình thành hệ thống thoát nước đô thị hoàn chỉnh (hình 2). Cao độ san nền tại các khu đô thị mới và dân cư hiện trạng tiếp giáp còn chênh lệch nên dẫn tới tình trạng ngập úng cục bộ khi có mưa lớn diện rộng. Một số vị trí tại khu vực của phường thường xuyên xảy ra tình trạng ngập úng cục bộ khi xảy ra mưa lớn như: khu vực xung quanh hồ Thanh Cương, tuyến đường Vũ Hựu, Đức Minh, Nguyễn Tuân, Trịnh Hoài Đức, Nguyễn Thị Duệ, Nguyễn Lương Bằng. Hệ thống thoát nước trên đường Đức Minh quá tải, có trường hợp chảy ngược về hệ thống ngõ xóm và nhà dân khi trời mưa to. Mặt khác tại khu vực khu dân cư số 01 phường Thanh Bình (khu Kim Chi) hiện cũng có tình trạng ngập úng khi mưa to, nguyên nhân chính do việc vận hành trạm bơm dã chiến chưa đáp ứng yêu cầu, hệ thống thoát nước mưa của các tuyến phố trong khu đô thị phía Tây không được nạo vét thường xuyên.

Thực trạng công tác quản lý thoát nước

Hệ thống thoát nước trên địa bàn phường Thanh Bình do công ty quản lý công trình đô thị Hải Dương vận hành, duy tu và bảo dưỡng.

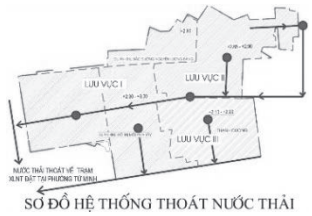
Việc lựa chọn đơn vị thực hiện nhiệm vụ quản lý dịch vụ công ích được UBND TP Hải Dương lựa chọn qua đấu thầu (chỉ định thầu) trên cơ sở dự toán được UBND TP Hải Dương phê duyệt. Công ty Quản lý công trình đô thị Hải Dương có trách nhiệm tổ chức nạo vét, duy tu bảo dưỡng hệ thống thoát nước, xử lý các tình huống úng ngập xảy ra trên địa bàn phường.



Hình 1. Vị trí phường Thanh Bình [6]



Hình 2. Sơ đồ thoát nước mưa của phường [6]



Hình 3. Sơ đồ thoát nước thải của phường [6]

Một số vị trí giáp ranh giữa các dự án khu dân cư mới và các khu dân cư hiện trạng còn diễn ra tình trạng chưa có hệ thống thu nước cho dân cư hiện trạng, UBND phường Thanh Bình sẽ có trách nhiệm lập báo cáo đề xuất thông báo cho chủ đầu tư dự án và trình lên UBND TP Hải Dương xem xét để xử lý kịp thời [6,7].

Hệ thống thoát nước trên địa bàn phường thường xuyên được đầu tư cải tạo, nâng cấp để tránh ngập úng mùa mưa lũ cũng như mưa cục bộ. Tuy nhiên, Hệ thống thu nước mặt đầu tư chưa đồng bộ, các hệ thống thoát nước như rãnh xây có dấu hiệu xuống cấp. Đặc biệt tình trạng quản lý quy hoạch xây dựng một số khu dân cư mới chưa tốt dẫn đến việc chênh lệch cao độ nền giữa khu vực dân cư hiện trạng và khu vực dân cư mới và hệ quả là xảy ra tình trạng ngập úng cục bộ; hướng thoát nước của nhiều tuyến rãnh chưa phù hợp với thời điểm hiện trạng (trước đây khu vực thoát nước là mương nước, ao, hồ, hiện nay là khu nhà ở mới); nhiều rác như bao ly-non, lá cây chưa được thu gom kịp thời, khi mưa đến gây cản trở tại cửa thu nước hố ga dẫn đến tình trạng tiêu thoát nước chậm mỗi khi mưa lớn. Hệ thống thoát nước thải thì đa phần các hộ gia đình trong khu vực dân cư cũ đều thoát nước thải vào bể phốt sau đó thoát ra hệ thống thoát nước chung làm ô nhiễm, gây mùi hôi thối ảnh hưởng đến môi trường và người dân xung quanh [1]. Các bờ hồ, kênh, mương đang ốp đá trơn trượt, không an toàn; các dải phân cách giao thông đang xây dựng bê tông, không có dải cây xanh, thảm cỏ…

2. MỘT SỐ CƠ SỞ KHOA HỌC QUẢN LÝ THOÁT NƯỚC PHƯỜNG THANH BÌNH, TP HẢI DƯƠNG HƯỚNG ĐẾN HẠ TẦNG XANH

2.1. Vai trò của thoát nước đô thị

Điểm dân cư đô thị càng phát triển thì hệ thống thoát nước ở đô thị càng có ý nghĩa quan trọng, sự phát triển của các hệ thống thoát nước có ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của nền sản xuất, với chức năng làm cầu nối giữa sản xuất với sản xuất, giữa sản xuất với tiêu dùng, hệ thống thoát nước đô thị còn tạo nên mối quan hệ chặt chẽ giữa sản xuất và lưu thông, mở rộng thị trường, mở rộng mối quan hệ giao lưu giữa các vùng lãnh thổ trong nước và quốc tế [2].

Hệ thống thoát nước tại các đô thị là nền tảng, là yếu tố quan trọng bảo đảm phục vụ nhu cầu thiết yếu cho cuộc sống con người và việc thực hiện các mục tiêu phát triển toàn diện và lâu dài của đô thị, cũng như đảm nhận chức năng thu gom, vận chuyển và xử lý nước thải để bảo vệ môi trường đô thị. Thực tế cho thấy rằng nơi nào có hệ thống thoát nước yếu kém hoặc thiếu thì nơi đó môi trường bị ô nhiễm và xuống cấp [5].

Hệ thống thoát nước đô thị không chỉ phản ánh mức độ tiện nghi hiện đại và văn minh của mỗi đô thị mà còn góp phần quyết định đảm bảo sự phát triển bền vững đô thị.

Hệ thống thoát nước còn đóng vai trò là nền tảng cho sự phát triển của các ngành kinh tế khác trong mỗi đô thị, đặc biệt trong bối cảnh mà mô hình kinh tế tuần hoàn đã và đang được áp dụng vào Việt Nam.

2.2. Các tiêu chí cơ bản trong quản lý thoát nước của phường Thanh Bình hướng đến hạ tầng xanh

Để đảm bảo hiệu quả của hệ thống thoát nước, công tác quản lý thoát nước hướng đến hạ tầng xanh cần đặc biệt chú ý các tiêu chí cơ bản sau:

- Tăng cường không gian cây xanh, mặt nước xanh, an toàn, thân thiện với tự nhiên và bền vững.
- Đảm bảo tất cả các hoạt động đều tuân thủ các quy tắc an toàn và các tiêu chuẩn ngành.
- Lên kế hoạch và thực hiện chu kỳ bảo dưỡng để đảm bảo hệ thống luôn trong tình trạng hoạt động tốt.
- Đội ngũ nhân viên kỹ thuật có chuyên môn và kinh nghiệm để thực hiện bảo dưỡng, bảo trì và sửa chữa.
- Đảm bảo tất cả các thành phần của hệ thống thoát nước đều đạt chất lượng theo các tiêu chuẩn ngành.
- Theo dõi và tối ưu hóa hiệu suất làm việc của hệ thống để đảm bảo sự ổn định và độ tin cậy.
- Dự trù và lập kế hoạch để ứng phó với sự thay đổi trong nhu cầu và vượt công suất của hệ thống.
- Lên kế hoạch cho việc mở rộng và nâng cấp hệ thống khi cần thiết.
- Áp dụng công nghệ tiết kiệm năng lượng: sử dụng các công nghệ và phương pháp tiết kiệm năng lượng để giảm ảnh hưởng đối với môi trường, tạo môi trường xanh, bền vững [4].
- Xử lý chất thải sản sinh từ các hoạt động của hệ thống thoát nước theo cách thức thân thiện với môi trường.
- Có kế hoạch đối phó với thảm họa tự nhiên: phát triển kế hoạch và biện pháp để ứng phó với các sự cố như động đất, lụt lội, và các thảm họa tự nhiên khác.
- Xây dựng hệ thống thông tin quản lý để theo dõi và đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống.
- Bảo vệ thông tin và dữ liệu quan trọng liên quan đến quản lý hệ thống thoát nước khỏi mất mát.

2.3. Quan điểm trong công tác quản lý thoát nước phường Thanh Bình

- Từng bước xây dựng hệ thống thoát nước riêng đối với khu cũ và thực hiện thoát nước riêng ngay từ đầu nối với khu xây mới.
- Các khu dân cư hiện trạng chỉnh trang từng bước xây dựng hệ thống thoát nước thải tách riêng với hệ thống thoát nước mưa, đảm bảo tự chảy. Các khu dân cư mới phải xây dựng hệ thống thoát nước thải riêng.
- Nước thải của nhà ở, công trình dân dụng được xử lý cục bộ bằng bể tự hoại, đúng quy cách, tiến tới thu gom đấu nối vào hệ thống thoát nước thải chung của đô thị. Đồng thời áp dụng mô hình tái sử dụng nước thải, sử dụng nước mưa để giảm thiểu phát thải ra nguồn, hướng tới hạ tầng đô thị xanh [3].
- Sử dụng và cải tạo các khu vực ao, hồ để dự trữ, điều hòa, điều tiết dòng chảy, tạo cảnh quan cho khu vực phường.
- Sử dụng các gạch lỗ để ốp các bờ kênh, mương và trồng cỏ.

- Hướng thoát và lưu vực thoát nước: Toàn bộ khu vực quy hoạch chia làm 3 lưu vực như sau [6]:

+ Lưu vực 1: Gồm một phần của khu đô thị phía Tây giao với đường Hoàng Quốc Việt. Toàn bộ nước mưa của lưu vực này thoát về kênh T1 qua trạm bơm Lộ Cương A công suất 39600m^2/ngđ sau đó thoát ra sông Sặt.

+ Lưu vực 2: Gồm phần khu vực từ trục đường Thanh Bình về phía Đông của phường. Toàn bộ nước mưa của khu vực này được thoát chung vào kênh T2 và được bơm cưỡng bức ra sông Sặt bởi trạm bơm Bình Lâu, công suất trạm 10m^3/s.

+ Lưu vực 3: Gồm phần được giới hạn từ trục đường Hoàng Quốc Việt đến trục đường Thanh Bình, theo hướng Bắc - Nam thoát về phía Nam phường ra hồ điều hòa nằm tại phường Tân Bình thoát ra sông Sặt qua trạm bơm Thanh Bình 2 (thuộc phường Tân Bình), công suất trạm 7m^3/h.

2.4. Kinh nghiệm ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý thoát nước của một số đô thị

Việc ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý kỹ thuật hệ thống thoát nước đã đang được triển khai, áp dụng rất hiệu quả tại một số doanh nghiệp, địa phương như: Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội sử dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) vào quản lý hệ thống thoát nước, hiện nay hệ thống thoát nước các quận nội thành đã được số hóa và quản lý bằng công nghệ thông tin. Tháng 4/2018 Công ty ứng dụng phần mềm HSDC Maps trên điện thoại thông minh với chức năng: cảnh báo ngập lụt, gợi ý chỉ đường, thông tin mực nước, lượng mưa, hình ảnh camera của điểm ngập, tương tác với người dùng qua chức năng gửi thông tin. Đối với hệ thống thoát nước TP Đà Nẵng, Sở Xây dựng TP Đà Nẵng cho biết, đối với công tác thoát nước, chống ngập hiện nay, Công ty Thoát nước và Xử lý nước thải (TN&XLNT) Đà Nẵng đã triển khai hệ thống Scada hiện đại; khi có báo cáo từ hệ thống Scada về tình trạng của trạm bơm thì Công ty TN&XLNT điều động các xe chuyên dụng như xe thông tắc đường ống bằng áp lực nước (xe thông cống), xe hút bùn chân không cùng công nhân vận hành đến xử lý tại vị trí tắc nghẽn [8]…Trong khi đó, việc áp dụng công nghệ thông tin, phương tiện và thiết bị hiện đại trong quản lý thoát nước vẫn chưa được triển khai tại phương Thanh Bình, TP Hải Dương, cũng là những khó khăn cần được xem xét bổ sung.

3. MỘT SỐ GIẢI PHÁP QUẢN LÝ THOÁT NƯỚC PHƯỜNG THANH BÌNH, TP HẢI DƯƠNG HƯỚNG ĐẾN HẠ TẦNG XANH

3.1. Giải pháp quản lý kỹ thuật

3.1.1. Cải tạo hệ thống thoát nước, block, vỉa hè trên đường Nguyễn Lương Bằng

- Hệ thống Block, vỉa hè:

+ Thay thế rãnh tam giác bê tông hiện trạng bằng viên đan rãnh bê tông M400 đá 1x2 kích thước 25x50x5cm.

+ Lắp đặt block bó vỉa chống trượt kích thước: 12.5x30x100cm, đỉnh block cao hơn nền đường hiện trạng trung bình 8cm. Chiều dài block khoảng 3.135m^2 [1].

+ Phía vỉa hè bên phải tuyến tại một số vị trí cải tạo lại bán kính cong block Rmin=3, hoàn trả phần mặt đường bằng BTXM M250 đá 2x4 [1].

+ Lát gạch giả đá vân mây M500 kích thước 30x30x5cm; Độ dốc thoát nước mặt 2%; Gia cố nền móng vỉa hè bằng lớp CPDD gia cố XM 5% dày 5cm [1].

+ Tạo nhiều thảm cỏ xanh trên dải phân cách giữa đường 2 chiều; tại khu đô thị mới bố trí dải thảm cỏ xanh trên vỉa hè đi bộ.

- Hệ thống thoát nước:

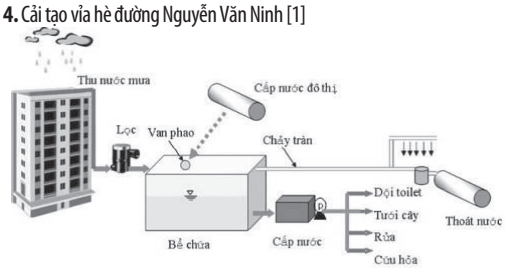
a) Phần hệ thống thoát nước xây dựng mới:

+ Hố ga thu nước trên hè kích thước lòng 1.0x1.0m, tấm nắp BTCT M250 đá 1x2 bên trên đặt tấm đan composite chịu lực kích thước 70x70cm tải trọng 25T. Cao độ đỉnh hố ga bằng cao độ mặt hè.

+ Hố ga tại các vị trí giao nhau với ngõ dân cư kích thước lòng 1.0x1.0m, tấm nắp BTCT M250 đá 1x2 bên trên nắp ghi gang kích thước 85x85cm tải trọng 25T. Sau khi đào móng cống và hố ga thì hoàn trả đường bằng BTXM M250 đá 2x4 hoặc BTN C19 tùy theo mặt đường hiện trạng.



Hình 4. Cải tạo vỉa hè đường Nguyễn Văn Ninh [1]



Hình 5. Sơ đồ tái sử dụng nước mưa cho công trình [8]

+ Bổ sung cửa thu nước dạng nằm với song chắn rác bằng composite kích thước 260x680x80 mm tải trọng 22T. Block tại vị trí cửa thu được bố trí thêm giằng đỡ BTCT.

+ Các vị trí đấu nối hố ga hiện trạng đã được khảo sát và đảm bảo chiều sâu đặt cống.

+ Tại các vị trí đào cống sát tường rào nhà dân, gần cột điện hiện trạng bố trí đóng cọc thép hình gia cố móng.

b) Cải tạo hệ thống thoát nước hiện trạng.

+ Nhấc bỏ tấm đan hố ga hiện trạng, phá dỡ một phần thành hố ga để hạ cao độ nắp ga.

+ Đổ tấm nắp hố ga bê tông cốt thép M300 đá 1x2, bên trên đặt tấm đan composite chịu lực kích thước 70x70cm tải trọng 25T. Cao độ đỉnh hố ga bằng cao độ mặt hè.

+ Đoạn rãnh hiện trạng từ đường Ngô Quyền đến đường Nguyễn Hới chiều dài 170m thiết kế hạ cao độ đỉnh rãnh thấp hơn vỉa hè 6cm. Bổ sung hố ga thu nước với tấm nắp BTCT M300 đá 1x2 bên trên đặt tấm đan composite chịu lực kích thước 70x70cm tải trọng 25T kết hợp với cửa thu nước.

+ Thay thế cửa thu hiện trạng bằng cửa thu nước dạng nằm với song chắn rác bằng composite kích thước 260x680x80mm tải trọng 22T. Block tại vị trí cửa thu được bố trí thêm giằng đỡ BTCT.

+ Các vị trí hố ga và rãnh hiện trạng trước khi đổ bê tông tấm nắp tiến hành nạo vét bùn rác.

+ Tăng cường sử dụng các gạch ốp taluy (bờ sông, ao, hồ) trồng cỏ, kịch thước 400x400x50mm

3.1.2. Nạo vét, đấu nối hệ thống thoát nước tại khu vực 10,6 ha khu đô thị phía Tây với khu vực dân cư hiện có trên địa bàn phường Thanh Bình.

Khu quy hoạch 10,6ha và khu dân cư số 5, 6 phường Thanh Bình nằm trong lưu vực tiêu thoát nước về trạm bơm Bình Lâu (công suất lên 20.000m^3/h), cao độ nền hiện trạng trong khu vực này từ +2.1 đến +2.9 (trong đó khu dân cư cũ là từ +2.0 đến +2.3; khu đô thị mới là +2.85 đến +2.9).

Khi dự án 10,6ha chưa được thi công san lấp, hiện trạng thoát nước của khu dân cư cũ khu vực giáp ranh là tuyến mương đất hở chạy dọc từ sau Trường THCS Nguyễn Du phía đường Nguyễn Văn Linh đến đường Trường Chinh; tuyến mương thu gom nước mưa, nước thải của

các toàn bộ các hộ dân trong các ngõ phía Đông đường Đức Minh (Ngõ 113, ngõ 55, ngõ 15, 29, 37) và thoát theo 2 về đường Nguyễn Văn Linh và đường Trường Chinh.

Quá trình dự án thi công đã san lấp đã thu nhỏ diện tích lòng mương, thời điểm dự án đang thi công đơn vị thi công có tổ chức nạo vét khơi thông dòng chảy phần nào giải quyết tình trạng ngập úng khi trời mưa, tuy nhiên thời gian gần đây nhà đầu tư không thực hiện việc nạo vét dẫn đến nước mưa và nước thải trong khu dân cư cũ không tiêu thoát được mỗi khi trời mưa; mặt khác, tuyến mương hiện trạng nằm trong quy hoạch đất ở, đất thương mại dịch vụ của khu đô thị 10,6ha nên tuyến mương bị giãn đoạn, không liên tục.

3.1.3. Thu gom và tái sử dụng nước mặt

Nước mặt là nguồn tài nguyên vô giá, chúng có tác dụng làm sạch môi trường, sử dụng cho sinh hoạt, tưới tiêu, bổ cập nước ngầm. Do đó chúng ta phải tìm cách giữ nước mặt lại, đây là cách chống ngập bền vững mà nhiều nước tiên tiến trên thế giới đã làm.

Đối với khu vực dân cư đô thị tập trung để giảm thiểu sự úng ngập, mỗi hộ dân có thể đóng góp sức vào đó như làm các bể chứa thu nước mặt tại mỗi gia đình, mỗi tòa nhà. Cách làm này vừa cho phép sử dụng nguồn nước mặt cho sinh hoạt, tưới vườn, rửa xe... mà còn giảm thiểu đáng kể lưu lượng nước mặt tập trung vào mạng lưới thoát nước đô thị (hình 5).

3.2. Ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý thoát nước phường Thanh Bình

Ứng dụng HSDC Maps trên điện thoại thông minh với chức năng: cảnh báo ngập lụt, gợi ý chỉ đường, thông tin mực nước, lượng mưa, hình ảnh camera của điểm ngập, tương tác với người dùng qua chức năng gửi thông tin… Chi tiết một số chức năng chính phần mềm:

- Tìm đường: Căn cứ vào các vị trí úng ngập trên bản đồ, phần mềm sẽ đưa ra các gợi ý chỉ đường cho người sử dụng chủ động lựa chọn để đi tránh các khu vực úng ngập.

- Cảnh báo ngập: Dựa trên các thông tin về lượng mưa, camera giám sát và các thông tin của đơn vị báo trên hệ thống để tổng hợp và phân tích đưa ra cảnh báo ngập lụt cho người dân thông qua phần mềm HSDC Maps.

- Gửi thông tin: Người dân có thể gửi trực tiếp thông tin sự cố, điểm úng ngập về cho Trung tâm bằng cách mô tả và chụp hình ảnh tại hiện trường.

- Bản đồ các vị trí đặt máy đo mưa: Giúp người dùng nắm bắt được các khu vực đang mưa, không mưa để chủ động trong lộ trình di chuyển của mình.

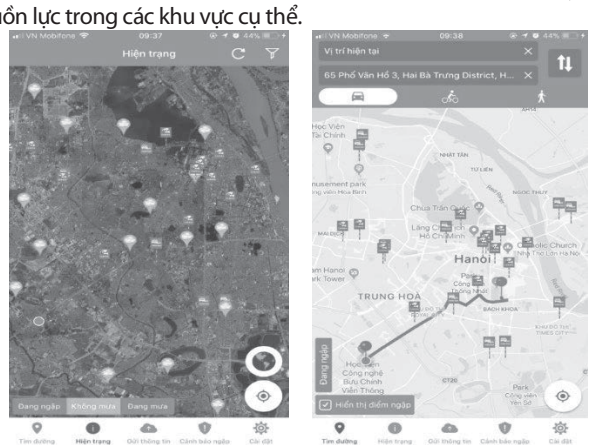
Hiện tại, để tăng cường công tác quản lý thoát nước cho khu vực phường, có thể tham khảo Công ty TNHH MTV Thoát nước Hà Nội trong việc sử dụng ứng dụng được cung cấp miễn phí dành riêng cho nhân dân Thủ đô bằng cách truy cập vào kho ứng dụng AppStore, Google Play trên điện thoại, máy tính bảng, thiết bị công nghệ sử dụng hệ điều hành iOS và Android có giao diện như hình 5.

Hệ thống Camera giám sát điểm ngập: Camera truyền tín hiệu hình ảnh về Sever tại Trung tâm giám sát hệ thống thoát nước qua đường truyền internet - giao thức FTP, có chất lượng Full HD, có thể nhìn rõ trong đêm tối bằng hồng ngoại. Hình ảnh được truyền theo thời gian thực lên hệ thống tại Công ty và phần mềm ứng dụng HSDC Maps.

3.3. Tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong quản lý thoát nước phường Thanh Bình

Sự tham gia của cộng đồng giúp đảm bảo cho các kết quả khai thác, vận hành hạ tầng kỹ thuật đô thị tốt hơn bởi người dân biết cái gì họ cần, họ biết cái gì họ có khả năng đạt được và họ có thể điều hòa các nguồn lực của họ cho các hoạt động của cộng đồng góp phần quản lý chất lượng của hệ thống thoát nước đô thị và như vậy việc vận hành, khai thác hệ thống thoát nước sẽ thuận lợi và hiệu quả hơn.

Người dân đô thị có quyền và nghĩa vụ kiểm soát những vấn đề liên quan đến cuộc sống hàng ngày của họ, chính quyền đô thị có trách nhiệm đảm bảo quyền đó. Chính quyền thông báo cho dân biết thời gian kiểm tra, đưa ra các quyết định và thông báo trước, vận động nhân dân làm theo. Những người lãnh đạo trong cộng đồng dân cư cũng có thể lãnh đạo quá trình tham gia của cộng đồng quản lý hệ thống thoát nước bởi họ nói điều người dân muốn, tổ chức các hoạt động, huy động nguồn lực trong các khu vực cụ thể.



Hình 6. Ứng dụng HSDC maps với cảnh báo điểm ngập, theo dõi lượng mưa, tìm đường giao thông tránh các điểm ngập [8]

Trong giai đoạn khai thác dịch vụ thoát nước, người dân ở chính tại mỗi khu vực phải được tham gia giám sát cộng đồng trong quá trình khai thác dịch vụ thoát nước đô thị sau đó đầu tư trên cơ sở các quy định về tiêu chuẩn sử dụng và cung cấp dịch vụ, quy định về phí dịch vụ và cơ sở xây dựng thu phí, cơ cấu tổ chức bộ máy của đơn vị khai thác cần phải được công bố công khai đến mọi hộ gia đình. Mọi hoạt động khai thác dịch vụ thoát nước phải có sự giám sát, cũng như tham gia vào các quy định thu phí dịch vụ của cộng đồng dân cư khu đô thị. Cộng đồng dân cư có thể cử ra đại diện là Ban giám sát cộng đồng sau đầu tư. Ban giám sát cộng đồng sau đầu tư, gồm cán bộ của phường, sở tại và các đại diện do cư dân cử ra

4. KẾT LUẬN

Từ hiện trạng thoát nước, thực trạng công tác quản lý thoát nước và vị thế, năng lực của của phường Thanh Bình, TP Hải Dương…thì những giải pháp đề xuất đưa ra như trên, bao gồm: Nhóm giải pháp quản lý kỹ thuật; Ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý thoát nước; Tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong quản lý thoát nước… sẽ là những giải pháp hữu hiệu, đảm bảo từng bước giảm thiểu úng ngập, và các ảnh hưởng đến môi trường đô thị, tăng cường các không gian xây xanh, trồng cỏ, mặt nước, hướng tới xu hướng hạ tầng xanh, đồng thời góp phần cho sự phát triển kinh tế-xã hội của phường nói riêng và của TP Hải Dương nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Báo cáo đề xuất chủ trương đầu tư "Dự án cải tạo, chỉnh trang hệ thống điện chiếu sáng, chiếu sáng mỹ thuật, cây xanh, vỉa hè đường Trường Chinh, Đại lộ Võ Nguyên Giáp trên địa bàn TP Hải Dương", tháng 2/2024.

[2]. Mai Liên Hương (2013), "Cơ cấu tổ chức và nhân sự quản lý hệ thống thoát nước đô thị Việt Nam đến năm 2020", Tạp chí khoa học Kiến trúc - Xây dựng, (Số 10/2013)

[3]. Một số vấn đề liên quan đến xử lý và tái sử dụng nước mưa, Tạp chí Khoa học Việt Nam trực tuyến, https://vjol.info.vn/index.php/tcxd/article/download/66816/56397.

[4]. Nguyễn Việt Anh (2010), Thoát nước đô thị bền vững, Tạp chí môi trường

[5]. Nguyễn Hồng Tiến (2010), "Xây dựng và phát triển hạ tầng kỹ thuật đô thị - Thực trạng và đề xuất một số giải pháp", Tạp chí khoa học Kiến trúc - Xây dựng, (số 3/2010).

[6]. Quyết định số 339/QĐ-TTg phê duyệt điều chỉnh Quy hoạch chung TP Hải Dương đến năm 2040.

[7]. Quyết định số 972/QĐ-UBND, ngày 22/4/2024 phê duyệt "Dự án cải tạo, chỉnh trang hệ thống điện chiếu sáng, chiếu sáng mỹ thuật, cây xanh, vỉa hè đường Trường Chinh, Đại lộ Võ Nguyên Giáp trên địa bàn TP Hải Dương".

[8]. Một số bài viết trên internet liên quan đến nội dung bài báo.

■Ngày nhận bài: 15/5/2024 ■Ngày sửa bài: 21/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 22/7/2024

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quy trình quản lý chất lượng vật liệu đầu vào tại các dự án xây dựng

Investigating factors influencing the quality management process of materials in construction projects.

> HỒ TRUNG VỊNH[1], NGUYỄN DUY HƯNG[2]
[1]Phòng Kiểm định - thí nghiệm VLXD, Công ty CP Khoa học công nghệ Bách khoa TP.HCM; Email: Vinhbktechs@gmail.com)
[2]Viện Kinh tế và Phát triển GTVT, Đại học Giao thông vận tải TP.HCM; Email: hung.nguyen@ut.edu.vn)

TÓM TẮT

Chất lượng công trình xây dựng là vấn đề luôn nhận được nhiều sự quan tâm của xã hội, nó ảnh hưởng trực tiếp đến tính hiệu quả kinh tế-xã hội cũng như đảm bảo sự phát triển bền vững. Nghiên cứu này nhằm xác định những nhân tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến công tác quản lý chất lượng (QLCL) vật liệu, từ đó cải thiện quy trình QLCL. Để đạt được mục tiêu đó, một đánh giá tài liệu toàn diện đã được thực hiện để xác định sơ bộ các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu. Danh sách này sau đó đã được xem xét và bổ sung thông qua các cuộc phỏng vấn với các chuyên gia trong lĩnh vực. Tiếp đó, một cuộc khảo sát với 130 người hành nghề xây dựng đã được thực hiện để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố này. Bài báo đã xác định và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu, và do đó có thể là tài liệu tham khảo hữu ích trong lĩnh vực xây dựng. Bài báo đã đóng góp những kiến thức quý báu trong lĩnh vực xây dựng thông qua một nghiên cứu thực nghiệm về các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu.

Từ khóa: Quản lý chất lượng vật liệu; vật liệu xây dựng; Việt Nam.

ABSTRACT

The quality of construction projects is an issue that always receives significant attention from the society, as it directly impacts socio-economic efficiency and ensures sustainable development. This study aims to identify the most important factors affecting the quality management of materials, thereby improving the quality management process. To achieve this objective, a comprehensive literature review was conducted to identify the factors influencing the quality management of materials. This list was then reviewed and supplemented through interviews with experts in the field. Subsequently, a survey involving 130 construction practitioners was conducted to assess the impact levels of these factors. The paper identified and evaluated the factors affecting the quality management of materials, and therefore, can be a useful reference in the construction field. The paper contributed valuable knowledge to the construction field through an empirical study of the factors affecting the quality management of materials.

Keyword: Quality management of materials; construction Materials; Vietnam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình xây dựng là một sản phẩm đặc biệt phục vụ cho sản xuất và đời sống của con người. Do đó, chất lượng công trình xây dựng là một vấn đề cần được quan tâm sâu sắc, vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển bền vững, hiệu quả kinh tế và chất lượng cuộc sống. Công trình xây dựng thường có tuổi thọ lâu dài và phải chịu đựng các điều kiện khắc nghiệt của thời tiết, chất lượng công trình đóng góp quan trọng vào sự thành công của dự án.

Trên thế giới, nhiều nghiên cứu về QLCL cho các dự án xây dựng đã khẳng định tầm quan trọng của vật liệu đầu vào đối với chất lượng và tuổi thọ của dự án. Các nghiên cứu này cũng chỉ ra sự quan tâm lớn của các chủ đầu tư và nhà thầu đối với vật liệu đầu vào của dự án [1,2].

Trong thời gian qua, công tác QLCL công trình xây dựng trong nước đã có nhiều tiến bộ và trình độ quản lý của đội ngũ kỹ sư cũng đã được nâng cao. Bên cạnh đó, việc đào tạo nguồn nhân lực và cập nhật các phần mềm quản lý cũng được đẩy mạnh. Tuy nhiên, vẫn còn không ít công trình có chất lượng kém, không đáp ứng được yêu cầu sử dụng, dẫn đến sự lãng phí và suy giảm niềm tin của công chúng [3].

Dự án xây dựng thường có thời gian thực hiện kéo dài từ giai đoạn chuẩn bị đến khi triển khai, khiến cho chủ đầu tư và các đơn vị liên quan khó lường trước các phát sinh ảnh hưởng đến dự án. Thêm vào đó, các quy trình kiểm soát chất lượng vật liệu không được thiết lập một cách cụ thể để làm căn cứ thực hiện trong suốt quá trình dự án. Điều này có thể gây ra những ảnh hưởng đáng kể đến sự thành công của dự án.

Với mong muốn đóng góp vào sự phát triển của ngành Xây dựng, nghiên cứu này đã xác định các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu đầu vào của dự án và đề xuất các giải pháp nhằm hoàn thiện quy trình QLCL vật liệu đầu vào.

2. XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG VẬT LIỆU ĐẦU VÀO

Một số nhà nghiên cứu đã điều tra các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu đầu vào của dự án trong thời gian qua. Các nghiên cứu điển hình có thể kể đến như sau:

N. Q. Toản và N. T. M. Hạnh [4] đã xác định các yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn nhà cung cấp vật liệu xây dựng. Kết quả cho thấy "năng lực nhà cung cấp vật liệu xây dựng" ảnh hưởng nhiều đến việc lựa chọn nguồn vật liệu đầu vào của dự án. Tương tự, một nghiên cứu khác đã cố gắng xác định và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến công tác quản lý vật liệu đầu vào ở Ấn Độ [5]. Kết quả cho thấy một số yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu bao gồm "thời gian và khoảng cách vận chuyển vật liệu đến dự án" và "quy trình bảo quản trong quá trình vận chuyển của đơn vị cung cấp."

Nghiên cứu của N. V. Sây và cộng sự [6] cũng đề cập đến hai nhân tố ảnh hưởng lớn là "năng lực nhà cung cấp vật liệu xây dựng" và "thời gian và khoảng cách vận chuyển vật liệu đến dự án." Tại Úc, nghiên cứu của Argaw T. G. [7] đề cập đến một số nhân tố như "quy trình kiểm tra, đánh giá vật liệu đầu vào" và "năng lực và phối hợp giữa các bên tham gia quản lý chất lượng vật liệu."

Những nghiên cứu trên đây là căn cứ để bước đầu xây dựng nên bảng danh sách các yếu tốn ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu. Ngoài ra, nhóm tác giả cũng thực hiện các cuộc khảo sát phỏng vấn với các chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng, bao gồm các giảng viên đại học, tư vấn giám sát, giám đốc và chỉ huy trưởng công trình…, để có cái nhìn tổng quan hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu đầu vào. Kết quả các chuyên gia đề xuất thêm 14 yếu tố mới (Bảng 1).

Bảng 1. Các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu

STT	Yếu tố ảnh hưởng	Diễn giải
1	Các biến động về nguồn cung, giá cả vật liệu trên thị trường	Các biến động này gây khó khăn trong việc đảm bảo chất lượng đồng nhất, tăng chi phí dự án, nhà thầu phải lựa chọn nhiều nhà thầu cung cấp mới với giá thành tối ưu hơn.
2	Công tác lựa chọn nhà thầu cung cấp vật liệu xây dựng	Lựa chọn nhà thầu có uy tín và kinh nghiệm sẽ giúp đảm bảo rằng các vật liệu cung cấp đều đạt tiêu chuẩn chất lượng yêu cầu, giảm thiểu rủi ro cho dự án.
3	Thời gian xây dựng dự án	Khi thời gian xây dựng dự án bị rút ngắn, áp lực tiến độ tăng cao có thể dẫn đến việc lựa chọn và sử dụng vật liệu không đủ thời gian kiểm tra chất lượng.
4	Địa điểm xây dựng dự án	Khả năng tiếp cận và vận chuyển vật liệu khó khăn đối với những dự án ở xa, địa hình phức tạp. Các quy định về nguồn vật liệu tại địa phương xây dựng.
5	Năng lực của chủ nhiệm dự án	Chủ nhiệm dự án có năng lực cao sẽ tạo ra các kế hoạch chi tiết và chính xác về việc sử dụng và kiểm soát vật liệu, giúp dự án vận hành trơn tru và hiệu quả.
6	Năng lực, kinh nghiệm của các thành viên ban quản lý dự án	Ban quản lý dự án có kinh nghiệm sẽ thực hiện các kiểm tra và đánh giá chất lượng vật liệu một cách hệ thống và chi tiết, giúp phát hiện, xử lý nhanh các vấn đề sai sót trong khâu QLCL vật liệu đầu vào.
7	Năng lực của đơn vị thí nghiệm độc lập kiểm soát chất lượng vật liệu của dự án	Một đơn vị thí nghiệm độc lập có năng lực sẽ đảm bảo được tính chính xác, khách quan, độ tin cậy của kết quả từ đó giúp các đơn vị nhanh chóng lựa chọn được nguồn cung cấp vật liệu đầu vào một cách chính xác.
8	Quy trình kiểm soát chất lượng nội bộ	Quy trình kiểm soát chất lượng nội bộ giúp đảm bảo rằng tất cả các vật liệu được kiểm tra và quản lý theo cách nhất quán, tối ưu hóa chi phí.
9	Quy trình kiểm tra thực tế cơ sở cung cấp vật liệu đầu vào	Quy trình kiểm tra thực tế cơ sở cung cấp giúp xác minh điều kiện cơ sở vật chất của nhà cung cấp, bao gồm trang thiết bị, công nghệ và môi trường sản xuất.
10	Quy trình tổ chức thí nghiệm đối chứng, thử tải, kiểm định vật liệu xây dựng đầu vào	Quy trình thí nghiệm đối chứng để đảm bảo rằng vật liệu đáp ứng các yêu cầu về chất lượng và có thể sử dụng trong dự án, đảm bảo tính chính xác, tin cậy của kết quả.
11	Công tác tổ chức nghiệm thu vật liệu xây dựng đầu vào	Công tác nghiệm thu giúp xác nhận rằng vật liệu đã được kiểm tra và đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng.
12	Quy trình bảo quản trong quá trình vận chuyển của đơn vị cung cấ	Quy trình bảo quản trong vận chuyển đảm bảo rằng vật liệu được bảo vệ khỏi các yếu tố môi trường như độ ẩm, nhiệt độ cao, bụi bẩn, và các tác động cơ học có thể làm giảm chất lượng của vật liệu.
13	Quy trình đào tạo, hướng dẫn sử dụng vật liệu	Quy trình đào tạo và hướng dẫn giúp nhân viên, kỹ sư, và thợ xây hiểu rõ cách sử dụng vật liệu đúng cách, từ cách thi công đến các yêu cầu về bảo trì và bảo quản.
14	Quy trình bảo quản, lưu kho tại dự án	Quy trình bảo quản đảm bảo rằng vật liệu được lưu trữ trong điều kiện phù hợp, bảo vệ khỏi các yếu tố môi trường như độ ẩm, nhiệt độ, ánh sáng mặt trời, và bụi bẩn, giúp ngăn ngừa hư hỏng và giảm chất lượng của vật liệu.

Kết quả đánh giá tài liệu và phỏng vấn chuyên gia đã cung cấp một cơ sở vững chắc để xác định các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu trong các dự án xây dựng. Một danh sách sơ bộ gồm 25 yếu tố ảnh hưởng đã được thiết lập. Danh sách này sau đó đã được xem xét và tinh chỉnh bởi 10 chuyên gia có ít nhất 10 năm kinh nghiệm trong ngành Xây dựng thông qua các cuộc phỏng vấn sâu và thảo luận. Mỗi chuyên gia được cung cấp bảng danh sách sơ bộ các yếu tố ảnh hưởng và được yêu cầu lựa chọn các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể dựa trên kinh nghiệm của họ. Trong quá trình này, 10 chuyên gia đã nhanh chóng đạt đồng thuận về nhiều yếu tố. Tuy nhiên, một số yếu tố không nhận được sự đồng thuận cao từ các chuyên gia, do đó các tác giả đã tổ chức một cuộc họp để các chuyên gia thảo luận và hoàn thiện bảng danh sách. Kết quả có 18 yếu tố ảnh hưởng được thống nhất lựa chọn bởi các chuyên gia.

Ngoài ra, các chuyên gia cũng đề xuất bổ sung thêm ba nhân tố mới, có thể coi là đặc điểm riêng biệt của Việt Nam (Bảng 2). Danh sách cuối cùng bao gồm 21 yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu đầu vào.

Bảng 2. Những yếu tố bổ sung

STT	Yếu tố ảnh hưởng	Diễn giải
1	Quy mô, nguồn vốn, địa điểm xây dựng dự án	Dự án lớn yêu cầu khối lượng vật liệu lớn, có thể dẫn đến việc QLCL vật liệu trở nên phức tạp hơn. Việc kiểm tra và giám sát chất lượng cần được thực hiện một cách nghiêm ngặt hơn để đảm bảo rằng tất cả vật liệu đáp ứng tiêu chuẩn.
2	Quy trình quản lý hồ sơ, chứng chỉ và tài liệu chất lượng của vật liệu	Quy trình quản lý hồ sơ cần đảm bảo rằng tất cả các dữ liệu liên quan đến chất lượng vật liệu, như kết quả kiểm tra và chứng nhận chất lượng, được ghi chép chính xác và đầy đủ.
3	Hệ thống văn bản pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn thí nghiệm liên quan đến công tác QLCL vật liệu	Hệ thống văn bản pháp luật cung cấp cơ sở pháp lý cho việc QLCL vật liệu, bao gồm các quy định về tiêu chuẩn chất lượng, quy trình kiểm tra, và các yêu cầu pháp lý khác.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Một cuộc khảo sát bằng bảng câu hỏi đã được thực hiện để đánh giá tác động của các yếu tố đến công tác QLCL vật liệu đầu vào trong các dự án xây dựng. Những người tham gia khảo sát được yêu cầu (1) cung cấp thông về tin kinh nghiệm của họ trong lĩnh vực xây dựng; (2) đánh giá mức độ quan trọng của các yếu tố; (3) cung cấp thông tin chung như vị trí trong công ty, kinh nghiệm trong ngành Xây dựng và vai trò trong dự án. Những người trả lời được yêu cầu đánh giá mức độ quan trọng của các yếu tố ảnh hưởng theo thang điểm từ 1 = "mức độ ảnh hưởng rất thấp" đến 5 = "mức độ ảnh hưởng rất cao". Ngoài ra, những người tham gia cũng được khuyến khích đề xuất các yếu tố ảnh hưởng khác dựa trên kinh nghiệm của họ.

Bảng câu hỏi này sau đó đã được gửi (bằng email, zalo hoặc bản cứng) đến 200 người trả lời tiềm năng. Họ là những người hành nghề và có kinh nghiệm trong ngành xây dựng tại Việt Nam. Tổng số 110 phản hồi (trong đó bao gồm 95 biểu mẫu trực tuyến và 15 bản cứng) đã được nhận, tỷ lệ phản hồi là khoảng 55%. Trong số các phản hồi này, 10 bảng đã bị loại bỏ do có một số câu trả lời không được hoàn thành đầy đủ. Cuối cùng, tổng cộng 100 bảng trả lời hợp lệ được sử dụng cho các bước phân tích tiếp theo.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Đặc điểm của người tham gia khảo sát

Bảng 1 đưa ra thông tin đầy đủ về các chuyên gia khảo sát. Bênh cạnh đó, hơn một nửa số người tham gia (65%) đã làm việc trong ngành Xây dựng hơn mười năm. Vị trí cao và kinh nghiệm lâu năm trong ngành xây dựng của họ phần nào cho thấy sự đáng tin cậy trong các câu trả lời. Những người tham gia được chia thành 6 nhóm dựa trên vai trò của họ trong lĩnh vực xây dựng: Cơ quan quản lý nhà nước, đại diện chủ đầu tư, ban quan lý dự án, tư vấn, và nhà thầu, giảng viên, tổ chức giáo dục trong ngành xây dựng công trình.

Bảng 3. Thông tin của những người tham gia khảo sát

Thông tin cá nhân		Tần suất	Phần trăm (%)
Kinh nghiệm	Dưới 5 năm	22	22
	Từ 5 - 10 năm	13	13
	Từ 10 - 15 năm	45	45
	Từ 15 - 20 năm	15	15
	Trên 20 năm	5	5
Trình độ	Đại học	73	73
	Sau đại học	27	27
Vị trí công tác	Chủ đầu tư	5	5
	Ban quan lý dự án	10	10
	Tổ chức tư vấn	25	25
	Nhà thầu xây dựng	48	48
	Giảng viên ngành xây dựng công trình	12	12

(n = 100)

4.2. Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến công tác QLCL vật liệu

Phần mềm SPSS được sử dụng để phân tích dữ liệu thu thập được trong cuộc khảo sát. Kết quả phân tích mô tả được trình bày trong bảng dưới đây:

Bảng 4. Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố

Code	Diễn giải	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Xếp hạng
Nhóm yếu tố phản ánh đặc điểm của dự án và nhà thầu cung cấp vật liệu xây dựng						
DD1	Yếu tố về quy mô dự án	3,63	0,783	2	5	13
DD2	Công tác lựa chọn nhà thầu cung cấp vật liệu	3,25	0,726	2	5	19
DD3	Năng lực của nhà cung cấp vật liệu xây dựng	3,82	0,684	2	5	**2**
DD4	Thời gian xây dựng dự án	3,92	0,808	2	5	**1**
DD5	Địa điểm xây dựng dự án	3,78	0,867	2	5	**3**

Code	Diễn giải	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	Max	Xếp hạng
Nhóm yếu tố phản ánh công tác quản lý dự án & quản lý chất lượng vật liệu xây dựng						
QLDA1	Năng lực của giám đốc dự án	3,52	0,671	2	5	16
QLDA2	Năng lực, kinh nghiệm của các thành viên ban quản lý dự án	3,74	0,757	2	5	**5**
QLDA3	Năng lực, kinh nghiệm và sự phối hợp giữa các đơn vị trong quá trình quản lý chất lượng vật liệu đầu vào	3,49	0,640	2	5	17
QLDA4	Năng lực phòng thí nghiệm vật liệu đầu vào của dự án	3,67	0,825	2	5	10
QLDA5	Quy trình quản lý hồ sơ, chứng chỉ và tài liệu chất lượng của vật liệu	3,44	0,864	2	5	18
QLDA6	Quy trình kiểm soát chất lượng nội bộ	3,23	0,835	2	5	20
Nhóm yếu tố phản ánh công tác tổ chức nghiệm thu, kiểm tra nghiệm thu						
NT1	Hệ thống văn bản pháp luật, quy chuẩn, tiêu chuẩn thí nghiệm liên quan đến công tác QLCL vật liệu	3,68	0,870	2	5	9
NT2	Quy trình kiểm tra, đánh giá vật liệu đầu vào	3,73	0,773	2	5	7
NT3	Quy trình kiểm tra thực tế cơ sở cung cấp vật liệu đầu vào	3,53	0,754	2	5	15
NT4	Quy trình tổ chức thí nghiệm đối chứng, thử tải, kiểm định vật liệu xây dựng đầu vào	3,65	0,606	2	5	11
NT5	Công tác tổ chức nghiệm thu vật liệu xây dựng đầu vào	3,69	0,611	2	5	8
Nhóm yếu tố phản ánh công tác vận chuyển, sử dụng và biến động thị trường						
VC1	Quy trình bảo quản trong quá trình vận chuyển	3,74	0,716	2	5	5
VC2	Thời gian, khoảng cách vận chuyển vật liệu đến dự án	3,76	0,838	2	5	**4**
VC3	Quy trình đào tạo, hướng dẫn sử dụng vật liệu	3,23	0,893	2	5	20
VC4	Quy trình bảo quản, lưu kho tại dự án	3,65	0,589	3	5	11
VC5	Các biến động về nguồn cung, giá cả vật liệu trên thị trường	3,54	0,793	2	5	14

Yếu tố được xếp hạng cao nhất là thời gian xây dựng dự án, trong khi yếu tố được xếp hạng thấp nhất là Quy trình đào tạo, hướng dẫn sử dụng vật liệu và Quy trình kiểm soát chất lượng nội bộ. Dựa vào kết quả khảo sát, chúng ta rút ra được 5 yếu tố có xếp hạng ảnh hưởng lớn nhất đến công tác QLCL vật liệu đầu vào lần lượt như sau:

Thời gian xây dựng dự án: Khi thời gian xây dựng bị rút ngắn, áp lực tiến độ tăng cao có thể dẫn đến việc lựa chọn và sử dụng vật liệu một cách vội vàng, không đủ thời gian kiểm tra chất lượng, làm tăng nguy cơ sử dụng vật liệu kém chất lượng và ảnh hưởng đến kế hoạch dự trữ. Áp lực hoàn thành sớm có thể dẫn đến bỏ qua một số bước nghiệm thu vật liệu đầu vào. Ngược lại, đối với các dự án có thời gian xây dựng kéo dài, biến động đơn giá vật liệu có thể gây áp lực tài chính lên nhà thầu, dẫn đến việc lựa chọn nhà cung cấp kém chất lượng hơn.

Năng lực của nhà cung cấp vật liệu xây dựng: Nhà cung cấp có năng lực đầy đủ sẽ đảm bảo cung cấp các sản phẩm vật liệu đạt tiêu chuẩn chất lượng, giúp đảm bảo tính đồng đều và đáng tin cậy của sản phẩm, giảm thiểu nguy cơ lỗi và sự cố trong quá trình sử dụng. Ngược lại, nhà cung cấp không đủ năng lực có thể gây ra các vấn đề về chất lượng, dẫn đến việc phải sử dụng vật liệu không đạt tiêu chuẩn, ảnh hưởng đến chất lượng và thời gian hoàn thành dự án. Đánh giá đúng năng lực nhà cung cấp giúp dự án chủ động được nguồn vật liệu chất lượng.

Địa điểm xây dựng dự án: Khả năng tiếp cận và vận chuyển vật liệu sẽ gặp khó khăn đối với những dự án ở xa hoặc có địa hình phức tạp. Các quy định về nguồn vật liệu tại địa phương cũng ảnh hưởng đến tiến độ dự án. Với khoảng cách vận chuyển xa, chi phí vận chuyển sẽ tăng lên, đặc biệt với những loại vật liệu đặc thù chỉ có ở các thành phố lớn.

Thời gian và khoảng cách vận chuyển vật liệu đến dự án: Đối với một số loại vật liệu yêu cầu về thời gian vận chuyển (như bê tông xi măng, phụ gia, bê tông nhựa), khoảng cách, tuyến đường và thời gian vận chuyển rất quan trọng. Nếu vượt quá thời gian quy định, vật liệu sẽ bị hư hỏng, không sử dụng được, gây thiệt hại về kinh tế và tiến độ thi công. Các dự án thường ưu tiên nhà cung cấp gần để đáp ứng tiến độ và giảm chi phí vận chuyển.

Năng lực và kinh nghiệm của các thành viên ban quản lý dự án: Thành viên ban quản lý dự án có kinh nghiệm sẽ thực hiện kiểm tra và đánh giá chất lượng vật liệu một cách hệ thống và chi tiết, giúp

đảm bảo vật liệu đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng, phát hiện và xử lý nhanh các vấn đề sai sót trong khâu QLCL vật liệu đầu vào. Với kinh nghiệm và năng lực của mình, các thành viên ban quản lý sẽ có cái nhìn tổng quát về công tác cung ứng vật tư và lựa chọn nhà thầu cung cấp chất lượng nhất.

4.3. Phân tích nhân tố khám phá EFA

***4.3.1.** Kiểm tra các giả thuyết*

Số lượng các biến đo lường trong 4 nhóm nhân tố đều lớn hơn 3, đáp ứng yêu cầu của Stevens [8]. Với số mẫu là 100, cũng thỏa mãn yêu cầu tối thiểu là 50 quan sát theo Hair và cộng sự [9].

Kiểm định Bartlett và KMO cũng đã được thực hiện để đánh giá sự phù hợp của dữ liệu:

• KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) là chỉ số thể hiện mức độ phù hợp của phương pháp, hệ số KMO nằm trong khoảng từ 0.5 đến 1 thì phân tích nhân tố được coi là phù hợp. Kết quả phân tích cho thấy hệ số KMO = 0.676 > 0.50 [10].

• Kiểm định Bartlett (Bartlett's test) xem xét giả thuyết rằng các biến quan sát không có tương quan trong tổng thể. Nếu kiểm định này có ý nghĩa thống kê (Sig. < 0.05), nghĩa là các biến quan sát có tương quan với nhau trong tổng thể [9]. Kết quả kiểm định Bartlett có Sig. = 0.000 < 0.05.

Kết quả kiểm định cho thấy dữ liệu thu thập được đã thỏa mãn các yêu cầu để thực hiện EFA.

***4.3.2.** Kết quả phân tích nhân tố*

Phân tích nhân tố nhằm nhận biết xu hướng chính của tập dữ liệu khảo sát, giúp rút gọn nhiều biến quan sát ban đầu thành một tập hợp các biến có ý nghĩa hơn mà vẫn chứa đựng phần lớn thông tin của tập biến ban đầu. Mỗi biến mới sẽ đại diện cho một nhóm các biến cũ, được gọi là một thành tố chính. Trong phân tích nhân tố, phương pháp PCA (Principal Components Analysis) cùng với phép xoay Varimax thường được sử dụng phổ biến nhất.

Trong phương pháp phân tích PCA, trị số Eigenvalue đại diện cho phương sai được giải thích bởi một nhân tố. Chỉ những nhân tố có Eigenvalue > 1 mới được giữ lại trong mô hình phân tích, và những nhân tố này phải giải thích ít nhất 50% tổng phương sai của các biến quan sát [9].

Hệ số tải nhân tố (Factor Loading) biểu diễn tương quan giữa các nhân tố mới và các biến quan sát. Hệ số này càng lớn cho thấy nhân tố và biến có liên hệ chặt chẽ với nhau. Theo Hair và cộng sự [9]:

• Factor Loading ở mức ± 0.3: Điều kiện tối thiểu để giữ lại biến quan sát.

• Factor Loading ở mức ± 0.5: Biến quan sát có ý nghĩa thống kê tốt.

• Factor Loading ở mức ± 0.7: Biến quan sát có ý nghĩa thống kê rất tốt.

Giá trị tiêu chuẩn của hệ số tải nhân tố phụ thuộc vào kích thước mẫu. Với cỡ mẫu là 100 trong nghiên cứu này, hệ số tải nhân tố được lấy là 0.55. Do đó, trong quá trình phân tích cần loại bỏ các biến có hệ số tải lớn trên hai hoặc nhiều nhân tố để đảm bảo tính đơn nhất của các biến đối với từng nhân tố [9]. Kết quả phân tích nhân tố được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả ma trận xoay các nhân tố

Rotated Component Matrix[a]						
	Component					
	1	2	3	4	5	6
DD5	.882					
DD3	.814					
QLDA2	.801					
DD4	.759					
QLDA4		.894				
VC2		.863				
DD1		.848				
QLDA5			.884			
QLDA6			.853			
VC5			.746			
QLDA1				.835		
NT1				.722		
VC1				.670		
NT2				.623		
DD2					.830	
NT5					.730	
QLDA3					.720	
NT3					.694	
VC3						.845
VC4						.837
NT4						.715

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

***4.3.3.* Thảo luận về các nhóm nhân tố mới**

Nhân tố E1 gồm 4 yếu tố: QLDA2 (Năng lực, kinh nghiệm của các thành viên ban quản lý dự án), DD3 (Năng lực của nhà cung cấp vật liệu xây dựng), DD5 (Địa điểm xây dựng dự án), DD4 (Thời gian xây dựng dự án). Các biến quan sát trong nhân tố này liên quan đến quản lý dự án, QLCL vật liệu xây dựng, và đặc điểm của dự án cùng nhà thầu cung cấp vật liệu. Vì vậy, nhân tố này có thể được đặt tên là "Đặc điểm của dự án và nhà thầu cung cấp vật liệu xây dựng". Nhân tố này cho thấy năng lực và kinh nghiệm của ban quản lý dự án là rất quan trọng. Điều này giúp đánh giá được năng lực của các nhà thầu cung cấp vật liệu và xác định thời gian xây dựng phù hợp với điều kiện địa phương và đặc điểm của dự án.

Nhân tố E2 gồm 3 yếu tố: QLDA4 (Năng lực phòng thí nghiệm vật liệu đầu vào của dự án), VC2 (Thời gian, khoảng cách vận chuyển vật liệu đến dự án), DD1 (Yếu tố về quy mô dự án). Nhân tố này liên quan đến quản lý dự án, chất lượng vật liệu xây dựng, công tác vận chuyển, và sự biến động của thị trường. Điều này cho thấy rằng năng lực của phòng thí nghiệm là rất quan trọng để kiểm tra vật liệu trước khi đưa vào dự án. Ngoài ra, địa điểm bố trí phòng thí nghiệm cũng rất quan trọng để tính toán khoảng cách và thời gian vận chuyển vật liệu phù hợp.

Nhân tố E3 gồm 3 yếu tố: QLDA5 (Quy trình quản lý hồ sơ, chứng chỉ và tài liệu chất lượng của vật liệu), QLDA6 (Quy trình kiểm soát chất lượng nội bộ), VC5 (Các biến động về nguồn cung, giá cả vật liệu trên thị trường. Nhân tố này liên quan đến quản lý dự án, nhà thầu cung cấp vật liệu xây dựng, và công tác vận chuyển. Nhân tố này có thể được đặt tên là "Quản lý dự án & quản lý chất lượng vật liệu xây dựng". Các quy trình quản lý chất lượng là rất quan trọng để duy trì sự đồng bộ giữa các bộ phận và ứng phó với biến động giá vật liệu trong quá trình thực hiện dự án. Điều này giúp xây dựng các phương án dự phòng cho các tình huống rủi ro có thể xảy ra.

Nhân tố E4 gồm 4 yếu tố: QLDA1 (Năng lực của giám đốc dự án), NT2 (Hệ thống văn bản pháp lý và tiêu chuẩn thí nghiệm liên quan đến quản lý chất lượng vật liệu), NT1 (Quy trình kiểm tra, đánh giá vật liệu đầu vào), VC1(Quy trình bảo quản trong quá trình vận chuyển). Nhân tố này liên quan đến quản lý dự án, tổ chức nghiệm thu, kiểm tra nghiệm thu, và các yếu tố về nhà thầu cung cấp vật liệu, vận chuyển, và biến động thị trường. Nhân tố này có thể được đặt tên là "Quy trình quản lý". Có thể thấy năng lực của giám đốc dự án rất quan trọng, cùng với đó là việc xây dựng các quy trình quản lý liệu. Điều này giúp kiểm soát vật liệu một cách chặt chẽ để đảm bảo chất lượng trước khi nhập vào dự án.

Nhân tố E5 gồm 4 yếu tố: DD2 (Công tác lựa chọn nhà thầu cung cấp vật liệu), NT5 (Công tác tổ chức nghiệm thu vật liệu xây dựng đầu vào), QLDA3 (Năng lực, kinh nghiệm và sự phối hợp giữa các đơn vị trong quá trình QLCL vật liệu đầu vào), NT3 (Quy trình kiểm tra thực tế cơ sở cung cấp vật liệu đầu vào). Nhân tố này liên quan đến quản lý dự án, tổ chức nghiệm thu, và các yếu tố đặc điểm của dự án và nhà thầu cung cấp vật liệu xây dựng. Nhân tố này có thể được đặt tên là "Lựa chọn vật liệu đầu vào". Nhóm yếu tố này cho thấy việc lựa chọn vật liệu đầu vào và quản lý hồ sơ chất lượng phải được thực hiện chặt chẽ từ đầu đến cuối, từ đó đảm bảo chất lượng xây dựng và tiến độ thực hiện dự án.

Nhân tố E6 gồm 3 yếu tố: VC3 (Quy trình đào tạo, hướng dẫn sử dụng vật liệu), VC4 (Quy trình bảo quản, lưu kho tại dự án), NT4 (Quy trình tổ chức thí nghiệm đối chứng, thử tải, kiểm định vật liệu xây dựng đầu vào). Nhân tố này liên quan đến công tác tổ chức nghiệm thu, kiểm tra nghiệm thu, nhà thầu cung cấp vật liệu, và công tác vận chuyển. Nhân tố này có thể được đặt tên là "Nghiệm thu, bảo quản và sử dụng vật liệu đầu vào". Việc đào tạo và hướng dẫn sử dụng vật liệu, cũng như quy trình bảo quản và kiểm tra là cần thiết để đảm bảo vật liệu được bảo quản tốt và sử dụng đúng cách.

5. KẾT LUẬN

Vật liệu xây dựng đầu vào là yếu tố cực kỳ quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng, tuổi thọ và sự thành công của dự án. Do đó, việc áp dụng nghiêm ngặt các quy trình QLCL, đặc biệt là các quy trình kiểm soát chất lượng vật liệu đầu vào, là rất cần thiết. Điều này đảm bảo rằng sản phẩm xây dựng hoàn thiện sẽ đạt chất lượng mong muốn và đáp ứng các yêu cầu của dự án.

Nghiên cứu này đã cung cấp danh sách các yếu tố ảnh hưởng đến công tác QLCL vật liệu đầu vào cùng với kết quả đánh giá mức độ tác động của các yếu tố đó. Những thông tin này rất hữu ích cho các kỹ sư đảm nhiệm công việc QLCL vật liệu trong các dự án xây dựng. Mục tiêu của nghiên cứu là giúp những người hành nghề có cái nhìn rõ ràng hơn về công tác QLCL vật liệu đầu vào, từ đó có thể hoàn thiện quy trình này để kiểm soát chất lượng vật liệu dự án tốt hơn. Nghiên cứu này cũng phần nào giúp các thành viên trong tổ QLCL dự án làm việc chuyên nghiệp và hiệu quả hơn.

Mặc dù một số nghiên cứu trước đây đã đề cập đến quy trình QLCL vật liệu đầu vào, nhưng nghiên cứu tại Việt Nam còn rất hạn chế. Do đó, nghiên cứu này phần nào đã đóng góp một góc nhìn khác và mở ra hướng nghiên cứu về QLCL vật liệu đầu vào cho công trình xây dựng. Những nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực này có thể đi sâu vào các mô hình quản lý, từ đó nâng cao chất lượng công tác quản lý chất lượng vật liệu đầu vào trong các dự án cụ thể nói riêng và trong ngành Xây dựng nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Sohrab Donyavi, Roger Flanagan, Arya Assadi-Langroudi & Luana Parisi, 2024, Understanding the complexity of materials procurement in construction projects tobuild a conceptual framework influencing supply chain management of MSMEs, InternationalJournal of Construction Management, 24:2, 177-186.

[2] Argaw Tarekegn Gurmu , 2018, Construction materials management practicesenhancing labour productivity in multi-storey building projects, International Journal of Construction Management, School of Architecture and Built Environment, Deakin University, Geelong, Australia.

[3] Trần Chủng "Sự cố trong công trình xây dựng - điều tra và xác định nguyên nhân, 2010, Tạp chí của Viện Khoa học Công nghệ xây dựng.

[4] Nguyễn Quốc Toản, Nguyễn Thị Mỹ Hạnh, 2020, Lựa chọn nhà cung cấp vật liệu cho nhà thầu xây dựng bằng phương pháp AHP, Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng.

[5] Khyomesh V. Patel (PG Student), Prof. Chetna M. Vyas (Ph.D. Cont.), 2011, Construction materials management on project sites, National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology

[6] Nguyễn Đăng Sây, Đỗ Tiến Sỹ, Nguyễn Thanh Việt, 2023, Đánh giá đa tiêu chí trong công tác lựa chọn nhà cung cấp vật tư xây dựng bằng phương pháp AHP và MOORA , Tạp chí Vật liệu & Xây dựng Tập 13, Số 03.

[7] Argaw Tarekegn Gurmu, 2018, Construction materials management practicesenhancing labour productivity in multi-storey building projects, International Journal of Construction Management, School of Architecture and Built Environment, Deakin University, Geelong, Australia.

[8] James P.Stevens, 2002, Applied multivariate statistics for the social sciences, Routledge Taylor & Francis Group.

[9] Hair et al, 2009, Multivariate Data Analysis, Prentical-Hall International, Inc.

[10] https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics/28.0.0?topic=detection-rotated-factor-matrix.

■Ngày nhận bài: 15/5/2024 ■Ngày sửa bài: 21/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông cốt thanh sợi polymer dựa trên mô hình cây hồi quy M5P

Prediction of axial capacity of concrete columns reinforced with fiber reinforced polymer bars based on the M5P tree model

> THS DÂN QUỐC CƯƠNG[1], PGS.TS NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG[2], PGS.TS ĐẶNG VŨ HIỆP[3]
[1]GV Khoa Công nghệ Thông tin, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: cuongdq@hau.edu.vn
[2]GV Khoa Xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: ngocphuong.nguyen@hau.edu.vn
[3]GV Khoa Xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: hiepdv@hau.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo này đề xuất công thức có độ tin cậy khi xem xét đầy đủ các biến đầu vào để dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông cốt sợi polymer (FRP). Công thức dự báo được đề xuất dựa trên các dữ liệu thực nghiệm từ các nghiên cứu trước đây và mô hình cây hồi quy M5P, đồng thời được so sánh với bốn công thức của các tác giả trên thế giới. Nghiên cứu cho thấy, công thức đã cho kết quả dự báo tốt nhất với hệ số xác định (R^2) bằng 0.995. Dựa trên mô hình cây hồi quy M5P, ba biến số gồm các biến diện tích tiết diện cột bê tông (A_g), mô đun đàn hồi của cốt FRP (E_{frp}) và cường độ chịu nén của bê tông (f'_c) là các biến số có ảnh hưởng lớn đến kết quả dự báo.

Từ khóa: Cột bê tông; thanh cốt sợi polymer; khả năng chịu nén đúng tâm; cây hồi quy M5P.

ABSTRACT

This study proposes a highly-reliable formula that considers all possible input variables to predict the axial load capacity of FRP-reinforced concrete columns. The proposed formula is based on experimental data from previous studies and the M5P regression tree model, and it is compared with four formulas from other authors worldwide. The results show that the proposed formula demonstrates the best prediction with a coefficient of determination (R^2) of 0.955. Based on the M5P model, three variables including Cross-sectional area of concrete columns (A_g); Elastic modulus of FRP (E_{frp}) and Axial load capacity of concrete (f'_c) have a significant impact on the prediction results.

Keywords: Concrete column; fiber reinforced polymer (FRP); axial capacity; M5P tree regression.

1. TỔNG QUAN

Thanh cốt sợi polymer (FRP) có hình dáng bên ngoài giống như thanh thép, được làm bằng các sợi liên tục ngâm tẩm trong chất kết dính bằng nhựa polymer. Tùy thuộc vật liệu sợi sẽ hình thành các loại thanh FRP khác nhau như: Thanh cốt sợi thủy tinh (GFRP), thanh cốt sợi cacbon (GFRP), thanh cốt sợi aramit (AFRP),… Các nghiên cứu thực nghiệm và lý thuyết về ứng xử của cấu kiện dầm, sàn, móng, liên kết sàn-cột bê tông cốt FRP hoặc cốt hỗn hợp FRP-thép đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm [1], [2], [3], [4], [5]. Thiết kế cấu kiện chịu uốn bê tông cốt FRP đã được tiêu chuẩn Hoa Kỳ [6] và chỉ dẫn thiết kế của Canada [7] đề cập. Tiêu chuẩn Hoa Kỳ ACI 440.11-22 cho phép thiết kế cấu kiện chịu nén đúng tâm cốt FRP huy động từ 80% 85% khả năng chịu nén của tiết diện bê tông mà không kể đến cốt FRP [6]. Trong khi đó, một số chỉ dẫn cũ như ACI 440.1R-06 [8] và CAN/CSA S806-12 [9] không khuyến nghị sử dụng thanh FRP thay thế cốt thép chịu nén. Điều này là do cường độ nén giới hạn của thanh FRP thấp hơn đáng kể so với cường độ kéo giới hạn của nó. Một số nghiên cứu thực nghiệm cho thấy khi thay thế các thanh cốt thép dọc bằng thanh GFRP với cùng hàm lượng thì khả năng chịu nén đúng tâm của cột giảm từ 13%16% so với cột sử dụng cốt thép [10], [11], [12]. Do sự khác biệt về thành phần và công nghệ chế tạo nên giới hạn về cường độ chịu nén cốt FRP chưa đạt được sự thống nhất trong các nghiên cứu. Từ đó dẫn đến việc chưa có công thức tổng quát dự báo khả năng chịu nén đúng tâm cột bê tông cốt FRP nào được khuyến nghị trong các tài liệu trên.

Dự báo khả năng chịu lực của cột bê tông cốt FRP bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) cũng được một số nhà nghiên cứu thực hiện [13], [14]. Các nghiên cứu này đã cho thấy rằng việc mô phỏng FEM có thể xác định chính xác ứng xử và đặc tính kết cấu của cột bê tông cốt FRP. Mô hình FEM giúp tiết kiệm thời gian và chi phí so với làm thí nghiệm để xây dựng các mô hình tính toán phù hợp trong việc xác định khả năng chịu lực của cột bê tông cốt FRP. Tuy nhiên, ở cấp độ thực hành thiết kế, mô hình FEM đòi hỏi các kỹ sư sử dụng được công cụ phân tích chuyên sâu, các tham số vật liệu đầu vào cần độ chính xác cao. Những năm gần đây việc ứng dụng thuật toán học máy (ML) trong lĩnh vực xây dựng để giải quyết bài toán hồi quy phi tuyến đã ngày càng phổ biến. Có thể liệt kê một số ứng dụng

như sử dụng mạng nơ rôn nhân tạo để dự báo cường độ chịu nén của bê tông bị kiềm chế nở ngang bởi tấm sợi FRP bọc dán ngoài [15]; sử dụng lập trình diễn tả gen để dự báo khả năng chịu uốn của dầm cốt FRP [16]; dự báo cường độ chịu nén của bê tông từ thí nghiệm không phá huỷ theo thời gian thực bằng các thuật toán kết hợp (ensemble) [17]… Để các thuật toán trên có thể áp dụng rộng rãi trong thực tế cần xây dựng một công thức thực nghiệm.

Vì vậy, thiết lập công thức thực nghiệm có độ tin cậy là cần thiết để dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông cốt FRP bằng mô hình cây hồi quy M5P. Các thông số như tiết diện cột, vật liệu chế tạo, khoảng cách các đai, độ mảnh cột được sử dụng. Đồng thời, so sánh công thức đề xuất với kết quả thực nghiệm và bốn công thức từ những nghiên cứu trước. Ngoài ra, dựa trên thuật toán M5P, ảnh hưởng của các biến đầu vào đến kết quả dự báo được xem xét trong nghiên cứu này.

2. MÔ HÌNH CÂY HỒI QUY M5P

Mô hình cây hồi quy M5P là mô hình mở rộng của mô hình cây quyết định M5 được đề xuất bởi R. Quinlan và Yong Wang [18], [19]. Mô hình M5P kết hợp được cây quyết định với mô hình hồi quy tuyến tính tại các nút cây. Điều đó có nghĩa là thay vì chỉ dự báo được một giá trị tại mỗi nút cây, M5P có thể dự báo được nhiều giá trị. Để xây dựng mô hình M5P thường trải qua 3 bước:

- Bước 1: Khởi tạo cây dựa vào đặc trưng các biến đầu vào. Phân chia các nhánh cây dựa trên độ lệch chuẩn (SD) giữa các mẫu ở các nhánh cây. Tại mỗi nhánh cây, mô hình sẽ kiểm tra các thuộc tính và chọn thuộc tính dựa trên việc giảm độ lệch chuẩn trên tập dữ liệu con (SDR). Trong bài báo này quá trình chia tách nhánh cây dừng khi giá trị độ lệch chuẩn trong các tập con thay đổi nhỏ hơn 0.1 theo công thức sau.

$$SDR = SD(T) - \sum_i \left|\frac{T_i}{T}\right| \times SD(T_i) \quad (1)$$

Trong đó : T là kích thước tập dữ liệu ban đầu ; T_i là kích thước tập dữ liệu con sau khi chia nhánh.

- Bước 2: Tỉa cây. Để tránh bị quá khớp trong quá trình tạo cây, phương pháp tỉa cây trước được sử dụng. Theo đó kích thước mẫu tối thiểu ở mỗi nút được lựa chọn mặc định là 4 và ngưỡng thay đổi độ lệch chuẩn đặt là 0.1.

- Bước 3 : Làm mịn. Để giảm sự thay đổi đột ngột kết quả dự báo tại các lá với các nút bên trong, quá trình làm mịn được xác định theo công thức (2) [19].

$$p' = \frac{np + kq}{n + k} \quad (2)$$

Trong đó : p' là giá trị dự đoán cho nút cây bên trên ; p là giá trị dự báo cho các nút cấy bên dưới ; n số lượng mẫu huấn luyện cho nút bên trên ; k là hằng số, lấy bằng 15.

3. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH CÂY HỒI QUY

Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng dữ liệu thu thập được từ các nghiên cứu [20] và [21]. Tổng cộng có 125 cột bê tông cốt FRP hình chữ nhật/hình vuông được thí nghiệm chịu nén đúng tâm đến khi bị phá hoại. Có hai loại cốt FRP được sử dụng cho cả cốt dọc và cốt đai là: cốt thanh sợi thuỷ tinh (GFRP) và cốt thanh sợi các bon (CFRP). Chi tiết về các thí nghiệm này có thể xem thêm trong các tài liệu trên. Từ các các kết quả thực nghiệm, 7 biến đầu vào được lựa chọn, bao gồm : diện tích tiết diện ngang cột, A_g (mm^2) ; cường độ chịu nén bê tông thường mẫu trụ, f'_c (MPa) ; hàm lượng cốt dọc FRP, ρ(%) ; mô đun đàn hồi cốt dọc E_{frp} (GPa) ; cường độ chịu kéo cốt dọc, f_{fu} (MPa) ; khoảng cách cốt đai, s (mm) ; độ mảnh cột, λ và một biến đầu ra là khả năng chịu nén đúng tâm của cột, $P_{exp.}$ (kN). Bảng 1 trình bày tóm tắt thông tin cho bộ dữ liệu thực nghiệm.

Bảng 1: Thông tin bộ dữ liệu thực nghiệm

Biến đầu vào	Min.	Max.	Trung bình	Lệch chuẩn
A_g (mm^2)	22500.00	372100.00	71163.36	61006.35
f'_c (MPa)	25.60	90.00	39.85	12.47
ρ (%)	0.37	4.66	1.97	0.77
E_{frp} (GPa)	39.00	151.00	69.54	35.34
f_{fu} (MPa)	574.00	2000.00	1183.00	413.30
s (mm)	30.00	305.00	93.52	47.86
λ	10.00	42.00	19.62	6.26
Biến đầu ra				
$P_{exp.}$ (kN)	468.00	15235.00	2763.10	2266.37



Hình 1. Tương quan giữa các biến dựa trên dữ liệu thực nghiệm

Hình 1 thể hiện bản đồ mối tương quan giữa các biến đầu vào và đầu ra trong bộ dữ liệu thực nghiệm. Từ hình 1, có thể thấy rằng diện tích tiết diện ngang và khả năng chịu lực của cột có mối quan hệ mạnh với nhau với hệ số tương quan Pearson bằng 0.94. Ngược lại mô đun đàn hồi của thanh FRP và khả năng chịu lực của cột không có mối quan hệ nào. Từ đó dẫn đến khả năng có thể xem xét loại bỏ bớt biến *Efrp* khi xác định khả năng chịu lực của cột bê tông cốt FRP chịu nén đúng tâm. Ảnh hưởng của các biến đầu vào sẽ được bàn luận thêm ở mục 4.

Sử dụng ngôn ngữ lập trình mở R kết hợp với chuyển dữ liệu sang dạng logarit và các bước xây dựng cây hồi quy trình bày trong mục 2, ta thu được công thức hồi quy dạng luỹ thừa như sau :

$$\text{LM1: } P_{exp.} = 7.85 \times 10^{-1} \times \left(A_g\right)^{1.0511} \times (f_c')^{0.8953} \times (\rho)^{0.1093} \times (Efrp)^{0.0805} \times \times (s)^{-0.0363} \times (\lambda)^{-0.0933} \quad (3)$$

Để đánh giá độ chính xác của công thức (3), một số chỉ số thống kê như sai số tuyệt đối trung bình (*MAE*), sai số tương đối (*MAPE*), căn bậc hai của bình phương sai số trung bình (*RMSE*) và hệ số xác định R^2 được tính toán như các công thức tương ứng (4), (5), (6) và (7).

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|P_{\exp.} - P_{pred.}\right| \quad (4)$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{P_{\exp.} - P_{pred.}}{P_{\exp.}}\right| \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_{\exp.} - P_{pred.})^2} \quad (6)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(P_{\exp.} - P_{pred.})^2}{\sum_{i=1}^{n}(P_{\exp.})^2} \quad (7)$$

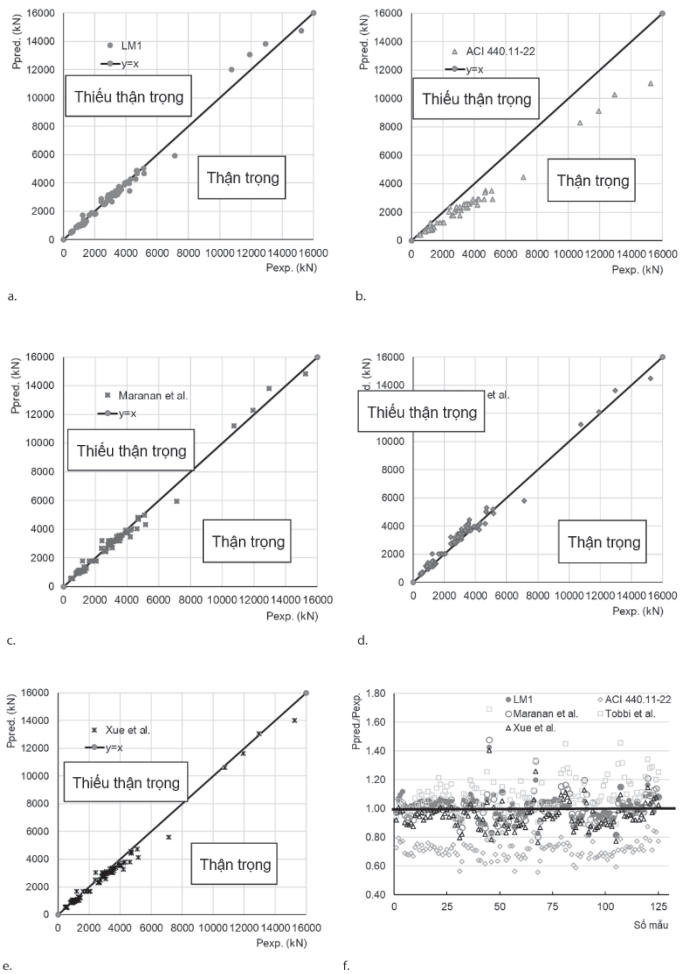
Trong đó: n là tổng số mẫu thí nghiệm; $P_{exp.}$, $P_{pred.}$ lần lượt là giá trị thí nghiệm và giá trị dự báo.

Đồng thời, các kết quả trên được so sánh với các kết quả từ các các công thức trong ACI 440.11-22 [6] và một vài công thức thực nghiệm khác được liệt kê trong bảng 2, có thể nhận thấy rằng công thức của Maranan et al. [22] và Xue et al. [23] không xem xét ảnh hưởng của cường độ chịu kéo của thanh FRP. Ngược lại công thức của Tobbi et al. [11] có kể đến ảnh hưởng của cường độ chịu kéo cốt FRP.

Bảng 2: So sánh các chỉ số thống kê của các công thức dự báo

Tác giả/Chỉ dẫn	*Công thức dự báo*	*MAE (kN)*	*MAPE*	*RMSE (kN)*	R^2
Nghiên cứu này	LM1: Công thức đề xuất (3)	154.3	0.059	262.80	0.995
ACI 440.11-22	$P_{pred.} = 0.68 f'_c A_g$	796.1	0.284	1011.78	0.920
Maranan et al. [22]	$P_{pred.} = 0.9 f'_c (A_g - A_{FRP}) + 0.002 E_{FRP} A_{FRP}$	161.5	0.067	249.76	0.995
Tobbi et al. [11]	$P_{pred.} = 0.85 f'_c (A_g - A_{FRP}) + 0.35 f_{fu} A_{FRP}$	254.3	0.117	335.67	0.991
Xue et al. [23]	$P_{pred.} = 0.85 f'_c (A_g - A_{FRP}) + 0.002 E_{FRP} A_{FRP}$	214.5	0.081	321.26	0.992

Kết quả dự báo theo các công thức trên được thể hiện ở hình 2:



Hình 2. Kết quả dự báo: a) mô hình LM1 (M5P); b) ACI 440.11-22; c) Maranan et al.; d) Tobbi et al. ; e) Xue et al.; f) tỷ số $P_{pred.} / P_{exp}$

Dựa vào kết quả từ 4 chỉ số thống kê nêu trên cho thấy, tiêu chuẩn ACI 440.11-22 cho kết quả dự báo với sai số lớn nhất (R^2= 0.920); công thức đề xuất (3) và công thức do Maranan et al cho chất lượng dự báo tương đương và tốt nhất trong phạm vi bộ dữ liệu (R^2= 0.995).

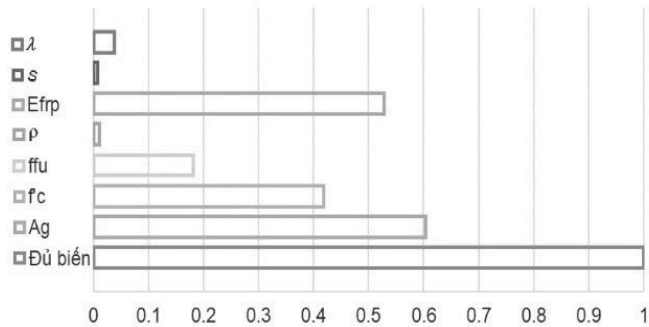
Từ hình 2 có thể thấy được công thức đề xuất (3) cho tỷ số $P_{pred.} / P_{exp}$. thay đổi trong khoảng (0.82÷1.43), công thức của Maranan et al cho tỷ số này thay đổi trong phạm vi lớn hơn (0.80÷1.48). Điều này cũng thể hiện qua hệ số biến động của tỷ số $P_{pred.} / P_{exp}$. khi dự báo theo công thức đề xuất (3) là 0.080 so với 0.094 khi dự báo theo công thức của Maranan et al. Hệ số biến động này chỉ ra kết quả dự báo từ công thức đề xuất (3) có tính đồng nhất cao hơn. Như vậy, công thức đề xuất (3) cho kết quả dự báo có chất lượng tốt nhất vì có xét tới ảnh hưởng đầy đủ các tham số.

4. PHÂN TÍCH TẦM QUAN TRỌNG CỦA CÁC BIẾN

Trong nghiên cứu này, tầm quan trọng của các biến được xác định bằng phương pháp loại bỏ dần từng biến trong bộ dữ liệu. Lần lượt từng biến đầu vào được loại bỏ và thiết lập mô hình dự báo tương ứng. Hệ số xác định cho mỗi mô hình được tính toán và so sánh với trường hợp mô hình có đầy đủ các biến đầu vào. Chỉ số tầm quan trọng của mỗi biến được xác định bằng cách chuẩn hoá hệ số xác định theo công thức (8).

$$\mathrm{Imp}_i = 1 - \frac{R_i^2}{R^2} \quad (8)$$

Trong đó : R_i^2 là hệ số xác định của mô hình dự báo sau khi loại bỏ biến thứ i ; R^2 là hệ số xác định của mô hình dự báo ban đầu (có sự tham gia đầy đủ các biến).



Hình 3. Chỉ số tầm quan trọng của các biến

Hình 3 thể hiện kết quả tính toán chỉ số tầm quan trọng của các biến trong mô hình M5P đã đề xuất. Có thể thấy rằng biến số A_g, E_{frp} và f'_c là 3 biến có ảnh hưởng lớn đến kết quả dự báo. Biến có ít ảnh hưởng nhất đến kết quả dự báo là khoảng cách cốt đai trong cột. Kết quả cũng chỉ ra rằng hai biến đầu vào là hàm lượng cốt dọc và

độ mảnh của cột ảnh hưởng ít đến chất lượng dự báo. Như đã đề cập ở mục 3, từ phân tích dữ liệu thực nghiệm cho thấy không có mối liên hệ giữa khả năng chịu nén dọc trục và mô đun đàn hồi của cốt FRP, E_{frp}. Tuy nhiên phân tích tầm quan trọng các biến chỉ ra điều ngược lại, biến E_{frp} đóng góp nhiều vào khả năng chịu tải của cột. Do đó có thể rút ra nhận xét rằng phân tích tương quan dữ liệu đầu vào và ra chỉ thể hiện sơ bộ xu hướng các mối liên hệ giữa các biến, giúp cho việc xây dựng mô hình dự báo chính xác hơn.

5. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu trên về khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông tiết diện chữ nhật sử dụng cốt FRP dựa trên các kết quả thực nghiệm và mô hình cây hồi quy M5P cho thấy :

- Tiêu chuẩn ACI 440.11-22 dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông cốt FRP chỉ xét đến ảnh hưởng của diện tích tiết diện ngang cột và cường độ chịu nén của bê tông với kết quả mang tính an toàn cao nhất với sai số tuyệt đối trung bình lớn nhất là 796.1 kN;

- Các công thức của Maranan et al., Tobbi et al., Xue et al. đều xét ảnh hưởng của các yếu tố đặc trưng vật liệu và cho kết quả dự báo với độ chính xác cao có hệ số xác định R^2 thay đổi trong khoảng (0.991÷0.995);

- Chỉ số tầm quan trọng của các biến là khác nhau, trong đó biến số A_g, E_{frp} và f'_c là 3 biến có ảnh hưởng lớn nhất đến kết quả dự báo.

- Công thức đề xuất (3) xét đến ảnh hưởng của hầu hết các tham số đầu vào và cho chất lượng dự báo tốt nhất cả khi xét theo các chỉ số thống kê *MAE,* MAPE và R^2. Công thức đề xuất này có độ tin cậy và có thể được sử dụng để dự báo khả năng chịu nén đúng tâm của cột bê tông tiết diện hình chữ nhật sử dụng cốt FRP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Barris C, Torres L, Vilanova I, Miàs C, Llorens M. Experimental study on crack width and crack spacing for Glass-FRP reinforced concrete beams. Engineering Structures. 2017;131:231-42. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.11.007.

2. Al-Sunna R, Pilakoutas K, Hajirasouliha I, Guadagnini M. Deflection behaviour of FRP reinforced concrete beams and slabs: An experimental investigation. Composites Part B: Engineering. 2012;43(5):2125-34. doi: https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.03.007.

3. Vu Dang H, Nguyen Phan D. Experimental investigation and analysis of pure bending plastic hinge zone in hybrid beams reinforced with high reinforcement ratio under static loads. European Journal of Environmental and Civil Engineering. 2022;26(13):6188-210. doi: 10.1080/19648189.2021.1934553.

4. Mohamed Eladawy MH, Brahim B. Experimental Study of Interior Glass Fiber-Reinforced Polymer-Reinforced Concrete Slab-Column Connections under Lateral Cyclic Load. ACI Structural Journal. 116(6). doi: 10.14359/51716803.

5. Doostmohamadi A, Karamloo M, Vatani Oskouei A, Shakiba M, Kheyroddin A. Enhancement of punching strength in GFRP reinforced single footings by means of handmade GFRP shear bands. Engineering Structures. 2022;262:114349. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.114349.

6. ACI CODE-440.11-22 Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP) Bars-Code and Commentary: American Concrete Institute; 2022.

7. ISIS Canada (2001). "Reinforcing Concrete Structures with Fibre Reinforced Polymers". Manual # 3. Canada.2001.

8. Committee ACI. 440.1R-06: Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. Technical Documents.

9. CAN/CSA S806-12 R, ON, Canada. 2012. Design and construction of building components with fiber reinforced polymers.2012.

10. Antonio De Luca FM, Antonio N. Behavior of Full-Scale Glass Fiber-Reinforced Polymer Reinforced Concrete Columns under Axial Load. ACI Structural Journal. 107(5). doi: 10.14359/51663912.

11. Hany Tobbi ASF, Brahim B. Concrete Columns Reinforced Longitudinally and Transversally with Glass Fiber-Reinforced Polymer Bars. ACI Structural Journal. 109(4). doi: 10.14359/51683874.

12. Hadi Muhammad NS, Karim H, Sheikh MN. Experimental Investigations on Circular Concrete Columns Reinforced with GFRP Bars and Helices under Different Loading Conditions. Journal of Composites for Construction. 2016;20(4):04016009. doi: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000670.

13. Elchalakani M, Karrech A, Dong M, Mohamed Ali MS, Yang B. Experiments and Finite Element Analysis of GFRP Reinforced Geopolymer Concrete Rectangular Columns Subjected to Concentric and Eccentric Axial Loading. Structures. 2018;14:273-89. doi: https://doi.org/10.1016/j.istruc.2018.04.001.

14. Piscesa B, Attard MM, Samani AK. 3D Finite element modeling of circular reinforced concrete columns confined with FRP using a plasticity based formulation. Composite Structures. 2018;194:478-93. doi: https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2018.04.039.

15. Cascardi A, Micelli F, Aiello MA. An Artificial Neural Networks model for the prediction of the compressive strength of FRP-confined concrete circular columns. Engineering Structures. 2017;140:199-208. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.02.047.

16. Murad Y, Tarawneh A, Arar F, Al-Zu'bi A, Al-Ghwairi A, Al-Jaafreh A, et al. Flexural strength prediction for concrete beams reinforced with FRP bars using gene expression programming. Structures. 2021;33:3163-72. doi: https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.06.045.

17. Arora HC, Bhushan B, Kumar A, Kumar P, Hadzima-Nyarko M, Radu D, et al. Ensemble learning based compressive strength prediction of concrete structures through real-time non-destructive testing. Scientific Reports. 2024;14(1):1824. doi: 10.1038/s41598-024-52046-y.

18. Quinlan JR. Learning with Continuous Classes. Proceedings of Australian Joint Conference on Artificial Intelligence. 1992;Hobart 16-18 November 1992:343-8.

19. Wang Y, Witten IH. Induction of model trees for predicting continuous classes. Working Paper. 1996 Contract No.: 96/23.

20. Duy NP, Anh, V.N., Hiep, D.V., Anh, N.M.T. Strength of concrete columns reinforced with Glass fiber reinforced polymer. Magazine of Civil Engineering. 2021;101(1). doi: DOI: 10.18720/MCE.101.8.

21. Bakouregui AS, Mohamed HM, Yahia A, Benmokrane B. Explainable extreme gradient boosting tree-based prediction of load-carrying capacity of FRP-RC columns. Engineering Structures. 2021;245:112836. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112836.

22. Maranan GB, Manalo AC, Benmokrane B, Karunasena W, Mendis P. Behavior of concentrically loaded geopolymer-concrete circular columns reinforced longitudinally and transversely with GFRP bars. Engineering Structures. 2016;117:422-36. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.03.036.

23. Weichen Xue FP, Zhiqing F. Behavior and Design of Slender Rectangular Concrete Columns Longitudinally Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars. ACI Structural Journal. 115(2). doi: 10.14359/51701131.

■Ngày nhận bài: 17/5/2024 ■Ngày sửa bài: 10/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/7/2024

Đánh giá hiệu quả mô hình thí điểm kè ly tâm tại khu vực thị xã Vĩnh Châu tỉnh Sóc Trăng

Assessment of the effectiveness of the pile-rock breakwater pilot in Vinh Chau area, Soc Trang province

> NGUYỄN THÀNH LIÊM[1], LÂM TẤN PHÁT[2], TRẦN VĂN TỶ[2,*]

[1]HVCH Trường Bách khoa, Trường ĐH Cần Thơ; Email: liemm4222019@gstudent.ctu.edu.vn

[2]Khoa Kỹ thuật Thủy lợi, Trường Bách khoa, Trường ĐH Cần Thơ; Email: phatlam0806@gmail.com; *tvty@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả của mô hình thí điểm kè ly tâm tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng từ năm 2021. Quá trình đánh giá bao gồm khảo sát hiện trạng, phỏng vấn các chuyên gia và người dân về hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cũng như tác động đến môi trường và xã hội của công trình. Các tài liệu và hồ sơ dự án được thu thập, địa hình quanh kè được đo đạc và độ lún của kè được quan trắc. Kết quả cho thấy độ lún của kè dao động từ 43 mm đến 49 mm tại ba vị trí quan trắc, cho thấy kè ổn định cao sau ba năm vận hành. Đặc biệt, sự nâng cao của mặt đất phía sau kè rất đáng kể, với cao độ lớn nhất là +1.257 mm (MSL) tại vị trí B1 và nhỏ nhất là +983 mm (MSL) tại vị trí B2 so với mốc quốc gia. Việc trồng lại rừng ngập mặn cùng với công trình kè đã cải thiện đáng kể khu vực bờ biển từng bị sạt lở nghiêm trọng. Hiệu quả tích cực về kinh tế - kỹ thuật và tác động môi trường - xã hội của mô hình kè ly tâm thí điểm được các chuyên gia đánh giá cao. Phản hồi từ người dân sống trong khu vực dự án cũng rất tích cực.

Từ khóa: Kè giảm sóng; hiệu quả kinh tế - kỹ thuật; tác động môi trường và xã hội; thị xã Vĩnh Châu tỉnh Sóc Trăng.

ABSTRACT

The objective of this study is to assess the effectiveness of the pile-rock breakwater pilot in Vinh Chau town, Soc Trang province since 2021. The assessment process includes field survey, and interviewing experts and local people about the economic-technical effectiveness and the environmental and social impacts of the pilot. Pilot project documents and data were collected, the elevation/terrain surrounding the pilot was measured, and the settlement of the pilot was monitored. The results showed that the breakwater settlement ranged from 43 mm to 49 mm at three monitored locations indicating high stability after three years of operation. Notably, the elevation behind the breakwater increased significantly, with the highest level of +1,257 mm (MSL) at location B1 and the lowest level of +983 mm (MSL) at location B2, compared to the national benchmark. The reforestation of mangroves, combined with the breakwater project, has significantly improved this previously severely eroded coastal area. The possitive economic-technical effectiveness and environmental-social impacts of the pilot were highly evaluated by experts. Feedback from local people living in the project area was also very positive.

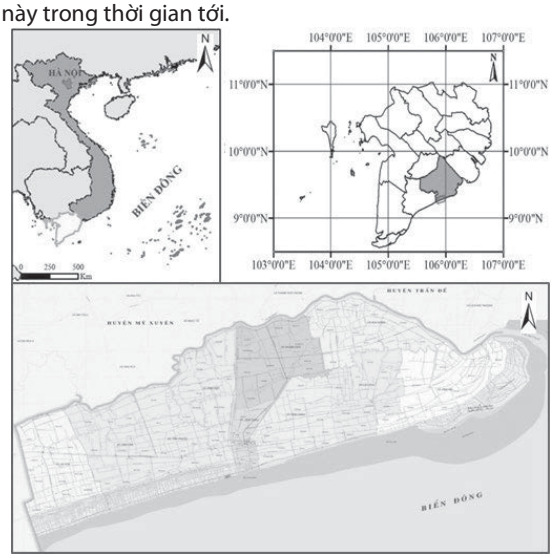
Keywords: Breakwater; economic-technical effectiveness; environmental and social impacts; Vinh Chau town; Soc Trang province.

1. MỞ ĐẦU

Khu vực nghiên cứu (KVNC) là bờ biển thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng - một phần bờ biển Đông tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), nằm trong khoảng tọa độ từ 9°14'N đến 9°56'N vĩ độ Bắc và từ 105°34'E đến 106°18'E kinh độ Đông, với bờ biển kéo dài 72 km [1] (Hình 1). Khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng từ dòng chảy sông Hậu, chế độ triều từ biển Đông, và dòng chảy ven bờ [2]. Gần đây, hiện tượng xói lở dọc bờ biển, đặc biệt trước các tuyến đê ven biển, đã trở nên nghiêm trọng hơn. Tình trạng này không chỉ ảnh hưởng đến các tuyến đê mà còn tác động đến những khu vực có rừng ngập mặn ven bờ [3]. Rừng ngập mặn có vai trò quan trọng như một lá chắn sóng, bảo vệ đê biển và cư dân ven bờ khỏi tác động của bão [4]. Tuy nhiên, lá chắn tự nhiên này đang bị suy yếu trước sự tấn công mạnh mẽ của biển cả [5]. Nhiều giải pháp công trình và phi công trình đã được đề xuất để giải quyết vấn đề xói lở bờ biển, trong đó việc xây dựng kè bảo vệ được coi là hiệu quả nhất [3, 6]. Hiện có nhiều loại kè giảm sóng bảo vệ bờ đã được áp dụng tại ĐBSCL như kè Busadco, kè bán nguyệt và kè ly tâm, giúp giảm thiểu năng lượng sóng tác động lên bờ, bảo vệ rừng ngập mặn và đê biển [3, 7-10]. Các loại kè này đã được đánh giá là có hiệu quả tốt về giảm chiều cao sóng khi được mô phỏng trong phòng thí nghiệm bằng các mô hình vật lý tỉ lệ nhỏ được đặt trong máng tạo sóng [11-13].

Tại khu vực biển Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng, kè ly tâm chắn sóng đã được thí điểm vào năm 2021. Đã có các nghiên cứu đánh giá về hiệu quả giảm sóng, tạo bồi của đoạn kè này trong giai đoạn vừa thi công xong [7]. Tuy nhiên, nghiên cứu này tập trung vào việc đánh

giá khả năng giảm sóng và bồi tụ bờ biển trong một thời gian ngắn sau khi quá trình xây dựng công trình kè ly tâm vừa hoàn thành. Do đó nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá tổng quan về hiệu quả trên các mặt kinh tế - kỹ thuật cùng với sự tác động đến môi trường và xã hội của công trình kè ly tâm thí điểm này. Các số liệu quan trắc lún và cao độ mặt đất sau kè được kế thừa từ các nghiên cứu trước [7] và được thu thập và cập nhật thêm đến 2024. Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu cũng tiến hành thực hiện khảo sát đối với các bên liên quan về các tiêu chí đã trình bày. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thông tin về ưu điểm và hạn chế của mô hình kè ly tâm thí điểm tại bờ biển Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng; từ đó đề xuất giải pháp khắc phục các hạn chế trong quá trình triển khai mô hình kè giảm sóng này trong thời gian tới.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu [10]

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp liên quan được thu thập từ các nguồn được thể hiện qua Bảng 1.

Bảng 1. Số liệu thứ cấp và nguồn số liệu

STT	Số liệu	Nguồn thu thập	Năm
1	Bản đồ địa hình khu vực	Ban QLDA 2, tỉnh Sóc Trăng	2020
2	Bản đồ khu vực xói lở	Chi cục Thủy lợi Sóc Trăng	2020
3	Địa hình	Công ty Cổ phần Tư vấn Kiểm định Xây dựng (CPTVKĐXD) Miền Tây, Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam	2019
4	Hồ sơ thiết kế công trình	Công ty TNHH Ba Xuyên, Công ty CPTVKĐXD Miền Tây	2022
5	Chất lượng nước	Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sóc Trăng	2021-2023

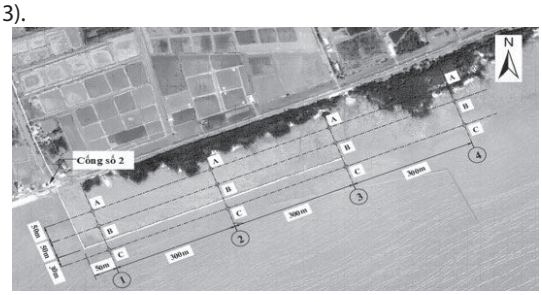
Bên cạnh đó, nghiên cứu này đã khảo sát các bên liên quan, bao gồm hai nhóm chính: *(1) Các chuyên gia và nhà quản lý,* và *(2) Người dân tại khu vực thử nghiệm kè ly tâm*, nhằm đánh giá hiệu quả của mô hình. Cụ thể, 20 phiếu khảo sát được gửi đến các chuyên gia và nhà quản lý; và 48 phiếu khác được phân phát cho cư dân địa phương. Việc khảo sát các chuyên gia và nhà quản lý được thực hiện trực tuyến thông qua Googleform, còn cư dân địa phương được phỏng vấn trực tiếp với các câu hỏi được ghi trong bảng hỏi. Bảng hỏi cho hai nhóm này tập trung vào bốn khía cạnh chính về hiệu quả của dự án: *(1) Hiệu quả kinh tế, (2) Hiệu quả kỹ thuật, (3) Ảnh hưởng đến môi trường,* và *(4) Tác động xã hội* của mô hình thí điểm. Bộ câu hỏi được thiết kế trên cơ sở tiêu chí của khối thứ 8 về quan trắc và kỹ thuật trong bộ tiêu chí 10 khối đánh giá quản trị nguồn nước [14] vì phù hợp với mục tiêu nghiên cứu và phản ánh đầy đủ các khía cạnh liên quan đến hệ thống công trình thủy lợi được nghiên cứu.

2.2. Xử lý số liệu

Các dữ liệu thu thập từ quá trình khảo sát đã được xử lý bằng phương pháp thống kê và sau đó được trình bày dưới dạng biểu đồ nhằm hỗ trợ việc phân tích hiệu quả mô hình thí điểm. Để cụ thể hóa mức độ hiệu quả, việc đánh giá được chia thành bốn cấp độ khác nhau, từ thấp đến cao. Những cấp độ này được xác định thông qua các giá trị phần trăm, dựa trên kết quả thu thập từ 68 phiếu trả lời khảo sát. Các yếu tố được sử dụng để đánh giá hiệu quả của mô hình thí điểm đã được xác định dựa trên các nguyên tắc đánh giá tiêu chí và chỉ thị [15].

2.3. Khảo sát bồi /xói sau kè

Để đánh giá hiệu quả của công trình kè trong việc tạo bãi bồi, nhóm nghiên cứu thực hiện việc đo cao độ tại 4 mặt cắt (MC) vuông góc với kè, như minh họa trong Hình 2. Mỗi MC được khảo sát tại ba điểm: điểm A và B nằm cách kè lần lượt là 100 m và 50 m về phía bờ, trong khi điểm C cách kè 30 m về phía biển. Việc đo đạc được tiến hành mỗi tháng một lần bằng máy thủy bình, nhằm theo dõi sự thay đổi về chiều cao của các MC theo thời gian. Mốc cao độ được dùng để so sánh là cao trình của Cống số 2 (mốc chuẩn), được ghi nhận là +4.130 mm (MSL). Sơ đồ lưới đo đạc và các số liệu đo đạc từ năm 2021-2022 được tham khảo và kế thừa từ nghiên cứu trước của nhóm [3, 7] và được tiếp tục thu thập số liệu trong nghiên cứu này (Hình 3).



Hình 2. Sơ họa vị trí đo đạc cao độ tại vị trí nghiên cứu [3, 7]

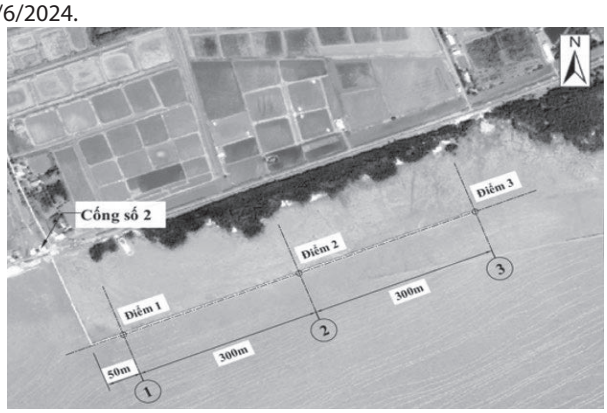


Hình 3. Một số hình ảnh khảo sát

2.4. Quan trắc lún

Việc theo dõi tình trạng lún được thực hiện trên hai phần của công trình kè: (1) Phần bê tông ở đỉnh kè và (2) Lớp đá hộc giữa lớp bê tông và các cọc. Các điểm quan trắc đã được xác định và minh

họa trên bản đồ mặt bằng trong Hình 4. Vì lớp đá hộc có bề mặt không đồng đều, nhóm nghiên cứu đã đo lún của phần bê tông từ các điểm quan trắc với khoảng cách cố định là 50cm. Số liệu quan trắc từ ngày 14/10/2021 đến ngày 17/7/2022 được tham khảo và kế thừa từ nghiên cứu trước của nhóm [7]. Trong nghiên cứu này thực hiện quá trình quan trắc từ ngày 24/02/2024 đến ngày ngày 08/6/2024.



Hình 4. Sơ họa mặt bằng vị trí quan trắc độ lún của kè [7]

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả về mặt kinh tế

Đánh giá của chuyên gia

Kết quả khảo sát cho thấy mô hình kè ly tâm tại khu vực thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng đạt được nhiều lợi ích kinh tế đáng kể (Hình 5). Đầu tiên, chi phí xây dựng dao động từ 18-22 triệu đồng mỗi mét dài, nhận được điểm hiệu quả trung bình 3,0/4,0, cho thấy đây là một lựa chọn kinh tế hợp lý. Thêm vào đó, tuổi thọ cao và chi phí bảo trì thấp của kè đạt điểm 3,45/4,0 chứng tỏ tính bền vững của công trình. Việc mô hình kè thu hút đầu tư cho khu vực cũng được đánh giá tích cực với điểm 3,25/4,0. Hơn nữa, việc kết hợp đường dân sinh trên mặt kè nhằm phục vụ cộng đồng và khai thác du lịch tại rừng ngập mặn đạt điểm lần lượt là 3,1/4,0 và 3,2/4,0 cho thấy tiềm năng phát triển kinh tế địa phương.

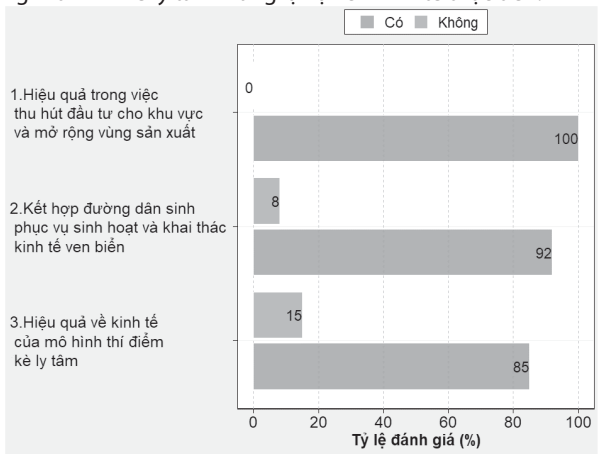


Hình 5. Khảo sát chuyên gia và nhà quản lý về hiệu quả kinh tế

Khả năng tái sử dụng nguyên vật liệu xây dựng sau khi rừng ngập mặn phục hồi, và sự bền vững của công trình trong việc giảm thiểu thiệt hại do thiên tai cũng đạt điểm trên 3,1/4,0. Điều này cho thấy mô hình kè ly tâm không chỉ mang lại lợi ích kinh tế trực tiếp mà còn đóng góp vào sự phát triển bền vững của khu vực. Như vậy, có thể thấy mô hình kè ly tâm tại thị xã Vĩnh Châu được các chuyên gia đánh giá cao về hiệu quả kinh tế, góp phần tích cực vào sự phát triển và bảo vệ môi trường tại địa phương.

Đánh giá của người dân

Kết quả khảo sát được trình bày trên Hình **6** cho thấy mô hình thí điểm kè ly tâm đã đạt được hiệu quả kinh tế rõ rệt. Cụ thể, 84,62% số người được khảo sát cho rằng mô hình này đã thu hút đầu tư và mở rộng vùng sản xuất trong khu vực. Hơn nữa, có tới 92,31% cho rằng kè ly tâm đã kết hợp hiệu quả với việc xây dựng đường dân sinh, góp phần vào hoạt động sinh hoạt và khai thác kinh tế ven biển. Quan trọng nhất, tất cả người được khảo sát (100%) đều đồng ý rằng mô hình kè ly tâm mang lại lợi ích kinh tế thực tiễn.



Hình 6. Kết quả khảo sát người dân về hiệu quả kinh tế

3.2. Hiệu quả về mặt kỹ thuật

Đánh giá của chuyên gia

Kết quả đánh giá cho thấy rằng mô hình này hoạt động khá hiệu quả trên nhiều khía cạnh kỹ thuật (**Hình 7**). Đặc biệt, kè ly tâm đã nhận được điểm đánh giá cao nhất về khả năng hấp thụ năng lượng sóng biển và hạn chế/giảm sạt lở bờ biển, với điểm hiệu quả trung bình lần lượt là 3,50/4,0 và 3,65/4,0. Điều này cho thấy kè ly tâm có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ khu vực bờ biển khỏi tác động của sóng và xói mòn. Ngoài ra, kè ly tâm cũng cho thấy hiệu quả tốt trong việc bảo vệ và phục hồi rừng ngập mặn phía sau kè (điểm trung bình 3,5/4,0) và bảo vệ đê biển (điểm trung bình 3,4/4,0). Tuy nhiên, khả năng phát huy thế mạnh cảnh quan du lịch và tốc độ bồi lắng bùn cát mặc dù đạt điểm hiệu quả trung bình, vẫn cần được cải thiện thêm để tối ưu hóa các lợi ích về môi trường và du lịch.

Nhìn chung, kết quả khảo sát cho thấy mô hình kè ly tâm có tiềm năng lớn trong việc bảo vệ môi trường ven biển và là giải pháp có thể được áp dụng và nhân rộng cho các khu vực tương tự.

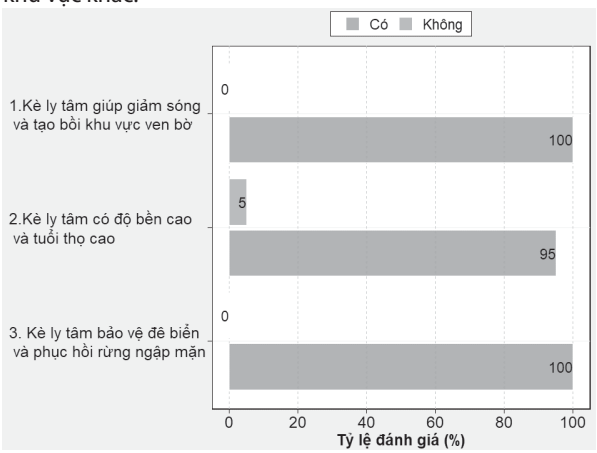


Hình 7. Kết quả khảo sát chuyên gia và nhà quản lý về hiệu quả kỹ thuật

Đánh giá của người dân

Kết quả khảo sát được thể hiện trên **Hình 8**. Đánh giá từ người dân cho thấy rằng kè ly tâm đã góp phần giảm sóng và tạo bồi khu vực ven bờ (với tỷ lệ 100%); đồng thời cũng nhận được đánh giá cao

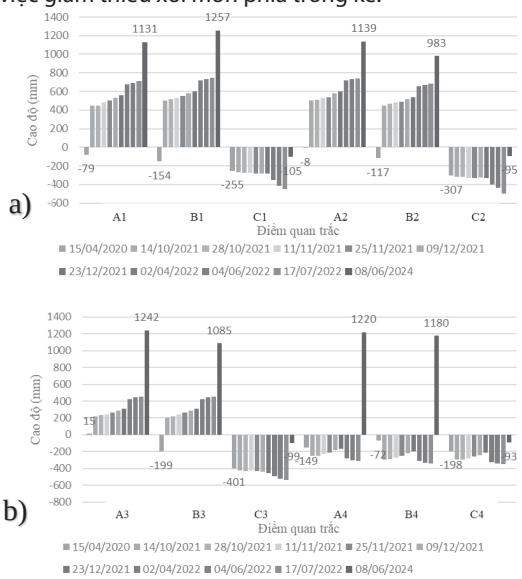
của người dân về độ bền và tuổi thọ công trình (94,87%). Hơn nữa, việc kè ly tâm bảo vệ đê biển và phục hồi rừng ngập mặn cũng nhận được sự đánh giá cao (100%). Điều này cho thấy kè ly tâm không chỉ đem lại lợi ích kỹ thuật mà còn giúp hỗ trợ trong việc bảo vệ môi trường và sinh kế cho người dân địa phương. Kết quả trên là một bức tranh tích cực về hiệu quả kỹ thuật và sự chấp nhận từ cộng đồng; từ đó tạo tiền đề cho việc mở rộng áp dụng mô hình này ra các khu vực khác.



Hình 8. Kết quả khảo sát người về hiệu quả kỹ thuật

Hiệu quả tạo bồi

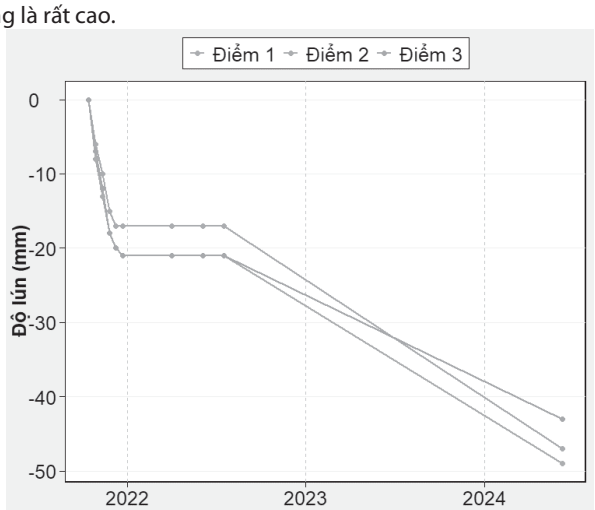
Để đánh giá hiệu quả tạo bãi bồi theo thời gian vận hành của mô hình, nhóm nghiên cứu đã kế thừa số liệu đo đạc từ nghiên cứu trước của nhóm [7] trong thời gian từ năm 2021-2022; sau đó tiến hành đo đạc cao độ địa hình khu vực kè ly tâm trong năm 2024 nhằm đánh giá mức độ xói/bồi khu vực bãi trong và bãi ngoài kè. Kết quả quan trắc bãi sau kè (Hình 9) cho thấy, bãi sau kè ly tâm được bồi với giá trị tại các điểm kiểm tra dao động từ +983 mm đến +1.257 mm (MSL). Kết quả quan trắc bãi ngoài kè cho thấy, bãi ngoài kè ly tâm bị xói với giá trị tại các điểm kiểm tra dao động từ -93 mm đến -105 mm (MSL). Kết quả này cho thấy hiệu quả của kè ly tâm trong việc giảm thiểu xói mòn phía trong kè.



Hình 9. Cao độ xung quanh kè theo thời gian: a) MC 1 và MC 2; b) MC 3 và MC 4

Quan trắc ổn định lún của kè

Kế thừa kết quả quan trắc lún phần bê tông mô hình thí điểm kè ly tâm [7], nhóm nghiên cứu này tiếp tục thực hiện công tác quan trắc trong năm 2024. Với cao độ thiết kế +2.500 mm (MSL), qua kết quả quan trắc lún cho thấy độ lún của kè ly tâm tại ba điểm kiểm tra lần lượt là 47 mm, 49 mm và 43 mm tại các điểm 1, 2 và 3 (Hình 10). Nhìn chung, sau hơn ba năm khai thác, độ lún của kè ly tâm dưới 50 mm, giá trị này rất nhỏ so với độ lún cho phép của các công trình thủy lợi [16]. Kết quả trên chứng tỏ độ ổn định của kè ly tâm chắn sóng là rất cao.



Hình 10. Kết quả quan trắc lún phần bê tông của kè ly tâm

Độ lún phần đá hộc nằm giữa phần bê tông của kè không được kiểm tra trong nghiên cứu này. Vì phần đá hộc đã được bù lún hàng năm trong thời gian khai thác sử dụng kè ly tâm.

3.3. Tác động đến môi trường

Đánh giá của chuyên gia

Kết quả khảo sát các chuyên gia cho thấy mô hình thí điểm có hiệu quả cao trong việc phục hồi rừng ngập mặn. Cụ thể, các chuyên gia đánh giá điểm hiệu quả trung bình từ 3,35 đến 3,50/4,0 (Hình 11), phản ánh mức độ cải thiện môi trường không khí, nước, và đất, cũng như khả năng hấp thu CO_2 và bảo vệ đa dạng sinh học. Điều này cho thấy mô hình không chỉ giúp bảo vệ hệ sinh thái rừng ngập mặn mà còn góp phần giảm hiệu ứng nhà kính.



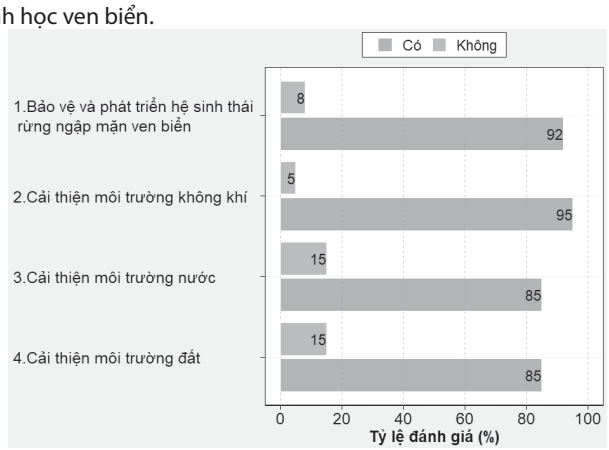
Hình 11. Kết quả khảo sát chuyên gia và nhà quản lý về tác động đến môi trường

Ngoài ra, kết quả đánh giá hiệu quả môi trường của mô hình thí điểm cho thấy khả năng phục hồi rừng ngập mặn giúp bảo vệ và phát triển hệ sinh thái và cải thiện môi trường nước được đánh giá cao (điểm trung bình đạt 3,5/4,0). Công trình kè ly tâm có khả năng

tạo bãi bồi giúp phục hồi và mở rộng rừng ngập mặn, giảm hiệu ứng nhà kính (3,45/4,0). Khả năng cải thiện môi trường đất (3,40/4,0) và cải thiện môi trường không khí (3,40/4,0), được đánh giá khá cao. Nhìn chung, mô hình kè ly tâm có hiệu quả môi trường tốt, đặc biệt trong việc phục hồi và phát triển rừng ngập mặn ven biển.

Đánh giá của người dân

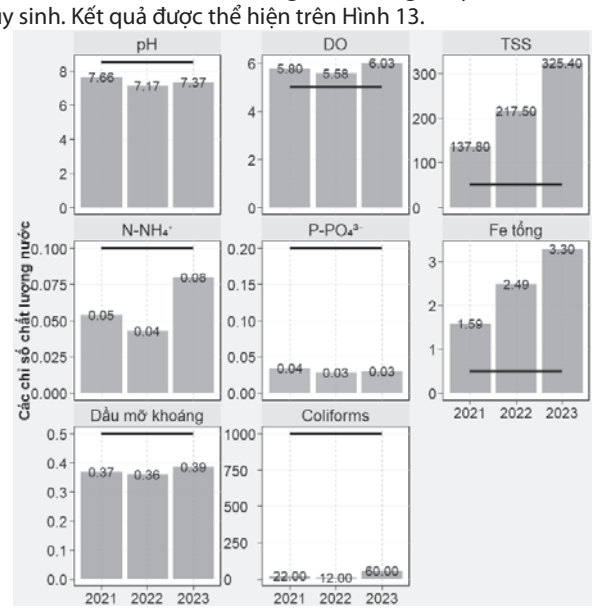
Kết quả khảo sát cho thấy sự phục hồi rừng ngập mặn có nhiều tác động tích cực đến môi trường. Theo Hình 12, 92,31% cho rằng phục hồi rừng ngập mặn giúp bảo vệ và phát triển hệ sinh thái; 94,87% cho rằng cải thiện môi trường không khí; và 84,62% cho rằng cải thiện môi trường nước và đất. Kết quả này cho thấy hiệu quả của mô hình thí điểm trong việc bảo vệ và phát triển đa dạng sinh học ven biển.



Hình 12. Kết quả khảo sát người dân về tác động đến môi trường

Kết quả quan trắc chỉ tiêu môi trường nước biển ven bờ

Theo dữ liệu quan trắc môi trường nước ven bờ được từ Sở Tài Nguyên và Môi Trường tỉnh Sóc Trăng (2021-2023) các chỉ tiêu: pH, DO (hàm lượng oxy hòa tan), TSS (tổng chất rắn lơ lửng), N-NH^{4+} (amoni), P-PO_4^{3-} (phốt phát), Fe tổng (sắt tổng), dầu mỡ khoáng, và Coliforms. Các giá trị đo được so sánh với tiêu chuẩn QCVN 10-MT:2015/BTNMT dành cho vùng nuôi trồng thủy sản và bảo tồn thủy sinh. Kết quả được thể hiện trên Hình 13.



Hình 13. Các chỉ số chất lượng nước ven bờ giai đoạn 2021-2023

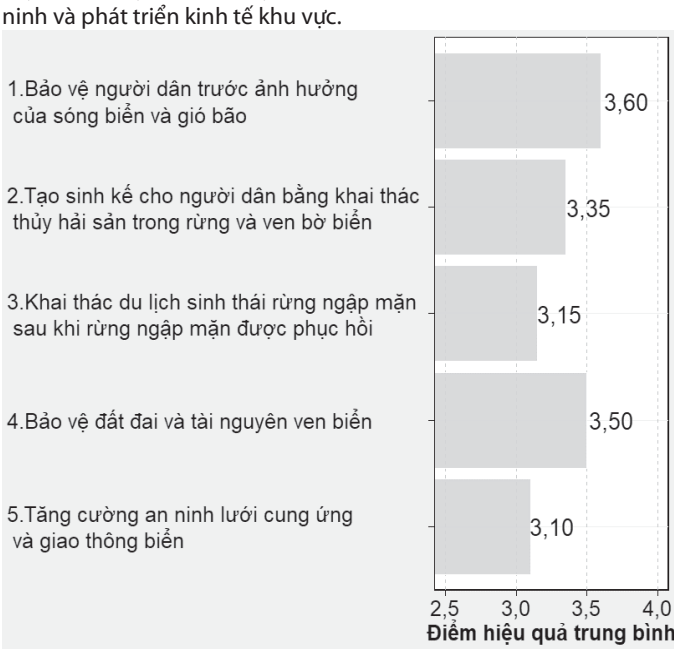
Nhìn chung, hầu hết các thông số môi trường như pH, DO, TSS, N-NH_4^+, P-PO_4^{3-}, Fe tổng, dầu mỡ khoáng, và Coliforms khi so sánh với các giá trị trong tiêu chuẩn QCVN 10-MT:2015/BTNMT cho thấy có sự biến động qua các năm và hầu hết đều nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên, một số thông số như TSS và Fe tổng có xu hướng vượt mức tiêu chuẩn, đặc biệt trong năm 2023, cho thấy cần có biện pháp kiểm soát và quản lý môi trường nghiêm ngặt hơn. Để đảm bảo hiệu quả lâu dài của mô hình kè ly tâm, cần tăng cường các biện pháp quản lý và quan trắc môi trường. Điều này bao gồm việc duy trì và nâng cao các hoạt động giám sát, kiểm tra thường xuyên để phát hiện kịp thời những biến động tiêu cực. Mô hình thí điểm có tiềm năng cải thiện môi trường ven biển; tuy nhiên, để đạt được hiệu quả bền vững, cần tiếp tục theo dõi và áp dụng các biện pháp quản lý môi trường hiệu quả hơn.

3.4. Tác động đến xã hội

Đánh giá của chuyên gia

Kết quả trình bày ở Hình 14 cho thấy hiệu quả mô hình thí điểm là tích cực đối với xã hội. Mô hình kè ly tâm kết hợp với rừng ngập mặn cho thấy tác dụng rõ rệt trong việc bảo vệ người dân trước sóng biển và gió bão (điểm trung bình 3,6/4,0). Kết quả này là rất quan trọng, nhất là trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay. Việc phục hồi rừng ngập mặn đã tạo điều kiện cho người dân khai thác nguồn lợi thủy hải sản, góp phần tạo việc làm và tăng cường kinh tế địa phương (3,35/4,0). Điều này cho thấy mô hình không chỉ bảo vệ môi trường mà còn hỗ trợ phát triển kinh tế bền vững. Khả năng khai thác du lịch sinh thái là một khía cạnh tiềm năng sau khi rừng ngập mặn được phục hồi (3,15/4,0) cho thấy sự đóng góp của mô hình này trong việc phát triển ngành du lịch địa phương.

Mô hình kè ly tâm cũng cho thấy khả năng bảo vệ đất đai và tài nguyên ven biển, giúp ngăn chặn xói mòn và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên (3,5/4,0). Bên cạnh đó, khả năng tăng cường an ninh lưới cung ứng và giao thông biển (3,1/4,0) cho thấy mức độ cải thiện về an ninh lưới cung ứng và giao thông biển dù chưa phải là cao nhất. Tuy nhiên, đây vẫn là một yếu tố quan trọng trong việc đảm bảo an ninh và phát triển kinh tế khu vực.

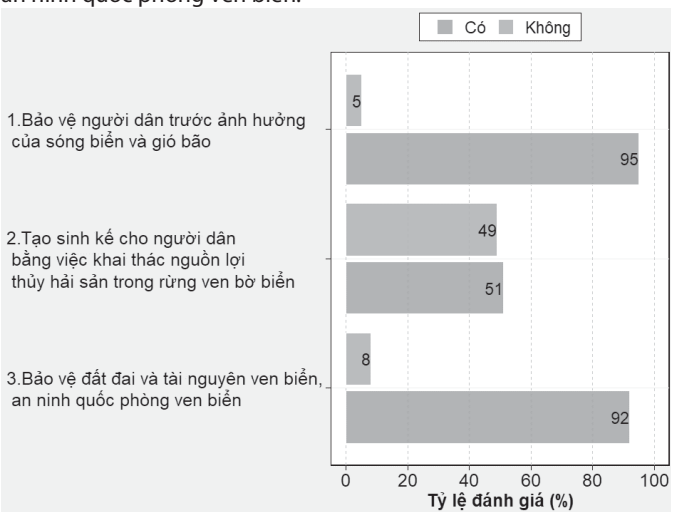


Hình 14. Kết quả khảo sát chuyên gia và nhà quản lý về tác động đến xã hội

Đánh giá của người dân

Kết quả đánh giá hiệu quả mô hình thí điểm cho thấy tác động xã hội tích cực (Hình 15). Cụ thể, 94,87% người dân cho rằng kè ly tâm cùng với rừng ngập mặn giúp bảo vệ họ trước sóng biển và gió bão, qua đó giảm thiểu hậu quả thiên tai và tạo sự an tâm trong sản xuất. Mặt khác, 51,28% người dân cho rằng việc phục hồi rừng ngập mặn giúp tạo sinh kế thông qua khai thác nguồn lợi thủy hải sản, từ đó tăng cường kinh tế địa phương. Ngoài ra, 92,31% người dân cho

rằng kè ly tâm bảo vệ đất đai và tài nguyên ven biển, đóng góp vào an ninh quốc phòng ven biển.



Hình 15. Kết quả khảo sát người dân về tác động đến xã hội

Mô hình thí điểm kè ly tâm tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng, đã nhận được sự đánh giá tích cực từ người dân, đặc biệt là về khía cạnh bảo vệ trước thiên tai và bảo vệ đất đai, tài nguyên. Tuy nhiên, vẫn cần cải thiện thêm về khía cạnh tạo sinh kế và kinh tế địa phương để đạt được hiệu quả cao hơn.

4. KẾT LUẬN

Hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và tác động môi trường - xã hội của mô hình kè ly tâm thí điểm được các chuyên gia đánh giá cao. Phản hồi từ người dân sống trong khu vực dự án cũng rất tích cực.

Mô hình thí điểm kè ly tâm tại thị xã Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng cho thấy khả năng bảo vệ bờ biển khỏi xói mòn hiệu quả. Rừng ngập mặn trong khu vực kè ly tâm đã hồi phục và mở rộng, tạo ra vùng đệm tự nhiên bảo vệ bờ biển. Điều này không chỉ cải thiện đa dạng sinh học mà còn giúp hấp thụ CO_2, giảm hiệu ứng nhà kính và bảo vệ tài nguyên nước ngầm. Sau hơn ba năm đưa vào khai thác, độ lún của kè ly tâm vẫn nằm trong giới hạn cho phép, cho thấy công trình có tính ổn định cao và hiệu quả lâu dài trong bảo vệ bờ biển, giúp giảm thiệt hại do thiên tai và tạo điều kiện cho phát triển sinh kế thông qua khai thác thủy sản và du lịch sinh thái. Mô hình kè kết hợp với đường dân sinh trên mặt kè đã thúc đẩy phát triển kinh tế khu vực, phù hợp với quy hoạch đô thị và cảnh quan biển, phát huy lợi thế về du lịch. Tính bền vững của công trình được đảm bảo qua việc tái sử dụng nguyên vật liệu xây dựng sau khi rừng ngập mặn được phục hồi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Takagi, H., Ty, T. V., Thao, N. D., and Esteban, M. (2015). Ocean tides and the influence of sea-level rise on floods in urban areas of the Mekong Delta. *Journal of Flood Risk Management*, *8*(4): 292-300.

[2] Takagi, H., Thao, N. D., Esteban, M., Tam, T. T., Knaepen, H. L., Mikami, T., and Yamamoto, L. (2013). Coastal Disaster Risk in Southern Vietnam: The problem of coastal development and the need for better coastal planning. Geneva, Switzerland, 30pp.

[3] Ty, T. V., Duy, D. V., Phat, L. T., Minh, H. V. T., Thanh, N. T., Uyen, N. T. N., and Downes, N. K. (2024). Coastal Erosion Dynamics and Protective Measures in the Vietnamese Mekong Delta. *Journal of Marine Science and Engineering*, *12*(7), 1094.

[4] Kathiresan K. (2012). Importance of Mangrove Ecosystem. *International Journal of Marine Science,* 2(10): 70-89.

[5] Winterwerp, J.C., Erftemeijer, P.L.A., Suryadiputra, N., van Eijk, P., and Liquan Zhang. (2013). Defining Eco-Morphodynamic Requirements for Rehabilitating Eroding Mangrove-Mud Coasts. *Wetlands,* 33: 515-526

[6] Pham, H. T., and Bui, L. T. (2023). Mechanism of erosion zone formation based on hydrodynamic factor analysis in the Mekong Delta coast, Vietnam. *Environmental Technology & Innovation*, *30*, 103094.

[7] Hậu, L.M., Phát, L.T, Duy, Đ.V., Lavane, K. và Tỷ, T.V. (2023). Đánh giá hiệu quả của kè giảm sóng tại bờ biển Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ,* 59: 286-295.

[8] Nghĩa, N.V., Minh, H.V.T., Luận, T.C., và Tỷ, T.V. (2020). Đánh giá hiệu quả giảm sóng của kè Busadco: trường hợp nghiên cứu tại Biển Đông và Biển Tây tỉnh Cà Mau. *Tạp chí xây dựng*, 198-205.

[9] Thuận, N.N., Tỷ, T.V., Hừng, T.V., Hồng, H.T.C., Nhạn, H.N., Lâm, T.H., Duy, Đ.V., Hải, T.K., Tuấn, T.V., và Quảng, T.M. (2021). Đánh giá hiệu quả của các công trình kè giảm sóng tại bờ biển Tây tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn,* 732: 93-105.

[10] Trung, T.Q., Bắc, L.V., Phát, L.T., Duy, Đ.V., và Tỷ, T.V. (2023). Phân tích ổn định của các loại kè giảm sóng tạo bồi tại bờ biển Tây, tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng - Bộ Xây dựng*, *13*(05): 57-62.

[11] Tú, L.X., Dương, Đ.V., và Tùng, L.T. (2020). Đánh giá tình hình sạt lở, hệ thống bảo vệ bờ biển ở Đồng bằng sông Cửu Long và định hướng giải pháp bảo vệ. *Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ 2019-2020*. Số 21.

[12] Chương, L.T., Tú, L.X., và Dương, Đ.V. (2020). Quá trình biến đổi năng lượng sóng của đê giảm sóng dạng hở và dạng kín trên mô hình máng sóng. *Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ 2019-2020*. Số 21

[13] Tú, L.X., và Dương, Đ.V. (2020). Nghiên cứu khả năng truyền sóng của đê kết cấu cọc ly tâm đổ đá hộc trên mô hình máng sóng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi,* 58.

[14] H. L. P. Mees, J. Dijk, D. Van Soest, P. P. J. Driessen, M. H. F. M. W. Van Rijswick, and H. Runhaar. (2014). A method for the deliberate and deliberative selection of policy instrument mixes for climate change adaptation. *Ecol. Soc*., 19(2). doi: 10.5751/ES-06639-190258.

[15] Toàn, N. T., Phát, L. T., An, N. T., Minh, H. V. T., và Tỷ, T. V. (2023). Đánh giá hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van của hệ thống cống dưới đê biển Tây thuộc vùng Tứ Giác Long Xuyên, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 750(1): 89-104. doi:10.36335/VNJHM.2023(750(1)).89-104.

[16] Bộ Khoa học và Công nghệ. (2015). TCVN 10400: 2015 *Tiêu chuẩn quốc gia: Công trình thủy lợi - Đập trụ đỡ - Yêu cầu thiết kế*.

■Ngày nhận bài: 13/5/2024 ■Ngày sửa bài: 20/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/7/2024

Influence of artificial accelerated cyclic corrosion on tensile behavior of reinforcement in concrete

Ảnh hưởng của ăn mòn cưỡng bức đến ứng xử kéo của cốt thép bị ăn mòn

> NGUYEN THANH HUNG[1], PHD DUY KIEN DAO[1*], DOAN DINH THIEN VUONG[1]
[1]Department of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology and Education
nthung@hcmute.edu.vn, 1980839@student.hcmute.edu.vn, kiendd@hcmute.edu.vn
[*]Corresponding author, E-mail: kiendd@hcmute.edu.vn

ABSTRACT

This study focuses on analyzing the tensile behavior of accelerated corrosion of rebar in reinforced concrete structures. The test specimens were created to accurately reflect the actual working conditions of reinforced concrete structures subjected to corrosion. Three types of test specimens corresponding to three types of rebar diameters of 12mm, 16mm, 20mm, concrete grades B25, B35 and B45, were immersed in a tank of 3.5% NaCl solution for certain periods of time. The steel specimens after the corrosion test were put into the tensile test. The results indicated that, the maximum load - slipping displacement reduce from D20, D16 and D12. There are no difference between specimens but in D16 and D20 ones, we can see this thing clearly. Based on this, the smaller diameter of rebar the more effectively connect between rebar and concrete. The bearing capacity decreased up to 40%, the deformation decreased up to 35%.

Keywords: Local corrosion; accelerated cyclic corrosion test; tensile behavior; Faraday principle.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này tập trung vào việc phân tích ứng xử kéo của cốt thép trong các kết cấu bê tông cốt thép chịu ăn mòn cưỡng bức. Mẫu thí nghiệm được tạo ra nhằm phản ánh chính xác điều kiện làm việc thực tế của kết cấu bê tông cốt thép chịu ăn mòn. Ba loại mẫu thí nghiệm tương ứng với ba loại đường kính cốt thép là 12mm, 16mm, 20mm, mác bê tông B25, B35 và B45, được ngâm trong bể chứa dung dịch NaCl 3,5% trong các khoảng thời gian nhất định. Các mẫu thép sau khi thử ăn mòn được đưa vào phân thích bằng thí nghiệm kéo. Kết quả cho thấy, tải trọng - chuyển vị cực đại giảm từ D20, D16 và D12. Không có sự khác biệt giữa các mẫu nhưng ở mẫu D16 và D20, chúng ta có thể thấy rõ điều này. Dựa trên điều này, đường kính cốt thép càng nhỏ thì sự kết nối giữa cốt thép và bê tông càng hiệu quả. Khả năng chịu lực giảm tới 40%, biến dạng giảm tới 35%.

Từ khóa: Ăn mòn cục bộ; thí nghiệm ăn mòn cưỡng bức; ứng xử kéo; định luật Faraday.

1. INTRODUCTION

Reinforced concrete structures work together over time under the influence of working conditions such as load, climate, erosion, chemicals, and especially corrosion, which will lead to a gradual loss of working capacity, even destruction [1].

The steel itself is designed to always work under ideal conditions, but the reality is not the same as the design. Many factors cannot be quantified and standardized into standards, and in the design stage, it can only be estimated. Corrosion is one of those factors, and to date, the establishment of standards for the design of corrosion-resistant structures has not yet had official results. However, corrosion is an obvious phenomenon when reinforced concrete structures work [2-4].

Concrete has the effect of protecting the rebar, but the steel itself will automatically corrode inside the concrete. The corrosion process forms and develops rapidly in conditions where the concrete structure is cracked, when the corrosive agent will come into direct contact with the steel. Then, under the effect of the load, the steel itself will have initial small cracks called initial cracks. Corrosion will develop very quickly in these areas [5-6].

The cross-sectional area of corroded steel will decrease, leading to a rapid decrease in the bearing capacity of the steel structure due to the problem of concentrated stress on the corrosion holes. The formation and development of corrosion of steel in concrete is completely random and difficult to predict. Therefore, periodic maintenance and warranty work must be continuously carried out, causing heavy economic losses [7-9].

Many authors in the world have conducted research on corrosion of reinforced concrete structures by experiment, simulation, and finite element analysis [10-12]. Gu et al. [13] experimentally studied the non-uniform distribution of cross-sectional area and mechanical properties of corroded steel bars in

chloride environment by exposing 19 pre-loaded steel plates to chloride environment to achieve rapid corrosion. Using 3D simulation to generate geometric model of corroded steel bars and cross-sectional area of corroded steel bars, the probability distribution model of spatial variation coefficient R, was developed through signal processing and statistical analysis methods. The coefficient R is the ratio of the average cross-sectional area to the minimum area and is applied to analyze the mechanical behavior of bars against non-uniform corrosion under tensile load.

This study focuses on performing electrochemical corrosion experiments of reinforced concrete structures in 3.5% salt water solution. The study was conducted to change the concrete strength, steel diameter, current intensity, and exposure to corrosive environment for different periods of time. The corroded samples after the experiment were analyzed for corrosion characteristics, then performed tensile tests to determine the tensile behavior of corroded steel over time. Corrosion formation and development led to serious destruction with complex random nature. The knowledge gained from this study will supplement the design of corrosion-resistant steel structures.

2. PROCESS TO OBTAIN THE CORRODED SPECIMENS BY ELECTROCHEMICAL CORROSION METHOD

2.1 Test specimens

CB400-V steel is used to create the specimen

The diameter of the steel bars is selected as 12mm, 16mm, 20mm respectively

The concrete strength is investigated through 3 durability levels B25, B35 and B45

The geometry model of specimen is shown in Figure 1

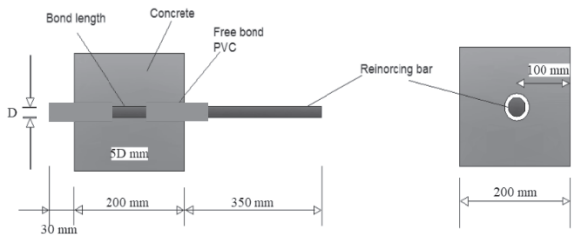


Figure 1. Dimension and geometry of specimens

2.2 Accelerated cyclic corrosion test

- The amount of water and the concentration of NaCl 3.5%
- The sample was immersed in the solution tank for 7 days
- After 7 days, the sample was connected to the power source to perform forced corrosion



Figure 2. Test Samples when corrosive with salt electrolyses $NaCl$ 3,5%

Table 1: List of specimens were used to carry out the corrosion test

Type of specimens	Dimension of steel bar (mm)	Bond length (mm)	Compressive strength of Concrete (MPa)	Corrosion solution % NaCl	$c_c\ (\%)$	M_{th} (g)	T $(hours)$	Number of specimens
M_{11}	12	60	25	0	0	0	0	3
M_{12}	12	60	35	0	0	0	0	3
M_{13}	12	60	45	0	0	0	0	3
M_{21}	16	80	25	0	0	0	0	3
M_{22}	16	80	35	0	0	0	0	3
M_{23}	16	80	45	0	0	0	0	3
M_{31}	20	100	25	0	0	0	0	3
M_{32}	20	100	35	0	0	0	0	3
M_{33}	20	100	45	0	0	0	0	3
$S1_1$-1	12	60	25	3.5	5	2,664	51,14	3
$S1_1$-2	12	60	25	3.5	15	7,992	153,47	3
$S1_1$-3	12	60	25	3.5	25	13,325	255,78	3
$S1_2$-1	12	60	35	3.5	5	2,664	51,14	3
$S1_2$-2	12	60	35	3.5	15	7,992	153,47	3
$S1_2$-3	12	60	35	3.5	25	13,325	255,78	3
$S1_3$-1	12	60	45	3.5	5	2,664	51,14	3
$S1_3$-2	12	60	45	3.5	15	7,992	153,47	3
$S1_3$-3	12	60	45	3.5	25	13,325	255,78	3
S_{21}-1	16	80	25	3.5	5	6,32	121,32	3

S_{21}-2	16	80	25	3.5	15	18,96	363,95	3
S_{21}-3	16	80	25	3.5	25	31,60	606,58	3
S_{22}-1	16	80	35	3.5	5	6,32	121,32	3
S_{22}-2	16	80	35	3.5	15	18,96	363,95	3
S_{22}-3	16	80	35	3.5	25	31,60	606,58	3
S_{23}-1	16	80	45	3.5	5	6,32	121,32	3
S_{23}-2	16	80	45	3.5	15	18,96	363,95	3
S_{23}-3	16	80	45	3.5	25	31,60	606,58	3
S_{31}-1	20	100	25	3.5	5	12,35	237,07	3
S_{31}-2	20	100	25	3.5	15	37,05	711,20	3
S_{31}-3	20	100	25	3.5	25	61,75	1185,3	3
S_{32}-1	20	100	35	3.5	5	12,35	237,07	3
S_{32}-2	20	100	35	3.5	15	37,05	711,20	3
S_{32}-3	20	100	35	3.5	25	61,75	1185,3	3
S_{33}-1	20	100	45	3.5	5	12,35	237,07	3
S_{33}-2	20	100	45	3.5	15	37,05	711,20	3
S_{33}-3	20	100	45	3.5	25	61,75	1185,3	3

Table 2. Tensile tests results when steel bars corroded

D12			D16			D20		
Specimens	Load (kN)	Displacement (mm)	Specimens	Load (kN)	Displacement (mm)	Specimens	Load (kN)	Displacement (mm)
M_1	72,1	69,09	M_2	124,55	76,12	M_3	200	85,588
S_{11}-1	70,09	67,16	S_{21}-1	112,49	68,75	S_{31}-1	151,64	64,89
S_{11}-2	68,31	65,46	S_{21}-2	101,07	61,77	S_{31}-2	132,21	56,58
S_{11}-3	62,04	59,46	S_{21}-3	85,70	52,38	S_{31}-3	123,45	52,83
S_{12}-1	70,89	67,93	S_{22}-1	117,76	71,97	S_{32}-1	176,97	75,73
S_{12}-2	68,86	65,99	S_{22}-2	115,54	70,61	S_{32}-2	157,82	67,54
S_{12}-3	67,65	64,83	S_{22}-3	110,75	67,69	S_{32}-3	149,16	63,83
S_{13}-1	70,45	67,51	S_{23}-1	122,58	74,92	S_{33}-1	184,925	79,14
S_{13}-2	69,79	66,88	S_{23}-2	121,26	74,11	S_{33}-2	173,73	74,35
S_{13}-3	67,84	65,01	S_{23}-3	117,4	71,75	S_{33}-3	165,91	71,00



Figure 3. Tensile test of corroded reinforcing bar

2.3 Bearing capacity of reinforcement when corrosive

- The test sample after corrosion is cleaned
- Measurement of corrosion parameters such as corrosion hole diameter, corrosion depth, remaining mass
- Classification and testing for tensile test
- The experiment is determined according to ASTM Standard E8/E8M-18

3. RESULTS AND DISCUSSION

The experimental results are summarized in Table 2, in which the values obtained from the load and displacement of each type of sample are presented in detail.

On the above figures, the maximum load - slipping displacement reduce from D20, D16 and D12. In the D12 figure; there are no difference between specimens but in D16 and D20 ones, we can see this thing clearly. Base on this, the smaller diameter of rebar the more effectively connector between rebar

and concrete.

In another hand; since the corrosion has appeared, the delamination will develop fastest from D20 and reducing to D16 and D12.

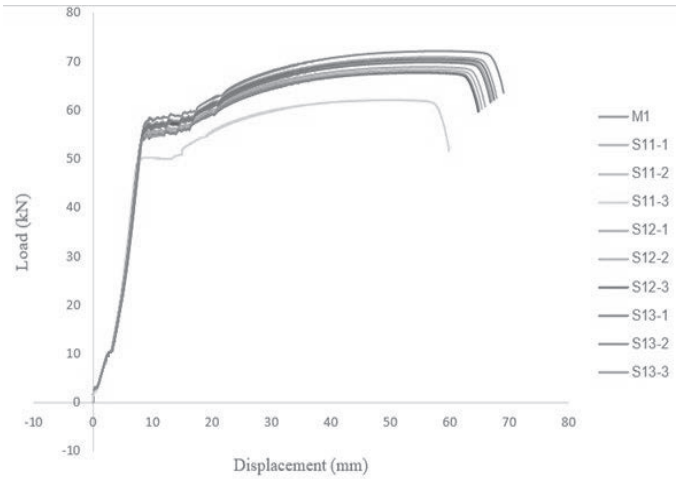


Figure 4. Relation of load - sliping displacement with reinforcement D12

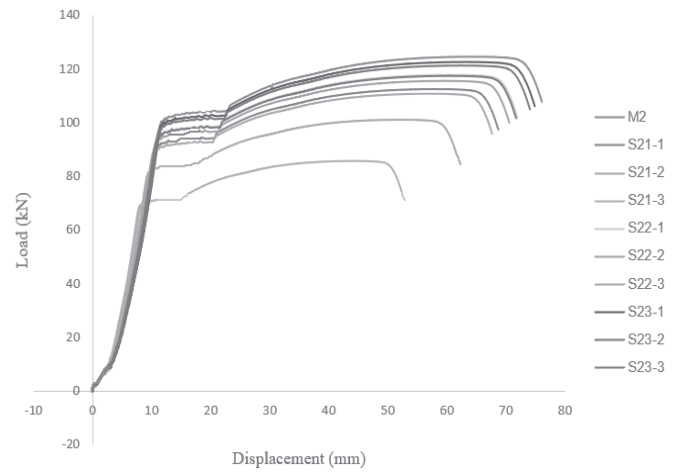


Figure 5. Relation of load - sliping displacement with reinforcement D16

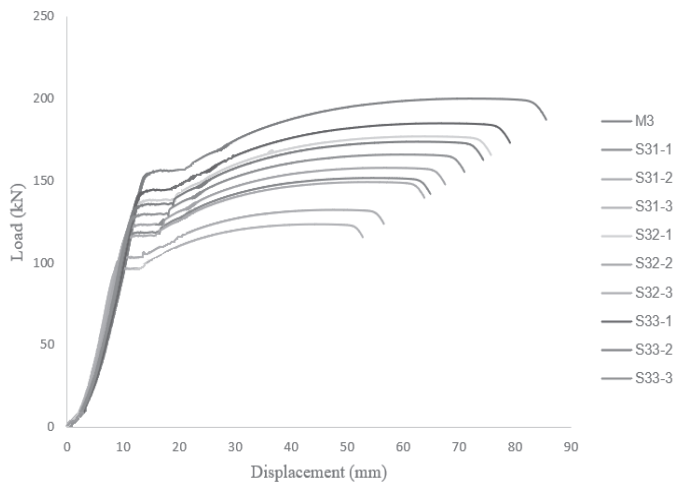


Figure 6. Relation of load - sliping displacement with reinforcement D20

4. CONCLUSION

After accelerated corrosion test, 12 corroded steel samples were analyzed for the effect of corrosion on the tensile behavior of rebar working with concrete as follows:

- Higher strength concrete will protect the steel from corrosion better, the corrosive agent will have difficulty penetrating into the gap between concrete and steel, so the corrosion process will occur more slowly.
- Under the influence of corrosion, the tensile strength of steel decreases by up to 40%
- Displacement and deformation decrease by up to 35%

REFERENCES

[1] A. Kivell, A. Palermo and A. Scott, "Effects of Bond Deterioration due to Corrosion in Reinforced Concrete," Proceedings of the Ninth Pacific Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, 14-16 April, 2011.

[2] S. Lim, M. Akiyama and D. M. Frangopol, "Assessment of the structural performance of corrosion-affected RC," *Engineering Structures,* vol. 127, pp. 189-205, 2016.

[3] M. Blomfors, "Engineering bond model for corroded reinforcement," *Engineering Structures,* vol. 156, pp. 394-410, 2018.

[4] A. K. Rafiq and M. Imran, "Performance assessment of corroding RC beams using response surface," *Engineering Structures,* vol. 49, pp. 671-685, 2013.

[5] Z. H. Wang, L. Li, Y. X. Zhang and W. T. Wang, "Bond-slip model considering freeze-thaw damage effect of concrete and its," *Engineering Structures,* vol. 201, p. 109831, 2019.

[6] W. Zhu, R. François, D. Coronelli and D. Cleland, "Effect of corrosion of reinforcement on the mechanical behaviour of," *Engineering Structures,* vol. 56, pp. 544-554, 2013.

[7] W. Zhu and R. François, "Experimental investigation of the relationships between residual cross-section shapes and the ductility of corroded bars," *Construction and Building Materials,* vol. 69, pp. 335-345, 2014.

[8] D. M. Ahmed, E. Hafez, M. A. Hussei and A. M. Hazem, "Bond behavior and assessment of design ultimate bond stress of normal and high strength concrete," *Alexandria Engineering Journal,* vol. 53, pp. 355-371, 2014.

[9] D. A. Moran and C. P. Pantelides, "Stress-strain model for fiber-reinforced polymer-confined concrete," *Journal of Composites for Construction,* vol. 6, no. 4, pp. 233-240, 2002.

[10] K. A. Soudki and F. G. Mark, "Freeze-thaw response of CFRP wrapped concrete," *Concrete International,* vol. 19, no. 8, pp. 64-67, 1997.

[11] B. S. Pantazopoulou, "Repair of corrosion damaged columns with FRP Wraps," *Journal of Composites for Construction,* vol. 2, pp. 3-11, 2001.

[12] A. Debaiky, F. Mark and B. Hope, "Carbon fiber-reinforced polymer wraps or corrosion control and rehabilitation of reinforced concrete columns," *Journal Materials,* vol. 2, pp. 129-137, 2002.

[13] X. Gu, H. Guo, B. Zhou, W. Zhang and C. Jiang, "Corrosion non-uniformity of steel bars and reliability of corroded RC beams," *Engineering Structures,* vol. 167, pp. 188-202, 2018.

■Ngày nhận bài: 09/5/2024 ■Ngày sửa bài: 10/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 08/7/2024

Tấm bê tông cốt liệu tái chế trên nền cát: Từ thiết kế đến ứng dụng

Recycled aggregate concrete paving slabs on sand base: From design to application

> THS NGUYỄN XUÂN HIỂN[1,2], GS.TS PHAN QUANG MINH[1], PGS.TS NGUYỄN NGỌC TÂN[*1]
[1]Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
[2]Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Bộ Xây dựng

TÓM TẮT

Nghiên cứu mô tả một chương trình thí nghiệm được tiến hành trên các tấm lát bê tông cốt liệu tái chế (BTCLTC) được đặt trên lớp nền cát. Các tấm có kích thước 300x300x50 mm và 300x300x70 mm và được thí nghiệm dưới tải trọng tập trung. Các kết quả thu được từ các thí nghiệm đã được sử dụng để xác định khả năng chịu lực, biến dạng (bao gồm độ lún và nứt) và dạng phá hoại của các tấm BTCLTC. Những phát hiện này sau đó đã được sử dụng để hiệu chỉnh các công thức lý thuyết và đề xuất một công thức thực nghiệm để dự đoán khả năng chịu lực của các tấm BTCLTC trên nền đàn hồi. Nghiên cứu chứng minh tiềm năng sử dụng các tấm BTCLTC cho vỉa hè, hè đường đô thị và sân bãi như một giải pháp thay thế bền vững với môi trường cho các vật liệu xây dựng truyền thống.

Từ khóa: Bê tông cốt liệu tái chế; chất thải rắn xây dựng; tấm lát; tải trọng tập trung; nền cát.

ABSTRACT

The study describes an experimental program conducted on recycled aggregate concrete (RAC) paving slabs placed on a sand base course. The slabs had dimensions of 300x300x50 mm and 300x300x70 mm and were tested under a point load. The results obtained from the tests were used to determine the bearing capacity, deformation (including settlement and cracks), and failure mode of the RAC paving slabs. These findings were then used to refine theoretical formulas and propose an empirical formula for predicting the bearing capacity of RAC paving slabs on an elastic base. The study demonstrates the potential for using RAC paving slabs in urban sidewalks, pavements, and yards as an environmentally sustainable alternative to traditional construction materials.

Keywords: Recycled aggregate concrete; construction and demolition waste; paving slabs; point load, sand base.

1. MỞ ĐẦU

Cùng với sự gia tăng về dân số, quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa đã và đang diễn nhanh chóng ở các nước phát triển. Hội nghị Thượng đỉnh trái đất tại Rio là lần đầu tiên thế giới đặt ra mục tiêu phát triển kinh tế song hành cùng việc bảo vệ môi trường [1]. Trong những năm gần đây, thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đã có những bước tiến để đạt được mục tiêu này. Việt Nam đã quyết liệt xây dựng lộ trình Net Zero, đặt mục tiêu phát thải ròng khí CO_2 bằng 0 vào năm 2050. Trong đó, ngành Xây dựng là một trong những ngành có ảnh hưởng lớn nhất, khi phát thải đến 33% tổng lượng CO_2 [2]. Đáp ứng cam kết trung hòa carbon, Chính phủ Việt Nam thông qua Nghị định 06/2022/NĐ-CP [3], đề ra mục tiêu giảm thiểu phát thải khí nhà kính đến năm 2030 là 563,8 triệu tấn CO_2eq, trong đó Bộ Xây dựng đóng góp mục tiêu 74,3 triệu tấn CO_2eq. Hàng năm, ngành Xây dựng sử dụng khoảng 20 tỷ tấn cốt liệu tự nhiên để sản xuất bê tông [4], một trong các loại vật liệu xây dựng được sử dụng phổ biến nhất. Trong đó, các loại cốt liệu chiếm đến 70% tổng khối lượng cấp phối bê tông [5]. Nhu cầu về vật liệu cao, nhưng nguồn tài nguyên thiên nhiên ngày càng cạn kiệt đặt ra yêu cầu về những loại cốt liệu mới.

Theo Thông tư số 08/2017/TT-BXD [6], chất thải rắn xây dựng (CTRXD) là chất thải rắn phát sinh trong quá trình khảo sát, thi công xây dựng công trình. Lượng chất thải rắn phát sinh trong quá trình đô thị hóa ngày càng tăng, gây quá tải cho các cơ sở xử lý và các bãi chôn lấp tập trung. Đồng thời, khó khăn trong quản lý dẫn đến tình trạng đổ trộm CTRXD ra sông, hồ hay hệ thống đường phố dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường và phá vỡ mỹ quan đô thị. Do đó, việc tái chế CTRXD là một mục tiêu cấp bách đối với ngành Xây dựng, ở Việt Nam và trên thế giới, không chỉ góp phần phát triển bền vững trong xây dựng mà còn giúp bảo vệ môi trường [7, 8].

Trong số các loại CTRXD, bê tông cũ và khối xây thường được sử dụng để sản xuất cốt liệu tái chế (CLTC) với các cỡ hạt khác nhau để thay thế cho đá tự nhiên và cát sông trong sản xuất bê tông. Tại các nước đã phát triển, CLTC đã và đang được sử dụng ngày càng phổ biến để thay thế cốt liệu tự nhiên theo một số hướng dẫn hiện hành [9-11]. Hàm lượng CLTC có thể chiếm từ 30% đến 100% tổng lượng cốt liệu [12], phụ thuộc vào các tính chất cơ lý của CLTC. Tại Việt Nam, các nghiên cứu cũng đã được thực hiện để kiểm tra tính chất cơ lý và tính ứng dụng của CLTC [13-16], đi kèm với các tiêu chuẩn [20, 21] nhằm nâng cao tính ứng dụng của CLTC trong xây dựng. Theo de Brito và cộng sự [22], CLTC thường được sử dụng làm cốt liệu trong bê tông, cốt

liệu của các lớp bê tông móng, các lớp lót bề mặt đường, và đặc biệt là kết cấu vỉa hè.

Trong thực tế tại Việt Nam, kết cấu vỉa hè đang sử dụng chủ yếu các loại gạch bê tông tự chèn, gạch terazo với cốt liệu đá tự nhiên. Tuy nhiên, sau một thời gian sử dụng, các kết cấu này thường bị xuống cấp, do gạch bị nứt vỡ, bề mặt không bằng phẳng, hiệu quả thoát nước cũng giảm dần theo thời gian, như minh họa trên Hình 1. Ngoài ra, vỉa hè của một số tuyến đường đô thị đã và đang được sửa chữa, nâng cấp, sử dụng đá tự nhiên làm vật liệu lát thay thế cho gạch bê tông tự chèn hoặc các sản phẩm gạch truyền thống. Tuy nhiên, việc sử dụng đá tự nhiên gây ra những tác động bất lợi đối với môi trường, đi ngược lại tầm nhìn Quốc gia về trung hòa carbon Net Zero. Do đó, tiềm năng để sử dụng các tấm bê tông cốt liệu tái chế (BTCLTC) cho mục đích này là rất lớn.



Hình 1. Vỉa hè bị xuống cấp trên phố tại Hà Nội

Các tấm BTCLTC thường được tính toán theo lý thuyết tấm trên nền đàn hồi, dựa trên các công thức tính toán cổ điển của Westergaard [23], Ringo và Anderson [24], hay của Shentu [25]. Theo đó, Westergaard [23] đưa ra mô hình tính toán theo lý thuyết đàn hồi, chỉ áp dụng được khi tải trọng tính toán nhỏ. Shentu [25] đã cải thiện mô hình Westergaard, khi xét đến trạng thái đàn dẻo của vật liệu. Tuy nhiên, giả thuyết tính toán của mô hình này là tải trọng tập trung đặt trên một tấm dài vô tận. Giả thuyết tính toán này chỉ phù hợp với các tấm bê tông có kích thước lớn (tỷ số chiều rộng/chiều dày lớn hơn 10) và áp dụng cho bê tông nặng thông thường.

Do đó, để thúc đẩy việc tái chế CTRXD, sử dụng BTCLTC trong xây dựng, thực tế đặt ra các yêu cầu về nghiên cứu ứng xử cơ học và tính toán khả năng chịu lực của tấm bê tông có kích thước nhỏ chế tạo bằng vật liệu mới, cụ thể là các tấm BTCLTC được sử dụng trong nghiên cứu này. Bài báo trình bày các kết quả thực nghiệm thu được từ một chương trình thí nghiệm thực hiện trên các tấm BTCLTC có kích thước 300×300×50 mm và 300×300×70 mm đặt trên nền cát và chịu tác dụng của một tải trọng tập trung ở giữa tấm. Các kết quả thu được cho phép xác định khả năng chịu lực của tấm BTCLTC thông qua biểu đồ tải trọng - độ lún, sơ đồ vết nứt và dạng phá hoại. Các kết quả này cũng được sử dụng để hiệu chỉnh công thức cổ điển và đề xuất công thức mới để dự đoán khả năng chịu lực của tấm BTCLTC trên nền đàn hồi.

2. CHƯƠNG TRÌNH THÍ NGHIỆM

2.1. Vật liệu sử dụng

Dựa trên kết quả nghiên cứu của Hiển và cộng sự [26], một loại BTCLTC đã được thiết kế và chế tạo, sử dụng các thành phần vật liệu gồm xi măng PC40 Bút Sơn, xỉ hạt lò cao nghiền mịn (GGBFS), cát vàng sông Lô, đá dăm có cỡ hạt lớn nhất là 20 mm, cốt liệu lớn tái chế (CLLTC) có cỡ hạt trong khoảng 5 mm đến 20 mm và nước sạch, như trong Bảng 1 [27]. GGFBS có chỉ số hoạt tính cường độ ở 28 ngày là S95 theo tiêu chuẩn TCVN 11586:2016 [28], chiếm 30% tổng khối lượng chất kết dính. Trong khi đó, CLLTC có thành phần chính là bê tông cũ được thu gom trong quá trình phá dỡ một công trình bê tông cốt thép trên địa bàn thành phố Hà Nội. CLLTC này được sản xuất bằng phương pháp nghiền, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của CLTC loại I theo tiêu chuẩn TCVN 11969:2018 [20]. Hàm lượng CLLTC chiếm 70% tổng khối lượng cốt liệu lớn trong cấp phối BTCLTC.

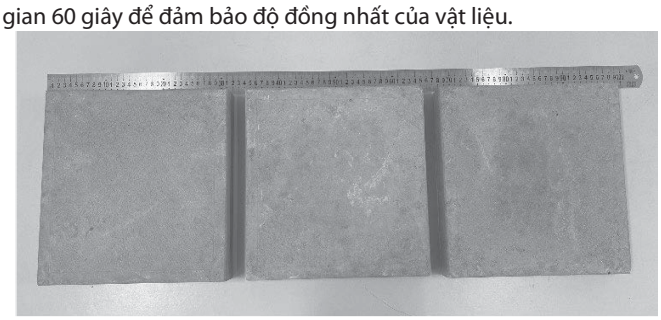
Bảng 1. Cấp phối bê tông cốt liệu tái chế [27]

Xi măng (kg)	GGBFS (kg)	Cát sông (kg)	Đá dăm (kg)	CLLTC (kg)	Nước (kg)	N/CKD
329	141	596	375	875	185	0,39

Cường độ chịu nén trung bình trên mẫu hình lập phương 150×150×150 mm của BTCLTC bằng 41,3 MPa với hệ số biến động 2,3%. Mô đun đàn hồi của BTCLTC có giá trị trung bình bằng 35,6 GPa ở 28 ngày tuổi. Các kết quả thí nghiệm này chỉ ra rằng BTCLTC sử dụng trong nghiên cứu này có cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi tương đương với bê tông đối chứng được chế tạo với 100% cốt liệu tự nhiên [27].

2.2. Mẫu thí nghiệm

Trong nghiên cứu này, các mẫu tấm BTCLTC đã được chế tạo và bảo quản trong cùng điều kiện khí hậu của phòng thí nghiệm. Hai loại mẫu có chiều dày khác nhau được sử dụng, có kích thước (chiều rộng × chiều dài × chiều dày) lần lượt là 300×300×50 mm và 300×300×70 mm, như minh họa trên Hình 2. Quy trình sản xuất bê tông bằng máy trộn cưỡng bức được áp dụng như nhau đối với tất cả mẫu thử. Trong một mẻ trộn, 10 tấm BTCLTC có kích thước như nhau được chế tạo. Từng mẫu thử được đặt trên bàn rung trong thời gian 60 giây để đảm bảo độ đồng nhất của vật liệu.



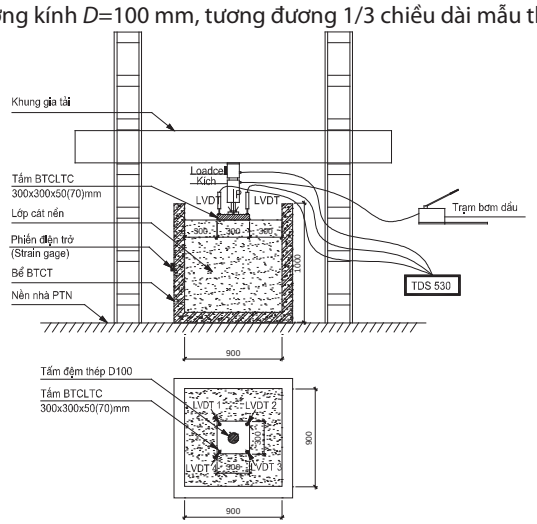
Hình 2. Mẫu tấm bê tông cốt liệu tái chế

Trước khi tiến hành thí nghiệm, tất cả các mẫu thử đều được kiểm tra kích thước bằng thước kim loại, màu sắc và khuyết tật ngoại quan ở trạng thái khô bằng quan sát trực quan. Kết quả kiểm tra cho thấy các mẫu thử có sai lệch kích thước nhỏ hơn ±2 mm đối với chiều dài và chiều rộng, nhỏ hơn ±3 mm đối với chiều dày, thỏa mãn yêu cầu theo tiêu chuẩn TCVN 7744:2013 [29]. Tất cả mẫu thử có màu sắc đồng đều, không có vết nứt trên mặt trên và mặt dưới của tấm, không có vết nứt trên các cạnh bên và các vết lồi lõm. Khối lượng thể tích của BTCLTC được xác định bằng 2,13 T/m^3. Do đó, mỗi tấm 300×300×50 mm có khối lượng trung bình bằng 9,6 kg, trong khi mỗi tấm 300×300×70 mm có khối lượng trung bình bằng 13,4 kg. Để đáp ứng yêu cầu thi công, các tấm lát thường có khối lượng không lớn hơn 20 kg, nên với tấm có bề rộng 300 mm, thì chiều dày không lớn hơn 100 mm. Đây cũng là lý do vì sao chiều dày 50 mm và 70 mm được lựa chọn trong nghiên cứu này.

Thí nghiệm độ hút nước đã được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 6355-4:2009 [30] trên tổ mẫu thử có kích thước 300×300×50 mm. Kết quả chỉ ra độ hút nước thay đổi khoảng 6,8% đến 7,2%, có giá trị trung bình bằng 7%, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 7744:2013 [29]. Ngoài ra, cường độ chịu uốn của mẫu thử ở 28 ngày tuổi thay đổi trong khoảng từ 3,81 MPa đến 4,32 MPa, có giá trị trung bình bằng 4,11 MPa.

2.3. Sơ đồ thí nghiệm

Khi bê tông đủ 28 ngày tuổi, thí nghiệm kiểm tra khả năng chịu lực của tấm BTCLTC được thực hiện đối với hai tổ mẫu: (i) Tổ mẫu I gồm 6 tấm có kích thước 300×300×50 mm; (ii) Tổ mẫu II gồm 6 tấm có kích thước 300×300×70 mm. Sơ đồ thí nghiệm được thể hiện như trên Hình 3, nhằm mô phỏng sự làm việc thực tế của tấm BTCLTC khi chịu nén trên nền cát. Tấm BTCLTC được đặt trên đệm cát có độ chặt trung bình K=0,93. Mỗi tấm BTCLTC được đặt chính giữa bể thí nghiệm, chịu tác dụng của một tải trọng tập trung (*P*) ở giữa tấm. Đây là dạng tải trọng được cho là nguy hiểm nhất đối với tấm lát vỉa hè. Tải trọng được tạo ra bởi kích thủy lực và trạm bơm dầu. Kích thủy lực được lắp đặt với load-cell đo lực và hệ khung gia tải. Tải trọng tác dụng lên tấm BTCLTC thông qua một tấm thép hình tròn có đường kính *D*=100 mm, tương đương 1/3 chiều dài mẫu thử.



Hình 3. Sơ đồ thí nghiệm tấm BTCLTC trên nền cát

Để khảo sát chuyển vị đứng (độ lún) của tấm BTCLTC so với đệm cát, thí nghiệm sử dụng 4 thiết bị điện tử đo chuyển vị, ký hiệu $LVDT_{1,2,3,4}$ (Linear Variable Differential Transformer), lắp đặt tại bốn góc của tấm. Độ lún của tấm là giá trị trung bình của bốn LVDT. Tất cả thiết bị đo điện tử được kết nối với bộ thu thập số liệu data-logger TDS630 và kết nối với máy tính, để ghi nhận số liệu thí nghiệm tự động và liên tục. Ngoài ra, một phiến điện trở (strain gage) cũng được dán trên mặt ngoài của thành bể thí nghiệm, để theo dõi biến dạng của bê tông vách bể, nhằm đảm bảo rằng vùng ảnh hưởng của tải trọng nằm hoàn toàn trong vùng đệm cát.

2.4. Quy trình thí nghiệm

Đối với mỗi mẫu thử, quy trình thí nghiệm được thực hiện gồm các bước chính như sau:

- Lắp dựng hệ khung gia tải và bể thí nghiệm chứa đệm cát vào đúng vị trí thí nghiệm;
- Đặt tấm BTCLTC có kích thước 300×300×50 mm hoặc 300×300×70 mm vào đúng vị trí thí nghiệm;
- Lắp đặt các dụng cụ và thiết bị đo (kích thủy lực, load-cell, LVDT) vào đúng vị trí theo sơ đồ thí nghiệm và kết nối với bộ thu thập số liệu data-logger TDS630;
- Tiến hành gia tải thử ở cấp tải trọng *P*=0,1 kN, nhằm kiểm tra sự ổn định của hệ gia tải và các dụng cụ, thiết bị đo đảm bảo hoạt động bình thường;
- Tiến hành gia tải thí nghiệm lên tấm BTCLTC cho đến khi bị phá hoại hoàn toàn. Tải trọng được tăng liên tục và đều đặn với tốc độ gia tải 0,6±0,2 MPa/s trong quá trình thí nghiệm;
- Hạ tải về 0 và lấy mẫu thử ra khỏi vị trí thí nghiệm, quan sát sơ đồ vết nứt và chụp ảnh dạng phá hoại;
- Tiến hành đào bỏ lớp đệm cát phía dưới mẫu thử đảm bảo chiều sâu đào, thỏa mãn điều kiện hết vùng ảnh hưởng của tải trọng thí nghiệm gây lún nền. Sau đó, đầm chặt lại lớp cát theo quy trình đảm bảo độ chặt K>0,90;
- Tiếp tục thí nghiệm tấm BTCLTC tiếp theo đúng với quy trình trên.
- Thu thập, phân tích và xử lý số liệu các kết quả thí nghiệm.

Hình 4 giới thiệu hình ảnh thí nghiệm được thực hiện trên một mẫu thử điển hình. Kết quả thí nghiệm cho phép xác định khả năng chịu lực của tấm BTCLTC (tải trọng lớn nhất), độ lún tại tải trọng lớn nhất và dạng phá hoại (sơ đồ nứt). Đối với mỗi tổ mẫu, kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của 6 mẫu thử. Độ lệch giữa các mẫu thử là do sự biến động của BTCLTC và độ chặt của nền cát. Trong phạm vi nghiên cứu, tổng cộng 12 mẫu thử đã được thí nghiệm cho hai loại tấm BTCLTC có kích thước 300×300×50 mm và 300×300×70 mm.

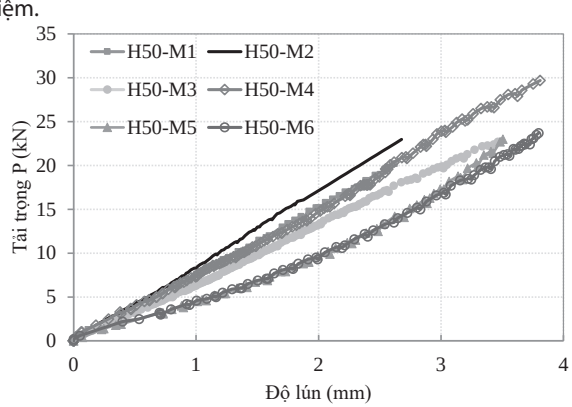


Hình 4. Hình ảnh thực hiện thí nghiệm tấm

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Biểu đồ tải trọng - độ lún

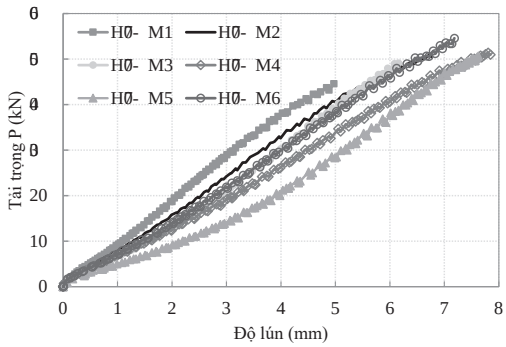
Thí nghiệm đã được thực hiện trên tổ mẫu I gồm 6 tấm BTCLTC có kích thước 300×300×50 mm, ký hiệu lần lượt từ H50-M1 đến H50-M6, trong đó "H50" nghĩa là tấm có chiều dày 50 mm, "M1, …, M6" là số thứ tự mẫu thử. Hình 5 giới thiệu các biểu đồ tải trọng - độ lún thu được từ thí nghiệm. Khả năng chịu lực của tấm được xác định thông qua tải trọng lớn nhất và độ lún tương ứng. Tải trọng lớn nhất của các mẫu thử có giá trị trong khoảng từ 20,2 kN đến 29,7 kN. Tải trọng lớn nhất của tổ mẫu đạt giá trị trung bình là 23,7 kN, độ lệch chuẩn là 2,9 kN và hệ số biến động là 12,2%. Độ lún của các mẫu thử tại tải trọng lớn nhất dao động trong khoảng từ 2,62 mm đến 3,81 mm. Độ lún của tổ mẫu có giá trị trung bình là 3,31 mm, độ lệch chuẩn là 0,49 mm và hệ số biến động là 14,7%. Độ lún của tấm BTCLTC có phạm vi biến động tương đối lớn. Kết quả này có thể được giải thích là do sự biến động độ chặt nền đất giữa các lần thí nghiệm.



Hình 5. Biểu đồ tải trọng - độ lún của các mẫu thử 300x300x50 mm

Tương tự, thí nghiệm đã được thực hiện trên tổ mẫu II gồm 6 tấm BTCLTC có kích thước 300×300×70 mm, ký hiệu lần lượt từ H70-

M1 đến H70-M6, trong đó "H70" nghĩa là tấm có chiều dày 70 mm, "M1, …, M6" là số thứ tự mẫu thí nghiệm. Hình 6 giới thiệu các biểu đồ tải trọng - độ lún thu được từ thí nghiệm. Tải trọng lớn nhất của các mẫu thử có giá trị trong khoảng từ 44,6 kN đến 54,6 kN. Tải trọng lớn nhất của tổ mẫu đạt giá trị trung bình là 50,2 kN, độ lệch chuẩn là 3,0 kN và hệ số biến động là 6,0%. Độ lún của các mẫu thử tại tải trọng lớn nhất dao động trong khoảng từ 4,97 mm đến 7,85 mm. Độ lún của tổ mẫu có giá trị trung bình là 6,76 mm, độ lệch chuẩn là 0,97 mm và hệ số biến động là 14,4%. Độ lún của các tấm 300×300×70 mm có hệ số biến động tương đương với độ lún của các tấm 300×300×50 mm. Trong khi đó, tải trọng lớn nhất của các tấm có chiều dày lớn hơn thì có xu hướng hội tụ hơn so với các tấm mỏng hơn.

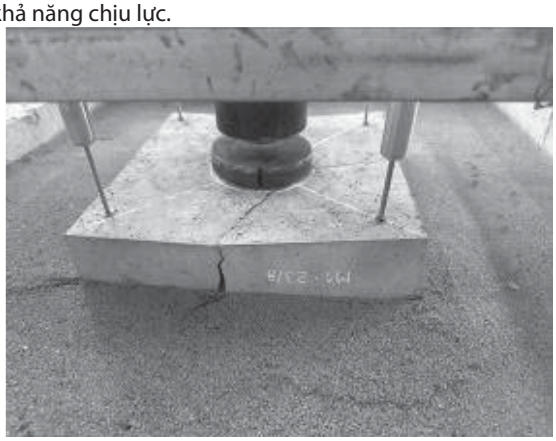


Hình 6. Biểu đồ tải trọng - độ lún của các mẫu thử 300x300x70 mm

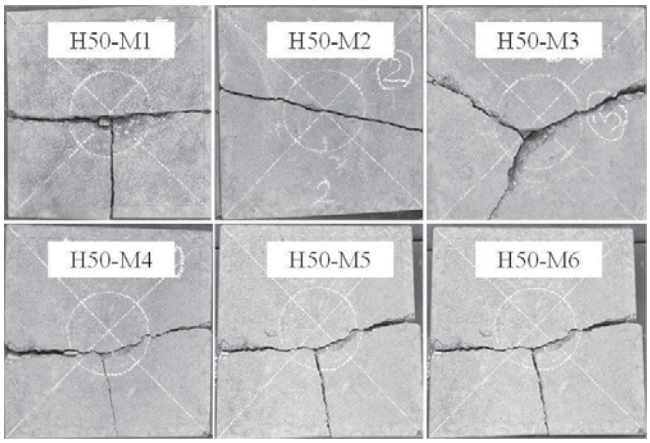
Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng, mối quan hệ giữa tải trọng và độ lún của tấm BTCLTC gần như tuyến tính. Với cùng kích thước 300×300 mm (chiều dài × chiều rộng), thì tấm BTCLTC có chiều dày 70 mm có khả năng chịu lực cao hơn 2,12 lần so với tấm có chiều dày 50 mm (50,2 kN so với 23,7 kN). Đồng thời, độ lún trung bình của các tấm có chiều dày 70 mm cũng cao gấp 2,04 lần so các tấm có chiều dày 50 mm (6,76 mm so với 3,31 mm). Như vậy, tăng chiều dày tấm BTCLTC cho phép cải thiện đáng kể khả năng chịu lực và giảm hệ số biến động giữa các tấm BTCLTC.

3.2. Sơ đồ nứt và dạng phá hoại

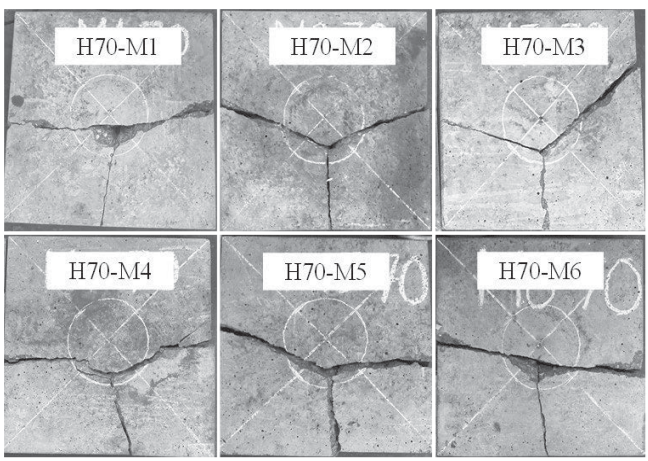
Dưới tác dụng của tải trọng tập trung, vết nứt đầu tiên hình thành ở giữa cạnh tấm và phát triển từ mặt đáy lên mặt trên của tấm. Khi tải trọng tăng, vết nứt mở rộng và chạy xuyên qua giữa tấm. Vết nứt trên các tấm có kích thước 300×300×70 mm có độ mở rộng lớn hơn trên các tấm có kích thước 300×300×50 mm, như quan sát thấy trên Hình 7. Tại thời điểm phá hoại, các tấm BTCLTC bị vỡ và chia làm 3 miếng cứng, như trên Hình 8 và Hình 9. Sơ đồ nứt của các tấm là tương tự nhau và tương đồng giữa hai tổ mẫu. Tất cả tấm BTCLTC đều bị phá hoại giòn, sau khi đạt đến tải trọng lớn nhất, thì mất khả năng chịu lực.



Hình 7. Vết nứt do tải trọng tập trung tác dụng trên tấm BTCLTC



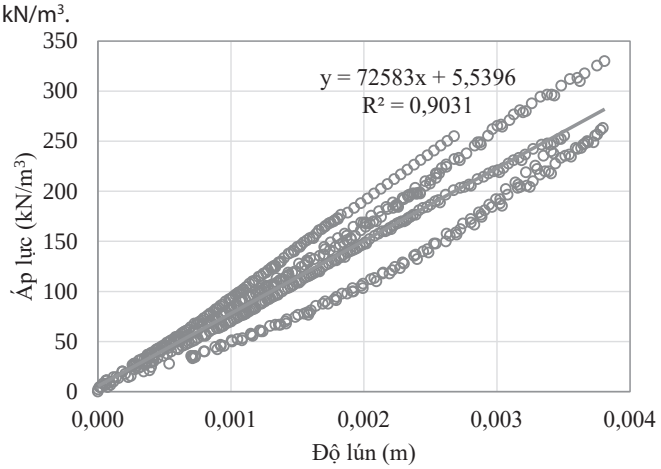
Hình 8. Dạng phá hoại của các mẫu thử 300×300×50 mm



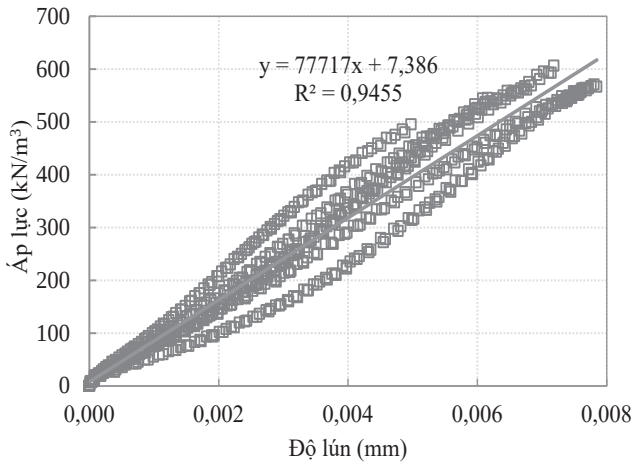
Hình 9. Dạng phá hoại của mẫu thử 300×300×70 mm

3.3. Xác định hệ số nền

Dựa trên các kết quả thí nghiệm, mối quan hệ giữa áp lực đáy tấm và độ lún của lớp cát được thiết lập lần lượt cho tổ mẫu 300×300×50 mm và tổ mẫu 300×300×70 mm. Hệ số nền k (kN/m^3) được xác định theo công thức (1), trong đó q (kN/m^2) là tải trọng phân bố lên tấm và Δ (m) là độ lún của nền cát. Mối quan hệ giữa áp lực và độ lún của nền cát được mô tả bằng hai phương trình tuyến tính như trên như trên Hình 10 và Hình 11. Như vậy, hệ số nền được xác định từ thí nghiệm có giá trị trong khoảng từ 72583 đến 77717 kN/m^3.



Hình 10. Biểu đồ áp lực và độ lún của các mẫu thử 300×300×50 mm



Hình 11. Biểu đồ áp lực và độ lún của các mẫu thử 300×300×70 mm

$$k = \frac{q}{\Delta} \quad (1)$$

4. ĐỀ XUẤT CÔNG THỨC THỰC NGHIỆM

4.1. Đề xuất công thức

Dựa trên công thức cổ điển, công thức Westergaard [23] và công thức Shentu [25], nghiên cứu này đề xuất công thức thực nghiệm dự báo khả năng chịu lực của tấm BTCLTC có kích thước nhỏ 300×300 mm đặt trên nền đàn hồi, như sau:

$$P_u = \alpha_{TN} \frac{R_{bt} d^2}{A} \quad (2)$$

Trong đó: P_u (kN) là khả năng chịu lực giới hạn của tấm bê tông; R_{bt} (MPa) là cường độ chịu kéo của bê tông được xác định từ cường độ chịu nén trên mẫu lập phương (R_n) theo công thức (3); d (mm) là chiều dày tấm bê tông; α_{TN} là hệ số thực nghiệm.

$$R_{bt} = 0,26 R_n^{2/3} \quad (3)$$

Hệ số A được tính toán theo công thức (4), với k (N/mm³) là hệ số nền có giá trị trong khoảng từ 0,01 đến 0,1 và E_c (GPa) là mô đun đàn hồi của bê tông được tính toán theo công thức (5) khi không có số liệu thí nghiệm.

$$A = \log\left(\frac{88 E_c}{kd} 10^3\right) \quad (4)$$

$$E_c = 20,83 \left(\frac{R_n}{10}\right)^{0,3} \quad (5)$$

Hệ số thực nghiệm α_{TN} được xác định từ kết quả thí nghiệm thu được trên các mẫu thử 300×300×50 mm, theo công thức (6), với P_u^{TN} (kN) là giá trị lớn nhất của tải trọng thí nghiệm.

$$\alpha_{TN} = \frac{A P_u^{TN}}{R_{bt} d^2} \quad (6)$$

Bảng 2. Kết quả tính toán hệ số thực nghiệm α_{TN}

Mẫu thử	P_u^{TN} (kN)	R_n (MPa)	R_{bt} (MPa)	E_c (GPa)	k (N/mm³)	α_{TN}
H50-M1	20,2	41,3	3,11	35,6	0,072583	15,43
H50-M2	23,0	41,3	3,11	35,6	0,072583	17,57
H50-M3	22,7	41,3	3,11	35,6	0,072583	17,34
H50-M5	23,0	41,3	3,11	35,6	0,072583	17,57
H50-M6	23,7	41,3	3,11	35,6	0,072583	18,10
Trung bình						17,20

Bảng 2 giới thiệu kết quả tính toán hệ số thực nghiệm α_{TN} đối với từng mẫu thử 300×300×50 mm. Cường độ chịu nén và mô đun đàn hồi của BTCLTC được lấy bằng các giá trị thí nghiệm, như nêu trong mục 2.1. Hệ số nền k lấy bằng 0,007258 như kết quả trên Hình 10. Lưu ý rằng, giá trị thí nghiệm của mẫu thử H50-M4 có độ lệch tương đối lớn so với giá trị trung bình của 5 mẫu thử còn lại nên không sử dụng vào tính toán. Hệ số thực nghiệm α_{TN} có giá trị trung bình là 17,2 và được làm tròn số là $\boldsymbol{\alpha_{TN} = 17}$. Do đó, công thức thực nghiệm để dự báo khả năng chịu lực của tấm BTCLTC trên nền đàn hồi như sau:

$$P_u = 17 \frac{R_{bt} d^2}{A} \quad (7)$$

4.2. Đánh giá độ tin cậy

Để đánh giá độ tin cậy của công thức thực nghiệm, tiến hành tính toán khả năng chịu lực của tấm BTCLTC có 300×300×70 mm theo công thức (7) và so sánh với kết quả thí nghiệm thu được trong mục 3.1. Cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo và mô đun đàn hồi của BTCLTC lấy bằng các giá trị nêu trong Bảng 2. Với hệ số nền k = 0,007258, thì khả năng chịu lực của tấm tính toán theo công thức thực nghiệm là P_u = 44,7 kN. Trong khi đó, tải trọng lớn nhất trên các mẫu thử có giá trị trung bình bằng 50,2 kN. Theo tính toán, khả năng chịu lực của tấm nhỏ hơn khoảng 10,9% so với kết quả thí nghiệm, là thiên về an toàn và chấp nhận được. Như vậy, công thức (7) có thể được sử dụng để dự báo khả năng chịu lực của tấm bê tông có kích thước 300×300 mm và chiều dày d (mm) bất kỳ.

4.3. Mở rộng công thức thực nghiệm

Phạm vi áp dụng của công thức (7) bị giới hạn đối với các tấm bê tông hình vuông với chiều rộng 300 mm. Trong mục này, công thức đề xuất được mở rộng để dự báo khả năng chịu lực của tấm bê tông hình vuông với các chiều rộng b (mm) khác nhau, thay đổi trong khoảng từ 300 mm đến 600 mm, phù hợp với kích thước cơ bản của gạch terazo theo tiêu chuẩn TCVN 7744:2013 [29].

Khả năng chịu mô men uốn của tấm có kích thước 300×300 mm và chiều dày d (mm) được tính toán theo công thức (8).

$$M_{u,300} = \frac{300 R_{bt} d^2}{6} \quad (8)$$

Khả năng chịu mô men uốn của tấm có kích thước b×b (mm) và chiều dày d (mm) được tính toán theo công thức (9).

$$M_{u,b} = \frac{b R_{bt} d^2}{6} \quad (9)$$

Đặt: $\beta = \frac{300}{b}$

Công thức (7) được phát triển thành công thức (10) để dự báo khả năng chịu lực của tấm bê tông có bề rộng và chiều dày lựa chọn trước.

$$P_u = 17 \frac{R_{bt} d^2}{A} \beta^{2/3} \quad (10)$$

5. KẾT LUẬN

Từ những kết quả thu được có thể đưa ra một số kết luận chính như sau:

- Đối với BTCLTC được sử dụng trong nghiên cứu này, thì tấm kích thước 300×300×50 mm chịu được tải trọng tập trung với giá trị trung bình bằng 23,7 kN và độ lún trung bình bằng 3,31 mm.
- Khả năng chịu lực của tấm BTCLTC được cải thiện đáng kể khi tăng chiều dày tấm. Tấm kích thước 300×300×70 mm chịu được tải trọng tập trung với giá trị trung bình bằng 50,2 kN và độ lún trung

bình là 6,76 mm, cao hơn 2,12 lần so với tấm kích thước 300×300×50 mm.

• Các công thức thực nghiệm đã được đề xuất để dự báo khả năng chịu lực của tấm bê tông kích thước nhỏ trên nền đàn hồi. Độ tin cậy của các công thức này đã được đánh giá thông qua kết quả thí nghiệm.

Lời cảm ơn

Các tác giả chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của các thành viên Dự án SATREPS (No. JPMJSA1701) giữa Trường Đại học Xây dựng Hà Nội và Trường Đại học Saitama, Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Agenda 21, the Rio Declaration on Environment and Development, the Statement of Forest Principles, the United Nations Framework Convention on Climate Change and the United Nations Convention on Biological Diversity, United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, 3–14 June 1992.

[2] D. Ürge-Vorsatz, A. Novikova, Potentials and costs of carbon dioxide mitigation in the world's buildings. Energy Policy 36 (2) (2008) 642–661.

[3] Nghị định 06/2022/NĐ-CP của Chính phủ: Quy định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và bảo vệ tầng ô-dôn.

[4] Fredonia; World Construction Aggregates to 2011 – Demand and Sales Forecasts; Market Share, Market Size, Market leaders, Industry.

[5] Xie T., Gholampour A., Ozbakkaloglu T. (2018). Toward the development of sustainable concrete with recycled concrete aggregates: Comprehensive review of studies on mechanical properties. Journal of Materials in Civil Engineering, 30(9), 04018211.

[6] Thông tư số 08/2017/TT-BXD của Bộ Xây dựng: Quy định về quản lý chất thải rắn xây dựng.

[7] Hoang N.H., Ishigaki T., Kubota R., Tong T.K., Nguyen T.T., Nguyen H.G., Yamada M., Kawamoto K. (2020). Waste generation, composition, and handling in building-related construction and demolition in Hanoi, Vietnam. Waste Management, 117, 32–41.

[8] Tong T.K., Nguyen N.T., Nguyen H.G., Ishigaki T., Kawamoto K. (2022). Management assessment and future projections of construction and demolition waste generation in Hai Phong City, Vietnam. Sustainability, 14, 9628.

[9] K. Obla, H. Kim, C. Lobo. Crushed Returned Concrete as Aggregates for New Concrete. RMC Res Educ Found 2007:51.

[10] WRAP, NRW. Aggregates from Inert Waste: End of Waste Briteria for the Production of Aggregates from Inert Waste 2013, pp. 1–24.

[11] DAfStb. DAfStb 2010, Concrete in accordance with DIN EN 206- 1 and DIN 1045-2 with recycled aggregates in accordance with DIN EN 12620, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V., Berlin, Germany. 2010.

[12] Tam V.W.Y., Kotrayothar D, Xiao J. (2015). Long-term deformation behaviour of recycled aggregate concrete. Construction and Building Materials, 100, 262-272.

[13] Quang N.T., Cường T.V., Tân N.N., Tân N.H., Giang N.H. (2021). Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của tỷ lệ sử dụng cốt liệu lớn tái chế đến sự phát triển cường độ nén và mô đun đàn hồi của bê tông theo thời gian. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, 15(1V), 48-59.

[14] Huy N.S., Tan N.N., Hang M.T.N., Quang L.N. (2021). Environmentally friendly unburnt bricks using raw rice husk and bottom ash as fine aggregates: Physical and mechanical properties. Journal of Science and Technology in Civil Engineering (JSTCE) - HUCE, 15(1), 110-120.

[15] Quang N.T., Cuong T.V., Tan N.N., Tan N.H., Kawamoto K., Giang N.H. (2022). Experimental studies on behaviors of reinforced concrete column structures made of recycled aggregates under concentric loads. Journal of Science and Technology in Civil Engineering, 16(2), 1-11.

[16] Ngo S-H., Nguyen N.T., Nguyen X.H. (2022). Assessing the effect of GGBFS content on mechanical and durability properties of high-strength mortars. Civil Engineering Journal, 8(5), 983-950.

[17] T.T. Kiên (2017). Nghiên cứu sử dụng phế thải xây dựng trong chế tạo bê tông. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Xây dựng.

[18] N.T. Quang (2022). Nghiên cứu thực nghiệm về tính chất cơ lý của bê tông sử dụng cốt liệu lớn tái chế từ chất thải rắn xây dựng và ứng dụng cho cột bê tông cốt thép chịu nén đúng tâm. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

[19] N.K. Tuân (2024). Nghiên cứu chế tạo bê tông rỗng thoát nước sử dụng cốt liệu tái chế từ phế thải xây dựng. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

[20] TCVN 11969:2018. Cốt liệu lớn tái chế cho bê tông.

[21] TCVN 13694:2023. Cấp phối tái chế từ chất thải rắn xây dựng làm lớp móng đường giao thông đô thị - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.

[22] de Brito, J., Saikia, N., de Brito, J., & Saikia, N. (2013). Concrete with recycled aggregates in international codes. Recycled Aggregate in Concrete: Use of Industrial, Construction and Demolition Waste, 379-429.

[23] Westergaard, H. M. (1948). New formulas for stresses in concrete pavements of airfields. Transactions of the American Society of Civil Engineers, 113(1), 425-439.

[24] Ringo, B. C., & Anderson, R. B. (1996). Designing floor slabs on grade. The Aberdeen Group, printed in United States of America.

[25] Shentu, L., Jiang, D., & Hsu, C. T. T. (1997). Load-carrying capacity for concrete slabs on grade. Journal of Structural Engineering, 123(1), 95-103.

[26] Nguyen X.H., Phan Q.M., Nguyen N.T., Tran V.Q. (2023). Interpretable machine learning model for evaluating mechanical properties of concrete made with recycled concrete aggregate. Structural Concrete. https://doi.org/10.1002/suco.202300614.

[27] Hiển N.X., Minh P.Q., Tân N.N. (2024). Nghiên cứu cường độ nén và mô đun đàn hồi của bê tông cốt liệu tái chế sử dụng bê tông phá dỡ và xỉ hạt lò cao nghiền mịn. Tạp chí Xây dựng, số 07-2024, 156-160.

[28] TCVN 11586:2016. Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa.

[29] TCVN 7744:2013 Gạch Terazo

[30] TCVN 6355-4:2009 Gạch xây - Phương pháp thử. Phần 4: Xác định độ hút nước.

■Ngày nhận bài: 06/5/2024 ■Ngày sửa bài: 14/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Cải tiến mô hình dự đoán khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép

A calibration model for predicting the fire resistance of reinforced concrete columns

> TRẦN LÊ VĨNH NGUYÊN[1], MAI XUÂN ĐẠT[1], ThS NGUYỄN THỊ HỒNG NỤ[2], TS TRƯƠNG GIA TOẠI[3*]
[1]SV khoa Kỹ thuật xây dựng Trường Đại học Đông Á, Đà Nẵng;
Email: nguyen54202@donga.edu.vn, dat53716@donga.edu.vn
[2]GV Khoa Kỹ thuật xây dựng Trường Đại học Đông Á, Đà Nẵng; Email: nunth@donga.edu.vn
[3]GV Khoa Kỹ thuật xây dựng Trường Đại học Đông Á, Đà Nẵng; Email: toaitg@donga.edu.vn
*Corresponding author

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, các tác giả tập trung đánh giá khả năng dự đoán chính xác của các tiêu chuẩn thiết kế cũng như một số công thức đề xuất hiện tại về khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép (BTCT). Đồng thời, đề xuất công thức mới dựa trên kết quả thực nghiệm và bộ dữ liệu thực nghiệm đã thu thập được để đánh giá khả năng chịu lửa của cột BTCT. Mô hình đề xuất đơn giản hơn và có thể thực hành tính toán thuận tiện hơn so với các mô hình trước đó. Kết quả dự đoán sử dụng mô hình đề xuất cho thấy sự hiệu quả và độ chính xác cao hơn so với các mô hình hiện có. Tác động của các tham số thiết kế đến khả năng chịu lửa của cột BTCT cũng được nghiên cứu bằng cách sử dụng mô hình tham số.

Từ khóa: Cột bê tông cốt thép, mô hình dự đoán, khả năng chịu lửa, Eurocode 2, tham số thiết kế.

ABSTRACT

In this study, the authors focus on evaluating the predictive accuracy of current design standards and several existing formulas for the fire resistance of reinforced concrete (RC) columns. Additionally, a new formula is proposed based on experimental results and the collected experimental dataset to assess the fire resistance of RC columns. The proposed model is simpler and offers more convenient practical calculations compared to previous models. The prediction results using the proposed model demonstrate greater efficiency and accuracy than the existing models. The effect of design parameters on the fire resistance of RC columns is also examined using a parametric study.

Keywords: Reinforced concrete columns, prediction models, fire resistance, Eurocode 2, design parameters.

1. GIỚI THIỆU

Hỏa hoạn là một thảm họa nguy hiểm, có sức tàn phá thường xuyên xảy ra và là mối đe dọa đối với sự an toàn của các công trình xây dựng (Hình 1). Nó có khả năng gây hư hỏng vật liệu, linh kiện, thậm chí dẫn đến hư hỏng hoặc sập kết cấu [1, 2]. Kết cấu BTCT thường được sử dụng trong xây dựng các tòa nhà cao tầng, trong đó cột BTCT đóng vai trò chịu trách nhiệm chịu tải trọng trong khung kết cấu. Do đó, ứng xử của các cột BTCT khi chịu lửa đặc biệt quan trọng. Vì vậy, việc nghiên cứu khả năng chịu lửa của cột BTCT có ý nghĩa hết sức quan trọng nhằm đảm bảo an toàn cho toàn bộ công trình [3]. Khả năng chịu lửa (hay chống cháy) là một trong những chỉ số quan trọng nhất để đo lường sự an toàn chống cháy của các cấu kiện, và được xác định là thời gian trong đó một cấu kiện thể hiện khả năng chống lại sự kiện liên quan đến tính toàn vẹn cấu trúc, ổn định và truyền nhiệt độ dưới điều kiện cháy.

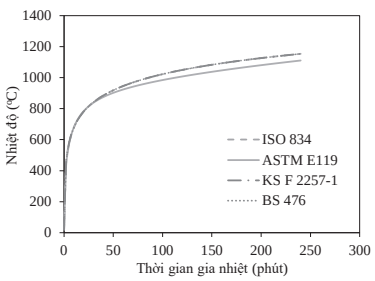
Trong vài thập kỷ qua, nhiều nghiên cứu thử nghiệm đã kiểm tra khả năng chịu lực của cột BTCT khi chịu lửa [4–5]. Các nghiên cứu cho thấy các yếu tố như tỷ lệ tải, kích thước cột, cường độ bê tông, loại cốt liệu, hàm lượng cốt thép và kịch bản cháy đều ảnh hưởng đến khả năng chịu lửa. Kodur và cộng sự [6] và Park và cộng sự [7] báo cáo rằng cột NSC chống cháy tốt hơn HSC do HSC dễ nứt nổ vì mật độ cao và khả năng thấm thấp. Ali và cộng sự [8] cũng cho rằng các yếu tố như tính chất vật liệu và điều kiện biên ảnh hưởng đến nứt vỡ do nổ. Thanh giằng bên có thể cải thiện khả năng chống cháy của cột HSC [4, 7]. Martins và cộng sự [9] và Dotreppe và cộng sự [10] phát hiện thanh có đường kính > 25 mm làm giảm khả năng chống cháy do truyền nhiệt nhanh hơn [9]. Phương pháp thí nghiệm là đáng tin cậy nhưng tốn kém và dữ liệu thực nghiệm vẫn còn hạn chế sau nhiều năm nghiên cứu.



Hình 1. Phá hoại của cột BTCT do hỏa hoạn gây ra [1]

Gần đây, nhiều phương pháp đã được đề xuất để dự đoán khả năng chống cháy của cột BTCT. Shah và Sharma [11] giới thiệu mô hình thực nghiệm đánh giá khả năng chịu lực của cột khi chịu lửa, xem xét ảnh hưởng của cốt thép ngang. Mahmoud và cộng sự [12] giới thiệu một phương pháp đơn giản hóa nhằm khắc phục những hạn chế của phương pháp EC2 [13], bằng cách phát triển một mô hình mới dựa trên đường cong khả năng chống cháy của cột BTCT, giúp xác định chính xác hơn khả năng chống cháy của cột. Một số quy chuẩn như AS3600 [14] và DBJ/T 15–18 [15] đã phát triển phương pháp thiết kế đơn giản sau thử nghiệm chịu lửa tiêu chuẩn. Tuy nhiên, các phương pháp này chưa xem xét đầy đủ các yếu tố quan trọng như tải trọng, thời gian cháy, vật liệu và chi tiết gia cố, dẫn đến ước tính thiếu chính xác. EC2 [13] cung cấp cách tiếp cận đơn giản hóa và nâng cao, xem xét các yếu tố như kích thước cột và số lượng cốt thép, nhưng phạm vi ứng dụng vẫn bị hạn chế do thiếu dữ liệu thử nghiệm đầy đủ, mặc dù đã được xác thực với 80 cột.

Nghiên cứu tại Việt Nam đã chỉ ra sự thiếu hụt các nghiên cứu thực nghiệm cũng như lý thuyết về đánh giá khả năng chịu lửa của các cột BTCT, và hiện chưa có các thí nghiệm trực tiếp hay lý thuyết nào được thực hiện và công bố. Thay vào đó, các nhà nghiên cứu Việt Nam, chẳng hạn như Khổng và Vũ [16] trình bày nguyên tắc thiết kế chung và phương pháp tính toán cho cấu kiện cột BTCT theo tiêu chuẩn EC2 về thiết kế kết cấu cột BTCT trong điều kiện cháy, hoặc xây dựng biểu đồ tương tác của cột BTCT tại các thời điểm 30, 60, 90 và 120 phút của vụ cháy theo tiêu chuẩn EC2 thông qua phần mềm sử dụng ngôn ngữ lập trình Embarcadero Delphi, và đồng thời đưa ra một số khuyến cáo về khả năng chịu lực của cột BTCT ở nhiệt độ cao [17].



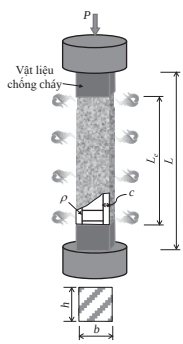
Hình 1. Chế độ gia nhiệt theo các tiêu chuẩn khác nhau

Tổng quan tài liệu cho thấy rằng mặc dù các mô hình đã được xây dựng để đánh giá khả năng chịu lửa của cột BTCT, hiệu quả của chúng chưa được đánh giá cao. Đặc biệt, trong bối cảnh nghiên cứu của Việt Nam, việc xây dựng các mô hình này chưa được quan tâm mà chỉ áp dụng các tiêu chuẩn hiện có, vốn thiếu sự chính xác khi so sánh với kết quả thực nghiệm. Do đó, trong nghiên cứu này, các tác giả sẽ tập trung đánh giá khả năng dự đoán chính xác của các tiêu chuẩn thiết kế cũng như một số công thức đề xuất hiện tại về khả năng chịu lửa của cột BTCT. Đồng thời, đề xuất công thức mới dựa trên các công thức hiện và bộ dữ liệu thực nghiệm đã thu thập được để đánh giá chính xác khả năng chịu lửa của cột BTCT.

2.THU THẬP SỐ LIỆU

2.1 Xây dựng cơ sở dữ liệu từ thực nghiệm

Nhiều thí nghiệm chịu lửa đã được thực hiện để nghiên cứu xem các thông số khác nhau ảnh hưởng như thế nào đến khả năng chống cháy của cột BTCT. Từ nguồn tài liệu hiện có, một cơ sở dữ liệu bao gồm 119 mẫu thí nghiệm đã được sưu tầm để dự báo khả năng chịu lửa của cột BTCT. Tuy nhiên, sau quá trình đánh giá và loại bỏ những dữ liệu thiếu tin cậy, 81 mẫu thí nghiệm đã được sử dụng trong nghiên cứu này. Đáng chú ý là mặc dù các đường cong nhiệt độ-thời gian khác nhau được sử dụng trong các thí nghiệm, bao gồm ISO 834 [18], ASTM E 119 [19], BS 476 [20] và KS F 2257–1 [21], chế độ gia nhiệt phản ánh nhiệt độ khí ga danh nghĩa không khác biệt đáng kể như mô tả trong Hình 2. Cũng cần lưu ý rằng trên thực tế, nhiệt trong lò có thể biểu hiện sự thay đổi do các yếu tố như thành phần nhiên liệu, tốc độ dòng khí, độ ẩm, thiết kế lò và cách nhiệt. Tuy nhiên, từ kết quả trình bày trong [1, 3, 6], sự khác biệt giữa nhiệt độ khí danh nghĩa và nhiệt lượng thực tế trong lò được nhận thấy là không đáng kể. Vì vậy, trong nghiên cứu này giả định rằng nhiệt lượng thực tế trong lò gần như lý tưởng và gắn chặt với nhiệt độ danh nghĩa của khí ga. Do đó, tất cả các mẫu thử trong cơ sở dữ liệu có thể được sử dụng để ước tính và so sánh trong cùng điều kiện. Hơn nữa, các cột được sử dụng trong thí nghiệm có tiết diện hình vuông và cả bốn mặt cột đều chịu lửa. Các mẫu thí nghiệm bao gồm nhiều tham số thiết kế với biên độ rộng, như thể hiện ở Bảng 1: chiều dài cột tiếp xúc với lửa (L_e) dao động từ 2.1m đến 4.76m; chiều rộng (b) mặt cắt cột từ 200 đến 406mm; tỷ lệ cốt thép dọc (ρ) dao động từ 0.893 đến 6.981%; bề dày lớp bê tông bảo vệ (c) dao động từ 25 đến 48 mm; n là số cây thép trong cột dao động từ 4 đến 20 cây; cường độ chịu nén của bê tông (f'_c) dao động từ 24.4 đến 120.0 MPa; và tỷ số tải trọng (LR, được định nghĩa là tỷ số giữa tải trọng tác dụng và khả năng chịu tải của cột BTCT nằm trong khoảng từ 0.2 đến 0.9. Trong khi đó, khả năng chống cháy (FR_{exp}) thu được từ kết quả thí nghiệm là rất khác nhau, dao động từ 34 đến 456 phút, do các thông số thí nghiệm có biên độ dao động lớn. Hình 3 thể hiện cấu tạo điển hình của các cột BTCT trong cơ sở dữ liệu.



Hình 3. Cấu tạo điển hình cột BTCT.

Bảng 1: Tóm tắt các thông số thí nghiệm trong cơ sở dữ liệu về cột BTCT chịu lửa

Chỉ số thống kê	L_e (m)	b (mm)	n	ρ (%)	c (mm)	f'_c (MPa)	LR	FR_{exp} (min)
Max	4.76	406	20	6.98	48	120	0.9	456
Min	1.7	200	4	0.89	25	24.4	0.21	34
Range	3.06	206	16	6.09	23	95.6	0.69	422
Mean	3.51	288.73	6.20	2.36	35.35	39.53	0.62	152.61
SD	0.91	52.02	3.54	1.34	8.91	19.42	0.19	91.85

Trong đó: Max = giá trị lớn nhất, min = giá trị nhỏ nhất, range = khoảng cách giữa max và min, Mean = giá trị trung bình;, SD = độ lệch chuẩn

2.2 Các tham số ảnh hưởng đến khả năng chịu lửa của cột BTCT

Thông qua các nghiên cứu số và thực nghiệm, nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chống cháy của cột BTCT đã được nhiều nhà nghiên cứu khám phá. Từ kết quả thử nghiệm thu được, có thể thấy rõ rằng khả năng chống cháy của cột BTCT bị ảnh hưởng rất lớn bởi độ lớn của tải trọng tác dụng, thường được định lượng bằng tỷ số tải trọng (*LR*) [22]. Trên thực tế, độ lớn của tải trọng tác dụng có tác động gián tiếp đến khả năng chống cháy của cột BTCT, điều này có thể hiểu được vì cường độ của cột bị giảm đáng kể khi nhiệt độ tăng [23]. Trong khi đó, Silva [24] chỉ ra rằng khả năng chống cháy tăng theo kích thước của cột. Tuy nhiên, đối với trường hợp cột sử dụng bê tông cường độ cao (HSC) các đặc tính hình học của cột bao gồm kích thước mặt cắt ngang ($b \times h$, chiều rộng × chiều cao), chiều dài và các điều kiện chống đỡ (gối tựa đơn-gối tựa đơn, gối tựa đơn-ngàm và ngàm-ngàm) cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định khả năng chống cháy của cột BTCT. Điều này chủ yếu liên quan đến khả năng mất ổn định của cột BTCT với độ cứng bị suy giảm sau thời gian dài tiếp xúc với lửa. Trên thực tế, ảnh hưởng của các đặc tính hình học trên có thể được kết hợp bằng cách sử dụng hệ số gọi là tỷ lệ độ mảnh (*SR*): tỷ lệ độ mảnh càng lớn thì khả năng chống cháy càng thấp, do mất khả năng chống oằn [25], được cho là có khả năng nổ vỡ cao hơn, mặt cắt ngang lớn hơn có thể làm tăng nguy cơ nứt vỡ do nhiệt gây nổ, do đó làm giảm khả năng chống cháy của chúng. Điều này được cho là do mối tương quan trực tiếp giữa kích thước mẫu vật và sự vận chuyển nhiệt và độ ẩm bên trong cấu trúc, cùng với khả năng lưu trữ năng lượng tăng lên của các cấu trúc lớn hơn, như Kodur và Phan [26] đã giải thích. Cường độ chịu nén của bê tông (f_c') cũng ảnh hưởng đáng kể đến khả năng chịu lửa của cột BTCT: Cột sử dụng bê tông thường (NSC) có khả năng chống cháy lâu hơn cột bê tông cường độ cao (HSC) do ít bị nứt vỡ hơn [7, 8, 27]. Ngoài ra, việc sử dụng tỷ lệ cốt thép dọc (ρ) cao hơn có thể nâng cao khả năng chống cháy của cột BTCT [11, 7]. Tuy nhiên, việc sử dụng các thanh cốt thép dọc có kích thước lớn hơn có thể làm giảm khả năng chống cháy [7, 8].

Về mặt lý thuyết, điều quan trọng cần lưu ý là việc sử dụng các tham số thiết kế với kích thước hoặc hàm lượng lớn hơn nhiều so với mức cho phép có thể làm giảm khả năng chống cháy trong một số trường hợp nhất định. Điều này bao gồm các trường hợp lớp bê tông bảo vệ bị giảm, nguy cơ nổ tung, biến dạng nhiệt và biến dạng trong đám cháy tăng lên [28]. Lớp bê tông bảo vệ (*c*) cũng là thông số chi phối ảnh hưởng đến khả năng chống cháy của cột BTCT và nó liên quan đến nhiều quy chuẩn thiết kế hiện hành [29]. Việc sử dụng lớp phủ dày hơn có thể trì hoãn sự tăng nhiệt độ của thanh cốt thép và do đó kéo dài thời gian hư hỏng.

3. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ ĐOÁN CỦA CÁC MÔ HÌNH TÍNH TOÁN HIỆN TẠI

3.1 Các mô hình tính toán

Trong nghiên cứu này, ba công thức khác nhau nêu trong Eurocode 2 [13], AS3600 [14] và Silva [24] đã được sử dụng để đánh giá khả năng chống cháy của cột BTCT. Eurocode 2 [13] giới thiệu bộ phương trình phân tích để tính toán khả năng chống cháy (*FR*) của cột BTCT trong điều kiện tiếp xúc với lửa tiêu chuẩn. Các phương trình này tính đến nhiều thông số thiết kế như số lượng và vị trí cốt thép dọc, tỷ lệ tải trọng, kích thước cột, độ dày lớp bê tông bảo vệ và chiều dài hiệu dụng.

$$FR = 120 \times \left(\frac{R_\mu + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1.8} \quad (1a)$$

$$R_\mu = 83 \left[1 - \mu_{fi} \left(\frac{1+\omega}{\frac{0.85}{\alpha_{cc}} + \omega} \right) \right] \quad (1b)$$

$$R_a = 1.6\left(c_1 - 30\right) \quad (1c)$$

$$R_l = 9.6\left(5 - l_{0,fi}\right) \quad (1d)$$

$$R_b = 0.09b' \quad (1e)$$

$$R_n = \begin{cases} 0 \text{ for } n = 4 \text{ (corner bars only)} \\ 12 \text{ for } n > 4 \end{cases} \quad (1f)$$

trong đó, μ_{fi} là hệ số suy giảm đối với mức tải trọng thiết kế trong trường hợp cháy; $\omega = (A_s f_y / A_c f_c')$ là tỷ số cốt thép cơ học ở điều kiện nhiệt độ thường; α_{cc} là hệ số cường độ chịu nén; a (mm) là khoảng cách từ trục đến cốt thép dọc, 25mm ≤ a ≤ 80mm; $l_{o,fi}$ là chiều dài hữu hiệu của cột trong điều kiện cháy, 2m ≤ $l_{o,fi}$ ≤ 6m; n là số lượng cốt thép dọc; và $b' = (2A_c / (b+h))$ tính cho cột hình chữ nhật hoặc đường kính cột tròn, 200mm ≤ b' ≤ 450mm, và $h \le 1.5b$.

AS3600 [14] cung cấp một công thức đơn giản để đánh giá khả năng chống cháy của cột BTCT, xem xét ảnh hưởng của lớp bê tông bảo vệ, cường độ chịu nén của bê tông, kích thước mặt cắt ngang của cột, tải trọng tác dụng và chiều dài hữu hiệu. Phương trình được thể hiện như sau:

$$FR = \frac{k \times f^{1.3} \times D_{\min}^{3.3} \times D_{\max}^{1.8}}{10^5 \times N^{1.5} \times L_e^{0.9}} \quad (2)$$

trong đó, *k* là hệ số xét đến ảnh hưởng của tỷ lệ cốt thép dọc (*k* = 1.5 khi ρ < 0.025 và *k* = 1.7 đối với các trường hợp khác); D_{min} (tính bằng mm) là kích thước nhỏ hơn của cột hình chữ nhật; D_{max} (tính bằng mm) là kích thước lớn hơn của cột hình chữ nhật; *N* (tính bằng kN) là lực dọc trục được thiết kế cho trạng thái giới hạn cháy; và L_e (tính bằng mm) là chiều dài hiệu dụng của cột.

Silva [24] đã phát triển một công thức đơn giản hóa để ước tính khả năng chống cháy của cột BTCT bằng cách điều chỉnh các phương trình thiết kế được nêu trong Eurocode 2 [13]. Theo kết quả nghiên cứu của Silva [24], khả năng chống cháy của cột BTCT bị ảnh hưởng chủ yếu bởi bốn thông số là kích thước mặt cắt ngang của cột, khoảng cách từ tâm các thanh cốt thép đến bề mặt được gia nhiệt gần nhất (c_1), chiều dài hiệu dụng của cột và tải trọng tác dụng. Do đó, công thức tính khả năng chịu lửa được xây dựng như sau:

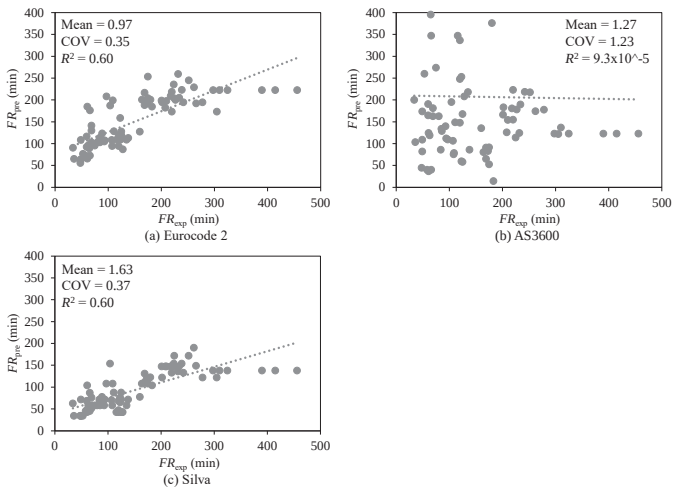
$$FR = \left(3 + \frac{h}{50 + \left(\frac{h}{b} + 1\right)} + \frac{c_1}{5} - 1.5 l_{0,fi} + 10N \right)^{1.8} \quad (3)$$

3.2 Đánh giá kết quả

Hình 4 so sánh kết quả thu được từ thí nghiệm và từ các mô hình tính toán hiện có. Các kết quả chỉ ra rằng mô hình AS3600 [14] và Silva [24] đưa ra ước tính khá an toàn về khả năng chịu lửa của cột BTCT (với giá trị trung bình của tỉ lệ FR_{exp}/FR_{pre} lần lượt là 1.27 và 1.63), trong khi EC2 [13] thể hiện kết quả dự đoán không bảo toàn với giá trị trung bình giá trị 0.97. Cùng với đó là các giá trị hệ số biến thiên (COV) tương đối lớn: 1.23 đối với AS3600 [14], 0.37 đối với Silva [24] và 0.35 đối với EC2 [13], và các hệ số xác định (R^2) lần lượt là 9.3 × 10^-5, 0.60, và 0.60 tương ứng với các mô hình AS3600 [14], Silva [24] và EC2 [13]. Điều đó cho thấy các phương trình thiết kế hiện tại thể hiện mức độ chính xác tương đối thấp và độ phân tán cao đối với cơ sở dữ liệu nhất định. Đáng chú ý, mặc dù AS3600 có khả năng cung

cấp các dự đoán thận trọng nhưng nó lại thể hiện sự phân tán đáng kể trong kết quả, với các giá trị FR_{exp}/FR_{pre} nằm trong khoảng từ 0.09 đến 12.86. Điều quan trọng cần nhấn mạnh là các mô hình dự đoán do AS3600 [14] và Silva [24] đề xuất về cơ bản là các mô hình đơn giản hóa dựa trên các công thức hồi quy, trái ngược với mô hình cơ học được mô tả trong EC2 [13]. Cụ thể, EC2 [13] và Silva [24] có thể chứng minh khả năng thích hợp để dự đoán khả năng chống cháy của cột BTCT trong phạm vi lên tới 4 giờ (240 phút). Tuy nhiên, sau 4 giờ chịu lửa thì kết quả dự đoán của EC2 và Silva có vẻ như đã không còn chính xác và đánh giá hơi thấp khả năng chịu lửa của cột BTCT. AS3600 [14] thể hiện xu hướng tương tự, nhưng có độ phân tán lớn hơn trong vòng 4 giờ đầu tiên so với EC2 [13].

Nhìn chung, những quan sát này cho thấy rằng cần phải cải tiến hơn nữa để nâng cao hiệu quả của các phương trình cho mục đích thiết kế. Tuy nhiên, điều quan trọng cần lưu ý là ba phương trình thiết kế chủ yếu tính đến thời gian tiêu chuẩn–đường cong nhiệt độ, có thể hơi khác so với nhiệt thực tế trong lò nung.

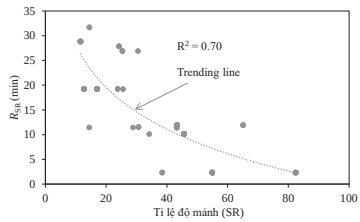


Hình 4. So sánh kết quả dự đoán của các mô hình hiện tại với kết quả từ thực nghiệm.

4. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH DỰ ĐOÁN KHẢ NĂNG CHỊU LỬA CỦA CỘT BTCT

4.1 Mô hình đề xuất

Trong nghiên cứu này, để cải thiện độ chính xác trong các kết quả dự đoán khả năng chịu lửa của cột BTCT, một công thức mới đã được đề xuất dựa vào các kết quả thu được từ thực nghiệm với các giá trị đầu vào là các tham số ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng chịu lửa của cột BTCT, bao gồm: hàm lượng cốt thép dọc (ρ), bề dày lớp bê tông bảo vệ (c), cường độ chịu nén của bê tông (f_c'), tỉ lệ độ mảnh (SR), tỉ lệ tải trọng tác dụng (LR). Đặc biệt chú ý rằng ảnh hưởng của tỉ lệ độ mảnh được đề xuất dựa vào kết quả thu được từ nghiên cứu của Kodur và cộng sự [25]. Đồng thời, trong công thức tính tỉ lệ độ mảnh cũng đã kể đến chiều dài hữu dụng của cột và kích thước mặt cắt ngang của cột, từ đó làm giảm bớt quá trình tính toán. Hình 5 thể hiện mối tương quan giữa R_{SR} và SR. Kết quả cho thấy R_{SR} và SR có mối liên quan cao với hệ số xác định $R^2 = 0.70$.



Hình 5. Mối tương quan giữa khả năng chịu lửa của cột do tỉ lệ độ mảnh (R_{SR}) và tỉ lệ độ mảnh (SR)

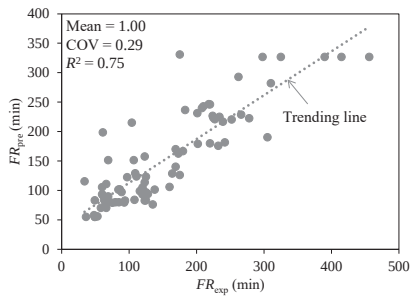
Mô hình đề xuất dự đoán khả năng chịu lửa của cột BTCT được thể hiện trong công thức (4) dưới đây:

$$FR = \alpha \times \rho^{\beta} \times c^{\gamma} \times f_c'^{\delta} \times SR^{\theta} \times LR^{\varepsilon} \quad (4)$$

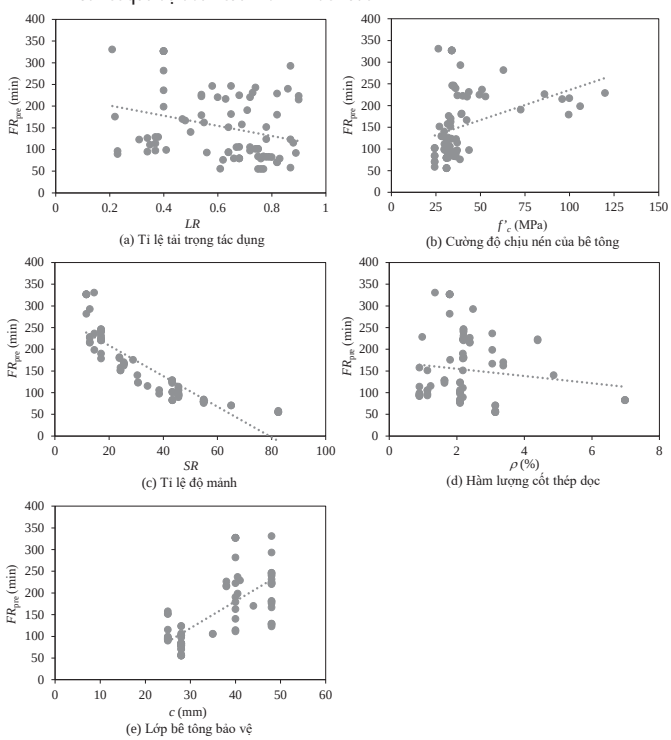
Để xác định các tham số này, phương pháp tối ưu hoá bằng cách giảm thiểu sai số bình phương trung bình (RMSE) giữa giá trị dự đoán và giá trị thực nghiệm được sử dụng. Kết quả phân tích cho thấy, với $\alpha = 1241$, $\beta = -0.09$, $\gamma = 0.4$, $\delta = -0.24$, $\theta = -0.8$, $\varepsilon = -0.05$, RMSE đạt giá trị nhỏ nhất (= 45.98 min).

4.2 Đánh giá khả năng chịu lửa của cột BTCT theo công thức đề xuất

Hình 6 thể hiện mối liên hệ giữa kết quả dự đoán từ công thức đề xuất (4) và kết quả thực nghiệm. Kết quả thu được cho thấy công thức đề xuất có thể cải thiện sâu độ chính xác dự đoán khả năng chịu lửa của cột BTCT với gái trị trung bình của tỉ lệ FR_{exp}/FR_{pre} là Mean = 1.00, COV = 0.29, và $R^2 = 0.75$. Kết quả này cải thiện 3.1% về giá trị trung bình của FR_{exp}/FR_{pre}, 20.7% về hệ số biến thiên (COV) và 25% về hệ số độ xác định (R^2) so với kết quả dự đoán bằng mô hình EC2 [13].



Hình 6. Kết quả dự đoán của mô hình đề xuất



Hình 7. Ảnh hưởng của các tham số thiết kế đến khả năng chịu lửa của cột BTCT

Sử dụng mô hình đề xuất, một mô hình tham số đã được thực hiện để điều tra sự ảnh hưởng của các tham số thiết kế đến khả năng chịu lửa của các cột BTCT. Phân tích này nhằm mục đích hiểu rõ hơn về mối quan hệ giữa các tham số thiết kế và khả năng chịu lửa của cột BTCT, xác định các tham số có tác động đáng kể nhất đến kết quả

này, từ đó lựa chọn cấu tạo và phương án thiết kế cột BTCT một cách hợp lý nhất. Kết quả của mô hình tham số được thể hiện trong Hình 7.

Các thảo luận chi tiết cho từng tham số như sau. Khả năng chịu lửa của cột BTCT được phát hiện là tỉ lệ nghịch với tỉ lệ tải trọng tác dụng (*LR*, Hình 7(a)), tỉ lệ độ mảnh (*SR*, Hình 7(c)) và hàm lượng cốt thép dọc (ρ, Hình 7(d)). Điều này có nghĩa là nếu *LR*, *SR* và ρ tăng lên thì khả năng chịu lửa của cột BTCT sẽ giảm đi. Ali và cộng sự [8] đã chứng minh rằng việc sử dụng tải trọng tác dụng cao hơn có thể gây ra thời gian bong tróc và mức độ bong tróc cao hơn. Tương tự như vậy, khả năng chống cháy giảm đáng kể khi tỉ lệ độ mảnh (*SR*) của các cột tăng lên, Điều này là do tỷ lệ độ mảnh cao hơn có thể gây ra mất khả năng chống uốn cong đáng kể. Thêm nữa, ở nhiệt độ cao, thép cho thấy cường độ giảm nhanh hơn bê tông, dẫn đến giảm khả năng chống cháy của cột RC [6, 25]

Trong khi đó, khả năng chịu lửa của cột BTCT được phát hiện là tỉ lệ thuận với cường độ chụ nén của bê tông (f_c' , Hình 7(b)) và lớp bê tông bảo vệ (*c*, Hình 7(e)). Điều này là do khi cường độ bê tông tăng lên, cường độ chịu kéo của bê tông cũng tăng lên và do đó làm giảm tỉ lệ bị bong tróc của cột. Trong trường hợp của lớp bê tông bảo vệ, tăng *c* làm tăng khả năng chịu lửa của cột BTCT. Điều này là do lớp bê tông bảo vệ đóng vai trò quan trọng trong việc trì hoãn sự gia tăng nhiệt độ trong các thanh cốt thép và do đó kéo dài thời gian phá hủy.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này giới thiệu một mô hình mới để đánh giá khả năng chịu lửa của cột BTCT, dựa trên 81 mẫu thí nghiệm. Các tham số ảnh hưởng như tỉ lệ độ mảnh, lớp bê tông bảo vệ, hàm lượng cốt thép dọc, và tỉ lệ tải trọng đã được đánh giá và tích hợp vào công thức mới, giúp đơn giản hóa tính toán nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác. Kết quả cho thấy mô hình mới dự đoán hiệu quả với Mean = 1.00, COV = 0.29 và R^2 = 0.75, vượt trội so với các mô hình hiện có (EC2, AS3600, Silva). So với EC2, mô hình cải thiện 3.1% về giá trị trung bình, 20.7% về hệ số biến thiên, và 25% về R^2. Nghiên cứu tham số chỉ ra rằng cường độ bê tông và lớp bảo vệ có tác động tích cực, trong khi tỉ lệ độ mảnh, tải trọng và hàm lượng cốt thép có tác động tiêu cực đến khả năng chịu lửa.

Nghiên cứu này đã góp phần quan trọng trong việc nâng cao hiểu biết về khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép (BTCT) và ảnh hưởng của các tham số thiết kế đến ứng xử của cột dưới tác động của lửa. Tuy nhiên, vẫn còn những yếu tố cần được xem xét và đánh giá kỹ lưỡng hơn trong các nghiên cứu tiếp theo, chẳng hạn như ảnh hưởng của độ lệch tâm của tải trọng, hàm lượng cốt đai và kích thước của cốt thép dọc. Điều này chủ yếu do thiếu hụt dữ liệu thực nghiệm, vì vậy việc tăng cường số liệu thí nghiệm là một khía cạnh cực kỳ quan trọng trong hướng nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Truong, G.T., Baek, S.-W., Im, H., Kim, C.-S., *Fire resistance of semi-precast composite columns subjected to axial load*, Structures, 2024, **59**:105697.

2. Du, P., Yang, Y., Tan, K.T., *Fire characteristics and design of hybrid fiber-reinforced high-performance concrete columns subjected to uniaxial bending*, Structure Eng, 2022, **251**:113425.

3. Raut, N., Kodur, V., *Behavior of reinforced concrete columns when subjected to biaxial bending caused by fire*, ACI J Struct, 2011, **108**(5):610–619.

4. Chandra, S., Sharma, U.K., Green, M., Gales, J., Bhargava P., *Fire performance of corroded reinforcement concrete columns*, Fire Tech, 2024, **60**:2265-2295.

5. Abdulraheem, M.S., Kadhum, M.M., *Experimental and numerical study on post-fire behavior of reinforced reactive powder concrete columns subjected to concentric loading*, Constr Build Mater, 2018, **168**:877-892.

6. Kodur, V., McGrath, R., *Fire resistance of high strength concrete columns*, Fire Medicine, 2003, **39**(1):73-87.

7. Park, J.E., Shin, Y.S., Kim, H.S., *Factors affecting the thermal behavior of high-strength concrete (HSC) columns when subjected to fire*, Proced Eng, 2011, **14**:427-433.

8. Ali, F., Nadjai, A., Choi, S., *Numerical and experimental study on the behavior of high-strength concrete columns in fire*, Struct Eng, 2010, **32**(5):1236-1243.

9. Martins, A.M.B., Rodrigues, J.P.C., *Fire resistance of reinforced concrete columns with elastically restrained thermal elongation*, Eng Struct, 2010, **32**(10):3330-3337.

10. Dotreppe, J.C., Franssen, J.M., Bruls, A., Baus, R., Vandevelde, P., Minne, R., van Nieuwenburg, D., Lambotte, H., *Experimental research on the determination of the main parameters affecting the behavior of reinforced concrete columns under fire conditions*, Mag Concr Res, 1997, **49**(179):117-127.

11. Shah, A.H., Sharma, U.K., *Fire resistance and spalling resistance of confined concrete columns*, Constr Build Mater, 2017, **156**:161-174.

12. Mahmoud, K.A., A *simplified method for determining fire resistance of RC columns using fire-resistance-column-curves approach*, Fire Tech, 2024, **60**:3443-3474.

13. CEN (European Committee for Standardization), *Eurocode 2: Design of Concrete Structures - Parts 1–2: General Rules - Design of Fire-Resistant Structures*, EN 1992–1–2, Brussels (Belgium), 2004.

14. AS 3600, *Concrete Structures, Australian Standards Association*, 2009.

15. DBJ/T 15-81-2011, *Rules for Fire-Resistant Design of Indoor Concrete Structures*, China Architecture & Construction Publishing House, 2011.

16. Khổng, T.T., Vũ, C.T., *Tính toán khả năng chịu lửa của cột bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn EN 1992-1-2*, Tạp Chí Vật Liệu & Xây Dựng, 2021, p. 56–61.

17. Nguyễn, T.T., Nguyễn, T.N., *Biểu đồ tương tác của cột bê tông cốt thép ở nhiệt độ cao theo tiêu chuẩn Châu Âu EC2*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2016, **28**:55–61.

18. ISO 834–1, *Fire Resistance Testing - Components of Building Structures - Part 1: General Requirements*, International Organization for Standardization, 1999.

19. ASTM, *Standard Test Method for Fire Testing of Materials and Construction*, E119-88, American Society for Testing and Materials, 1988.

20. BSI, *Fire Testing of Building Materials and Structures*, BS 476 (Parts 1-23), British Standards Institution, UK, 1987.

21. KS, *Test Method for Fire Resistance of Building Structural Components - General Requirements (KS F 2257-1)*, Korean Institute of Technology and Standards, Seoul, Korea, 2019.

22. Lie, T.T., *Fire resistance of reinforced concrete columns: parametric study*, J Fire Prot Eng, 1989, **1**(4):121-129.

23. Naser, M.Z., Kodur, V.K.R., *Explainable machine learning using real, synthetic and augmented fire tests to predict fire and spalling resistance of RC columns*, Struct Eng, 2022, **253**:113824.

24. Silva, V.P., *Fireproof design of reinforced concrete columns. An alternative to the tabular method is presented according to the Brazilian standard NBR 15200:2004*, Ibracon Struct Mater J, 2008, **1**(4):331-392.

25. Kodur, V.K.R., Raut, N.K., Mao, X.Y., Khaliq, W., *Simplified method for evaluating the residual strength of reinforced concrete columns exposed to fire*, Mater Struct, 2013, **46**:2059-2075.

26. Kodur, V.K.R., Phan, L., *Important factors governing the fire performance of high-strength concrete systems*, J Fire, 2007, **42**:482-488.

27. Lie, T.T., Lin, T.D., *Fire resistance of reinforced concrete columns*, Fire Safety: Science and Engineering, American Society for Testing and Materials (ASTM) STP 882, 1985, p. 176-205.

28. Rafik, S.A., Hashmi, A.K., *Evaluation of fire resistance of reinforced concrete columns*, Int Res J Eng Technol, 2021, **8**(4):1881-1887.

29. Buch, S.H., Sharma, U.K., *Fire resistance of reinforced concrete columns: A systematic review*, in: Gillie & Wang (Eds), Applications of Fire Engineering, University of Manchester, UK, Taylor & Francis Group, 2017, p. 141-150.

■Ngày nhận bài: 16/5/2024 ■Ngày sửa bài: 11/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 09/7/2024

Xây dựng mối quan hệ giữa các thông số cơ bản của máy đào thủy lực

Build relationship between basic parameters of hydraulic excavators

> TS TRẦN ĐỨC HIẾU
Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: hieutd@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Công tác đào đất là một phần quan trọng trong lĩnh vực xây dựng. Hiệu quả của quá trình đào đắp phụ thuộc lớn vào mức độ áp dụng các công nghệ và kỹ thuật tiên tiến. Việc cải tiến máy móc và thiết bị thi công đất gắn liền với xu hướng phát triển của ngành kỹ thuật cơ khí. Các thông số cơ bản là những yếu tố cần thiết để lựa chọn máy móc phù hợp với điều kiện vận hành cụ thể. Những thông số này bao gồm các chỉ số chính, khả năng di chuyển và tính cơ động của máy, kích thước làm việc, cũng như độ tin cậy của chúng. Bài báo thiết lập mối quan hệ giữa các thông số cơ bản của máy đào thủy lực dựa trên phân tích từ khảo sát một số máy đào thủy lực.

Từ khóa: Máy đào một gầu; lực cản đào riêng; lực đào lớn nhất; dung tích gầu.

ABSTRACT

Earthworks are an important part of the construction sector. The efficiency of excavation largely depends on the extent to which advanced technologies and techniques are applied. The improvement of earthmoving machinery and equipment is closely tied to the trends in mechanical engineering development. Basic parameters are essential factors in selecting suitable machinery for specific operating conditions. These parameters include key indicators, mobility and maneuverability, working dimensions, as well as their reliability. The paper establishes the relationship between the basic parameters of hydraulic excavators based on an analysis of surveys conducted on several hydraulic excavators.

Keywords: Single bucket excavator; individual digging resistance; maximum digging. force, bucket capacity.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

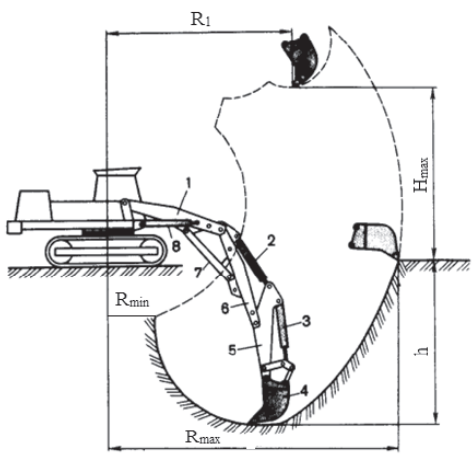
Máy đào một gầu là một trong những loại máy chủ đạo trong công tác thi công đất nói riêng và trong công tác thi công xây dựng nói chung. Máy đào thường làm nhiệm vụ đào đất và đổ vào phương tiện vận chuyển, đổ vun đống, hoặc đào và vận chuyển đất trong phạm vi cự ly ngắn như đào đắp kênh mương. Máy đào một gầu đảm nhiệm phần lớn khối lượng công tác đào xúc đất. Trong các công trường xây dựng đường, đê đập, thủy điện, khai thác mỏ, v.v… máy đào một gầu là loại máy quan trọng nhất.

Máy đào gầu nghịch (hình 1) [1] được sử dụng rộng rãi để đào rãnh, kênh, mương, hố móng, v.v… ở nơi thấp hơn mặt bằng máy đứng. Máy cũng có thể làm việc ở nơi cao hơn mặt bằng máy đứng.

Quá trình làm việc như sau: di chuyển máy đến vị trí làm việc, tùy theo cao độ bề mặt làm việc mà điều khiển các xilanh 8, 2, 3 đưa gầu đến bề mặt làm việc. kết hợp các thao tác như nâng hạ cần, quay tay gầu hoặc quay gầu để đào đất. Khi đất đầy gầu tiến hành điều khiển để đưa gầu ra khỏi tầng đào, sau đó quay máy đến vị trí xả đất, điều khiển xilanh 3 để quay gầu, đất được đổ ra khỏi miệng gầu, quay máy lại vị trí làm việc, tiến hành chu kỳ làm việc mới.

Các thông số cơ bản của máy đào một gầu gồm có: dung tích gầu q (m^3); khối lượng máy G (T); công suất dẫn động N (kW hoặc hP); vận tốc các cơ cấu công tác v (m/s), n (v/ph); thời gian chu kỳ làm việc của máy T (s); kích thước cơ bản của máy (m).

Các thông số vận hành cơ bản của máy đào gầu nghịch: bán kính đào nhỏ nhất R_{min}, bán kính đào lớn nhất R_{max}, bán kính xả đất nhỏ nhất R_1, chiều sâu đào lớn nhất h, chiều cao đổ đất lớn nhất của gầu H_{max}.



Hình 1. Máy đào gầu nghịch truyền động thuỷ lực

1- cần gốc; 2- xilanh xoay tay gầu; 3- xilanh xoay gầu; 4- gầu sấp; 5- tay gầu; 6- đoạn đầu cần; 7- thanh giằng; 8- xilanh nâng hạ cần gốc.

Các nhà nghiên cứu đã xác định các thông số kỹ thuật chính và thông số vận hành của máy thông qua việc phân tích các mô hình toán học tối ưu hoá thời gian chu kỳ vận hành. Các tham số ảnh hưởng được xem xét như là các biến độc lập trong mô hình. Phương pháp này cho phép tìm ra kết quả tối ưu cho một máy cụ thể dưới điều kiện vận hành nhất định.

Việc xác định các thông số kỹ thuật hợp lý thường dựa trên việc tối ưu hoá mô hình toán học về thời gian vận hành và sử dụng các mẫu đồng dạng. Quá trình này cho phép chúng ta tính đến các đặc điểm cụ thể của hệ thống đang được xem xét và thiết lập các thông số kỹ thuật của máy một cách có logic hơn. Các máy có cấu trúc tương đồng trong các điều kiện vận hành tương tự thường có các tiêu chí đồng dạng và các tham số tỷ lệ với các điều kiện cụ thể. Để xây dựng các mối liên hệ cần thiết, cần phải xác định rõ các tiêu chí đồng dạng của hệ thống và các điều kiện cụ thể.

Mối quan hệ giữa các thông số của máy đào một gầu được xác định dựa trên các tiêu chí đồng dạng trong quá trình tương tác ổn định giữa thiết bị công tác của máy và đất. Điều này giúp đơn giản hóa việc xác định mối quan hệ. Trong kỹ thuật vận hành của máy đào một gầu, khi tốc độ chuyển động thấp, việc không tuân thủ các tiêu chuẩn đồng dạng có thể dẫn đến sự không ổn định trong điều kiện vận hành của máy, nhưng không vượt quá giới hạn cho phép.

Tiêu chuẩn đồng dạng thể hiện mối quan hệ phức tạp giữa các đại lượng vật lý đặc trưng cho hệ "máy - đất", bao gồm lực cản đào, lực cản chuyển động của khối đất và lực cản chuyển động của máy đối với lực kéo do động cơ tạo ra. Các tiêu chuẩn đồng dạng tương ứng của các máy đồng dạng được thiết lập với những đặc tính tương tự. Từ sự đồng nhất của các tiêu chí cho các máy đồng dạng, chúng ta có thể suy ra mối liên hệ giữa các đại lượng được đo lường trong các tiêu chuẩn đồng dạng. Mối quan hệ này được biết đến là chỉ số đồng dạng, trong đó tỷ số giữa các đại lượng cho các máy tương tự đều bằng một.

2. XÁC ĐỊNH LỰC CẢN ĐÀO RIÊNG CỦA ĐẤT

Cơ cấu làm việc chính của máy đào một gầu truyền động thủy lực là gầu, với máy đào gầu nghịch có dung tích gầu từ 0,25 ÷ 2,5 m^3, với máy xúc lật có dung tích gầu từ 1,0 ÷ 3,0 m^3, được thiết kế để làm việc trong các môi trường đất dính, đất rời và đất cấp III. Các nhà nghiên cứu đã tiến hành xác định lực cản của đất khi đào bằng gầu có quỹ đạo cong nhỏ và lớn [2, 3, 4, 5]. Bảng thể hiện giá trị trung bình của lực cản đào của đất, quá trình đào sâu được mô tả xác định bằng toán học và những quá trình thu được bằng phương pháp xác suất [6].

Quá trình tương tác của gầu với nền đất được coi là một quá trình nhiều yếu tố ngẫu nhiên, được xác định bởi các biến vật lý và tính chất của đất, điều kiện, vị trí và thiết kế của lưỡi cắt, sự thay đổi các thông số tốc độ của quá trình, cũng như độ dày và hình dạng của phoi cắt v.v. Do đó, trong quá trình đào, lực lớn nhất tác dụng lên lưỡi cắt của gầu có thể xảy ra tại bất kỳ điểm nào trên quỹ đạo đào. Trong một quy trình ngẫu nhiên không xác định, tải trọng trên thiết bị làm việc thường được tính bằng cách sử dụng một số chu trình tăng tuyến tính có điều kiện, nỗ lực lúc bắt đầu đào từ giá trị nhỏ hơn trung bình đến giá trị lớn nhất khi kết thúc [7].

Theo nghiên cứu thực nghiệm, lực đào lớn nhất cao gấp 1,5 ÷ 1,7 lần so với giá trị trung bình và phạm vi thay đổi lực có dải từ 2,7 ÷ 3,0. [7]

Do đó, tải trọng thực tế tác dụng lên các bộ phận của thiết bị làm việc ở các vị trí không theo thiết kế có thể cao hơn ở các vị trí thiết kế và dẫn tới việc dừng gầu ở bề mặt làm việc. Để ngăn chặn điều này, số liệu ban đầu để xác định sự tương tác của cơ cấu làm việc với đất, hệ số lực cản đào riêng k_0 được lấy bằng giá trị trung bình của năng lượng riêng A_k đã bỏ ra để đào một mét khối đất (lực cản đào riêng k_0 có thể bằng công tiêu tốn cần thiết đối với đào một đơn vị thể tích đất).

$$k_0(kG/cm^2) = 0{,}1A_k(N/m^2) \qquad (1)$$

Thông số đánh giá quá trình cắt đất là mức năng lượng tiêu tốn trên một đơn vị thể tích đất bị phá hủy (Nm/m^3) hoặc (kW.h/m^3) còn được gọi là trị số tiêu hao năng lượng riêng. Trị số tiêu hao năng lượng riêng tỉ lệ với giá trị lực cản cắt riêng. Cần phải hướng đến chế độ và các điều kiện làm việc, trị số với tiêu hao năng lượng riêng là nhỏ nhất. Như vậy, các điều kiện làm việc trong trường hợp này là cắt tự do hoặc cắt nửa kín.

Bảng 1

Thông tin	k_0 Lực cản đào riêng trung bình, kG/cm^2		
	Cấp đất		
	II	III	IV
Н.Г. Домбровский [2]	0,7 ÷ 1,6	1,2 ÷ 2,5	2,2 ÷ 3,6
Ю.А. Ветров [3]	0,5 ÷÷ 1,0	1,25	2,5 ÷ 5,0
Е.Р. Петерс [4]	1,0	2,0	3,0
K_k	1,3	2,0	3,2
K_{kb} [6]	1,67	2,68	4,2
Вероятность стопорения	2,5%		

Lực cản khi đào, được xác định bởi giá trị của k_0 là trung bình số học khi 50% tất cả các triển khai có thể có ý nghĩa nỗ lực đào lớn hơn tính toán theo chỉ số k_0 [6].

Có thể thấy từ bảng 1, lực cản đào riêng trung bình được xác định bằng thực nghiệm của đất khi đào thực tế trùng với các giá trị của hệ số k_0, tại đó xác suất gầu dừng ở bề mặt là 50%.

Giá trị tính toán lực cản đào riêng của đất khi đào k_{kb} được xác định sao cho xác suất thực tế khi lực đào vượt quá giá trị tính toán cũng không vượt quá giá trị phần trăm đã xác định trước. Giả sử quy luật phân bố chuẩn, lực cản riêng của đất k_{kb} có thể được xác định từ công thức sau:

$$k_{kb} = k_0(1 + a_2 v) \qquad (2)$$

$$v = \frac{\sigma}{k_0} \qquad (3)$$

trong đó: σ là độ lệch chuẩn của lực cản của đất khi đào so với giá trị trung bình; a_2 là phân vị của giá trị chuẩn phân bố tương ứng với xác suất được chấp nhận, v là hệ số biến thiên lực cản của đất khi đào.

Giá trị của lực cản riêng k_{kb} trong bảng được xác định từ mối liên hệ đã cho tương ứng với xác suất 2,5% gầu dừng lại ở bề mặt. Do đó, việc tăng 30% giá trị tính toán của lực đào giúp giảm khả năng gầu dừng lại ở bề mặt 20 lần.

Từ bảng 1 cho thấy, từ điều kiện sử dụng hợp lý hơn tỷ lệ công suất truyền động và dung tích gầu có thể thay thế được thiết kế để thi công đất cấp II, III và IV phải tương ứng với tỷ lệ các giá trị 2,46:1,60:1,00.

3. TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH LỰC ĐÀO CẦN THIẾT

Quá trình tương tác của gầu với đất khi đào theo quỹ đạo có độ cong nhỏ tương tự như quá trình hoạt động của gầu thuận [8]. Do đó, khi xác định tổng lực cản đào, có thể sử dụng các mối tương quan đã biết để tính toán cơ học máy đào [1, 7].

Khi đào bằng cách quay gầu, lưỡi cắt di chuyển dọc theo một cung có bán kính R_k và tiết diện của phoi cắt là một đoạn hình tròn có diện tích S (hình 2), trong đó α là góc quay của gầu khi đào.

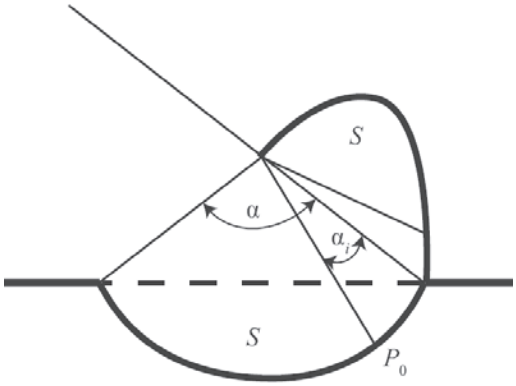
Từ điều kiện đổ đầy đất vào gầu, mối quan hệ giữa các thông số của gầu và phoi cắt có thể viết dưới dạng công thức sau:

$$qk_đ = \frac{R_k^2 . b . k_t}{2}(\alpha - sin\alpha_i) \qquad (4)$$

trong đó: b là chiều rộng gầu; $k_đ$ là hệ số đầy gầu; k_t là hệ số tơi của đất.

Việc lựa chọn mối quan hệ giữa các giá trị R_k, b và α đối với dung tích gầu cho trước được thực hiện có tính đến ảnh hưởng của chúng đối với cường độ năng lượng của quá trình đào. Thiết kế của gầu có thể chấp nhận được và mức tiêu thụ năng lượng tương đối thấp đảm bảo góc quay của gầu khi đào là $\alpha = 90 \div 110^0$. Khi góc giảm, công suất đào giảm đi phần nào, nhưng bán kính đào của gầu và chiều rộng của nó tăng nhanh, điều này bị hạn chế bởi điều kiện

cường độ của nó. Độ dày của phoi khi đào bằng cách xoay gầu có thể lớn hơn 2÷3 lần so với xác định độ dày của phoi đặc trưng khi đào bằng cách xoay tay cần [8].

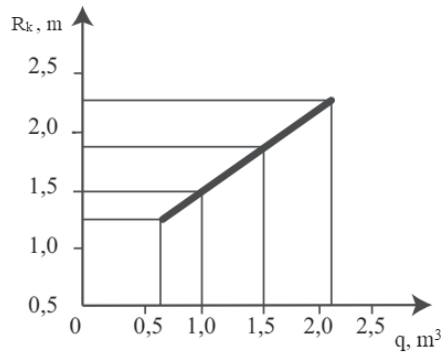


Hình 2. Đào đất bằng quay gầu

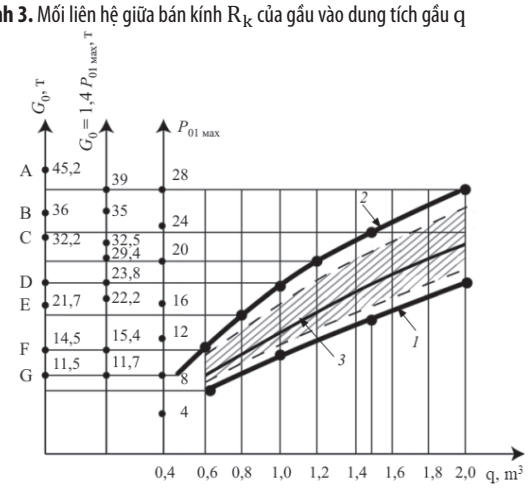
α – góc quay của gầu khi đào, $\alpha \sim 100^0$; α_i – góc quay hiện tại của gầu.

Lấy góc quay của gầu khi đào bằng 100^0, mối quan hệ giữa diện tích mặt cắt ngang thẳng đứng của gầu S và bán kính R_k của nó được xác định bằng công thức sau [9].

$$R_k = 1{,}63\sqrt{S} \quad (5)$$



Hình 3. Mối liên hệ giữa bán kính R_k của gầu vào dung tích gầu q



Hình 4. Giá trị lực đào lớn nhất được khuyến nghị $P_{01\ max}$ cho đất cấp II, III và giá trị nhỏ nhất trọng lượng G_e của máy đào

1 và 2 - $P_{01\ max}$, được xác định lần lượt bằng hệ số k_{kbII} và k_{kbIII} với xác suất dừng gầu là 2,5%; 3 - $P_{01\ max}$, được xác định bằng hệ số trung bình số học k_0 với xác suất dừng gầu là 50%; phần được gạch chéo - P_{01} lớn nhất cho hầu hết máy đào truyền động thủy lực; máy đào Huyndai; A - R450LC-7A; B - R360LC-7A; C - R320LC-7A; E – R320LC-7A; F – R140W-7A; G - Liebherr A 310 B.

Chiều dày phoi cắt được xác định theo công thức sau:

$$h_i = R_k\left(1 - \frac{cos\ \alpha/2}{cos\ \alpha/2 - \alpha_i}\right) \quad (6)$$

trong đó: α_i là giá trị hiện tại góc quay của gầu.

Chiều dày lớn nhất của phoi cắt được xác định bằng công thức sau:

$$h_{max} = R_k(1 - cos\ \alpha/2) = 0{,}357R_k \quad (7)$$

Bước tiếp theo trong việc xác định lực đào thiết kế lớn nhất là:

+ Áp dụng vào biểu thức xác định chiều dày phoi lớn nhất của bán kính đào thực tế tương ứng với dung tích gầu cho trước (hình 2) và chiều rộng gầu b.

+ Áp dụng chỉ tiêu cụ thể về lực cản đào đất tương ứng với loại cường độ của nó và giá trị xác suất cho trước của gầu dừng lại ở mặt k_d.

Khi đó:

$$P_{01\ max} = 0{,}357.R_k.b.k_d \quad (8)$$

Giá trị lực đào lớn nhất thu được khi đào đất cấp II và cấp III được trình bày trên hình 3. Đường cong 1 và 2 đối với gầu có dung tích từ 0,5 ÷ 2,0 m^3. Đường cong 3 thể hiện các giá trị $P_{01\ max}$ được xác định từ giá trị trung bình số học của hệ số K_k có xác suất mức độ dừng gầu ở bề mặt là 50%. Trong vùng gạch chéo giữa các đường cong 1 và 2 và trên chúng là các giá trị $P_{01\ max}$ của đại đa số máy đào thủy lực hiện đại của các công ty hàng đầu nước ngoài. Trục thứ hai của hình thể hiện khối lượng của các mẫu máy đào đáp ứng điều kiện bám của máy với mặt đất để chống trượt. Trục thứ ba thể hiện khối lượng của máy đào.

4. KẾT LUẬN

Qua kết quả tính toán và phân tích ở trên cho phép khẳng định:

+ Máy đào thủy lực dùng trong xây dựng chủ yếu làm việc trên đất cấp II và III;

+ Phương pháp xác suất để xác định lực đào lớn nhất với giới hạn sơ bộ về khả năng dừng gầu ở bề mặt đáp ứng yêu cầu tăng hiệu quả hoạt động của máy đào;

+ Hệ số bám của máy đào và nền đất lấy bằng 0,7 hoàn toàn phù hợp với mối quan hệ giữa lực đào lớn nhất và khối lượng của máy.

+ Trong phạm vi ranh giới được xem xét trong hình 4 giá trị của các thông số chính của máy đào: khối lượng G_e, dung tích gầu q_k bán kính đào lớn nhất của máy xúc lật R_{xl}^{max}, bị ràng buộc bởi công thức sau:

$$\frac{q_k.R_{xl}^{max}}{G_e} = 0{,}56 \div 0{,}6 \quad (9)$$

Giá trị trên đúng với khối lượng từ 20 đến 40 tấn.

Việc xây dựng mối quan hệ giữa các thông số cơ bản của máy đào thủy lực trong quá trình làm việc là một nhiệm vụ kinh tế kỹ thuật quan trọng. Giải pháp cho vấn đề này đảm bảo việc tạo ra các hệ thống và tổ hợp máy móc để đảm bảo cơ giới hóa toàn diện hiệu quả trong công việc đào đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Đức Hiếu. *Máy và thiết bị thi công đất*. NXBXD (2022).

2. Домбровский Н.Г. *Экскаваторы* . М. Машиностроение , 1969 г.

3. Ветров Ю.А. *Расчет сил резания и копания*. КИСИ издан. Киевского универ. 1963Г.

4. Петерс Е.Р. *Основы теории одноковшовых экскаваторов*. М.Машгиз ,1955г.

5. Зеленин А.Н. *Резание грунтов*. Изд. АНСССР, 1959г.

6. Смоляницкий Э.А. *Мобильный гидравлический робот-манипулятор с удаленной зоной действия рабочего органа*. Журн. СДМ №12, 2005г.

7. Смоляницкий Э.А.,Перлов А.С., Королев А.В. *Рабочее оборудование полноповоротных гидравлических экскаваторов*. Обзор. Изд.ЦНИИТЭ , Москва, 1971г.

8. Смоляницкий Э.А.,Мокин Н.В. *Гидравлические экскаваторы. Ч1 определение параметров*. Учебное пособие. НИИЖТ. Новосибирск, 1976г.

9. Смоляницкий Э.А. *К вопросу обоснования и оптимизации кинематической схемы рычажных механизмов перемещения ковша гидравлического экскаватора*. Журн. СДМ №6, 2012 г.

■Ngày nhận bài: 22/5/2024 ■Ngày sửa bài: 10/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 03/7/2024

Phân tích động lực học khung thép không gian chịu va chạm của phương tiện giao thông

Dynamics analysis of a spatial steel frame subjected to impact transport

> KS LÊ VĂN NHỰT[1], TS ĐỖ VĂN TÍN[2*]
[1]HVCH Ngành Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM, Email: nhutlv.218c@ou.edu.vn
[2]GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở TP.HCM, Email: tin.do@ou.edu.vn
*Corresponding author

TÓM TẮT

Trong lĩnh vực xây dựng hiện nay, bên cạnh kết cấu bê tông, kết cấu thép được ứng dụng rộng rãi trong các công trình thương mại, dân dụng và công nghiệp. Cũng như sự phát triển kinh tế dẫn đến đầu tư mạnh vào cơ sở hạ tầng giao thông và vì thế gia tăng phương tiện giao thông tốc độ cao, cho nên kéo theo nguy cơ va chạm với các công trình dọc tuyến quốc lộ và đại lộ càng cao. Tuy nhiên, các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành chưa xem xét tải trọng va chạm tốc độ cao, dẫn đến nhiều vụ va chạm gây thiệt hại lớn về người và tài sản. Hiểu biết về ứng xử động của kết cấu khung thép dưới tải trọng va chạm còn hạn chế do ít nghiên cứu trong lĩnh vực này, bởi vì khó khăn trong thực hiện thí nghiệm. Trong nghiên cứu này, phần mềm LS-DYNA được sử dụng để mô phỏng và tìm hiểu ứng xử của khung kết cấu thép không gian hai tầng chịu va chạm từ xe tải Ford F800 SUT. Kết quả cho thấy, lực va chạm, lực cắt, moment uốn và sự phá hoại tăng theo vận tốc phương tiện. Khi vận tốc tăng từ 40 km/h lên 100 km/h, lực va chạm thay đổi từ 1630 kN đến 5230 kN, và kết cấu bắt đầu bị phá hoại nghiêm trọng ở vận tốc 80 km/h - 100 km/h. Việc dùng lực tĩnh tương đương để thiết kế kết cấu chịu tải trọng va chạm không đảm bảo an toàn. Nghiên cứu đề xuất sử dụng các tiết diện có độ cứng đồng đều như tiết diện hộp, ống hoặc tiết diện chữ H, và cũng cần xem xét gia cường để giảm thiểu biến dạng và chuyển vị khi chịu va chạm, tăng khả năng chịu lực và chống sụp đổ của khung thép.

Từ khóa: Lực va chạm; khung kết cấu thép không gian; vận tốc; LS-DYNA.

ABSTRACT

In the field of construction today, in addition to concrete structures, steel structures are widely applied in commercial, residential, and industrial projects. Economic development has led to substantial investment in transportation infrastructure and an increase in high-speed vehicles, resulting in heightened risk of collisions with structures along highways and boulevards. However, current design standards have not adequately considered high-speed impact loads, leading to numerous accidents causing significant loss of life and property. The understanding of the dynamic behavior of steel frame structures under impact loads remains limited due to the scarcity of research in this area, primarily due to experimental challenges. In this study, LS-DYNA software was used to simulate and analyze the behavior of a two-story spatial steel frame subjected to impact by a Ford F800 SUT truck. The results indicated that impact force, shear force, bending moment, and damage severity increase with vehicle speed. When speed increased from 40 km/h to 100 km/h, the impact force varied from 1630 kN to 5230 kN, with the structure beginning to experience severe damage at speeds of 80 km/h to 100 km/h. The use of equivalent static forces to design structures for impact loads proved insufficient for safety. The study proposes using sections with uniform stiffness, such as box sections, tubes, or reinforced H-sections, to minimize deformation and displacement under impact, thereby enhancing the load-bearing capacity and preventing collapse of the steel frame.

Keywords: Impact force; spatial Steel Frame; velocity; LS-DYNA.

1. GIỚI THIỆU

Sự phát triển của hệ thống giao thông, hạ tầng và phương tiện giao thông trong quá trình đô thị hóa làm tăng nguy cơ phá hại kết cấu do va chạm của phương tiện. Các số liệu ghi nhận về thương vong và sụp đổ kết cấu nghiêm trọng do va chạm phương tiện với cầu đường và công trình tăng đáng kể trong những năm gần đây. Ở Việt Nam, vấn đề này cũng thu hút sự quan tâm của xã hội được ghi nhập khắp các mặt báo [1-5]. Hiện tại, kiến thức về động lực học và khả năng ứng xử của kết cấu dưới tải trọng va chạm còn hạn chế, dẫn đến việc các yếu tố tải trọng va chạm chưa được quan tâm đầy đủ trong quá trình thiết kế, gây hậu quả nghiêm trọng khi xảy ra va chạm. Để bảo vệ tính mạng con người, công trình và cơ sở hạ tầng,

việc nâng cao hiểu biết về ứng xử động của kết cấu và tiếp cận thiết kế chính xác hơn là cần thiết để giảm thiểu hậu quả từ các va chạm tốc độ cao.

Mặc dù đã có một số nghiên cứu động lực học trong những năm gần đây [6-9], nhưng nghiên cứu về kết cấu chịu tải trọng va chạm do phương tiện vẫn còn hạn chế ở Việt Nam. Chi phí thực hiện lớn, vấn đề an toàn và khả năng đo đạc khi thí nghiệm là những rào cản lớn. Do đó, nhiều nghiên cứu hiện nay được thực hiện thông qua mô hình phân tích nâng cao, tuy nhiên các nghiên cứu về kết cấu trụ cầu và khung nhà thép chịu tải trọng va chạm vẫn chưa được chú trọng. Trong số các nước phát triển cũng như ở Việt Nam, các vụ va chạm phương tiện vào nhà dân xảy ra thường xuyên hơn so với trụ cầu do nhà dân thường xây dọc quốc lộ. Vì vậy, cần thêm nhiều nghiên cứu hơn trong lĩnh vực động lực học kết cấu, đặc biệt là va chạm phương tiện và công trình dân dụng.

Các nghiên cứu trong nước hiện nay chủ yếu tập trung vào tàu thủy va chạm vào trụ cầu cũng như va chạm phương tiện giao thông với dải phân cách. Hiện chưa có nhiều nghiên cứu tại Việt Nam về kết cấu khung thép chịu tải trọng va chạm. Nguyễn, Đặng [10] sử dụng phần mềm Abaqus để mô phỏng lan can chìm, cho thấy thiết kế theo tiêu chuẩn là an toàn và va chạm tại chân cột và lan can chỉ gây biến dạng nhưng không phá hoại. Quang and Văn [11] sử dụng Abaqus để mô phỏng giàn khoan kiểu bán chìm bị va chạm bởi tàu dịch vụ, kết quả cho thấy biến dạng lớn nhất ở vị trí L/2 và độ bền chân giàn khoan giảm khi tốc độ va chạm tăng. Nguyễn and Đặng [12] phân tích sự dao động của cầu cảng Thọ Quang chịu va đập của tàu thủy, kết quả cho thấy chuyển vị của trụ chống va chạm trong giới hạn cho phép và dao động tỷ lệ thuận với khối lượng và vận tốc tàu.

Hiện nay, trong quá trình thiết kế kết cấu dưới tải trọng va chạm do phương tiện giao thông, một số tiêu chuẩn trên thế giới khuyến nghị sử dụng phương pháp tĩnh lực tương đương. CEN (2022) đề xuất phương trình tĩnh lực tương đương dựa trên khối lượng và vận tốc của phương tiện, sử dụng trong thiết kế kết cấu theo cách như các tải tĩnh khác mà không đề cập đến ứng xử động của kết cấu. Tương tự, AASHTO (2012) [14] khuyến nghị sử dụng tải tĩnh tương đương 2700 kN cho thiết kế trụ cầu, giá trị này dựa trên các thí nghiệm và mô phỏng va chạm. Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây ([6, 7, 15]) chỉ ra rằng phương pháp tĩnh lực tương đương có thể dẫn đến kết quả không an toàn trong thiết kế khi so sánh với mô phỏng hoặc thí nghiệm thực tế.

Do, Pham [6] nghiên cứu phản ứng động và dạng phá hủy của cột bê tông cốt thép khi va chạm, nghiên cứu cho thấy lực tác động lớn nhất chịu ảnh hưởng bởi khối lượng và vận tốc xe. Theo Trần and Đỗ [16] gia tăng vận tốc va chạm làm tăng lực va chạm, cũng như cần xem xét cẩn thận việc dùng tĩnh lực tương đương thiết kế cho kết cấu chịu va chạm . Do, Pham [15] mô phỏng trụ cầu bê tông cốt thép chịu va chạm xe tải, phát hiện rằng tiêu chuẩn thiết kế hiện hành có thể không dự đoán đúng ứng xử của kết cấu. Wu, Jin [17] cũng kết luận rằng vận tốc va chạm ảnh hưởng lớn đến dạng hư hại của kết cấu, và lực tĩnh tương đương không phù hợp để thiết kế kết cấu chịu tải trọng va chạm.

Nghiên cứu về khung thép 2D của Kang, Shin [18] cho thấy chuyển vị đứng lớn hơn đáng kể khi sử dụng phương pháp xe va chạm so với phương pháp loại bỏ cột theo UFC-3-340-02 ([19]). Kang and Kim [20] nghiên cứu khung 3D 3 tầng, cho thấy kết cấu ổn định ở vận tốc 40 km/h nhưng bị phá hoại nghiêm trọng ở vận tốc 80 km/h và 120 km/h. Song, Hu [21] khẳng định vận tốc là yếu tố ảnh hưởng lớn đến lực va chạm, và phương pháp loại bỏ cột không dự đoán chính xác sự sụp đổ của kết cấu.

Abdelkarim and ElGawady [22] đưa ra phương trình lực tĩnh tương đương dựa trên động năng $KEB_{ESF} = 33\sqrt{mv_r^2} = 46\sqrt{KE}$. Trong đó: KE động năng của xe; m khối lượng của xe; v_r vận tốc xe.

Hao and Hao [23] đề xuất phương trình hệ số gia tăng động lực cho kéo (TDIF) và nén (CDIF) với hệ số biến dạng động ($\dot{\varepsilon}_d$) khác nhau

$$TDIF = \frac{f_{td}}{f_{ts}} = \begin{cases} 0.26\log\dot{\varepsilon}_d + 2.06 & \forall \quad \dot{\varepsilon}_d \le 1s^{-1} \\ 2\log\dot{\varepsilon}_d + 2.06 & \forall \quad 1s^{-1} < \dot{\varepsilon}_d \le 2s^{-1} \\ 1.44331\log\dot{\varepsilon}_d + 2.2276 & \forall \quad 2s^{-1} < \dot{\varepsilon}_d \le 150s^{-1} \end{cases}$$

$$CDIF = \frac{f_{cd}}{f_{cs}} = \begin{cases} 0.0419\log\dot{\varepsilon}_d + 1.2165 & \forall \quad \dot{\varepsilon}_d \le 30s^{-1} \\ 0.8988\left(\log\dot{\varepsilon}_d\right)^2 - 2.8255\left(\log\dot{\varepsilon}_d\right) + 3.4907 & \forall \quad \dot{\varepsilon}_d > 30s^{-1} \end{cases}$$

Malvar and Crawford [24] nêu lên DIF và tốc độ biến dạng của thép được xác định qua công thức

$DIF = \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{10^{-4}}\right)^{\alpha}; \alpha = 0.074 - \frac{0.04 f_y}{414}$, DIF không đổi khi hệ số biến dạng lớn hơn $160s^{-1}$, trong đó f_y là giới hạn chảy của thép.

Qua các nghiên cứu, có thể thấy rằng vận tốc, khối lượng và vị trí va chạm của phương tiện ảnh hưởng lớn đến biến dạng, chuyển vị và sự phá hoại của kết cấu. Do đó, các yếu tố này cần được xem xét trong thiết kế kết cấu chịu va chạm. Bên cạnh phương pháp thực nghiệm đòi hỏi chi phí lớn và yêu cầu an toàn cao, phương pháp mô phỏng chi tiết bằng phần mềm như LS-DYNA đã được sử dụng để nghiên cứu ứng xử động của kết cấu như [25-27]. LS-DYNA là chương trình sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (finite element method - FEM) để giải quyết các bài toán phi tuyến hình học, vật liệu,... Chương trình hỗ trợ nhiều loại phần tử khác nhau như phần tử khối, phần tử vỏ, phần tử dây và phần tử composite. LS-DYNA có khả năng mô phỏng các hiện tượng đa vật lý về cơ học, nhiệt học, từ trường cũng như chất lỏng. Trong nghiên cứu xây dựng được sử dụng cho các bài toán mô phỏng động đất, va chạm kết cấu, phân tích nổ và xung kích, phân tích biến dạng và hư hỏng vật liệu, thiết kế và tối ưu hóa kết cấu,...

Trong nghiên cứu này, LS-DYNA được sử dụng để mô phỏng và nghiên cứu ảnh hưởng vận tốc phương tiện lên ứng xử của khung kết cấu thép không gian nhằm khảo sát năng chịu lực động của kết cấu.

2. MÔ HÌNH

Trong nghiên cứu này khung kết cấu thép không gian chịu tải trọng va chạm bởi xe có tải trọng 7.5 tấn. Độ chính xác của mô hình được xác thực qua kết quả mô phỏng và thí nghiệm cột ống thép nhồi bê tông đã được công bố theo [28]. Khung thép không gian sẽ được nghiên cứu dưới va chạm của xe với 4 cấp độ vận tốc 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h và 100 km/h để xem xét ảnh hưởng của vận tốc đến nội lực và sự phá hoại của kết cấu.

2.1. Xác thực mô hình

Mẫu thí nghiệm theo [28] được thể hiện qua Bảng 1

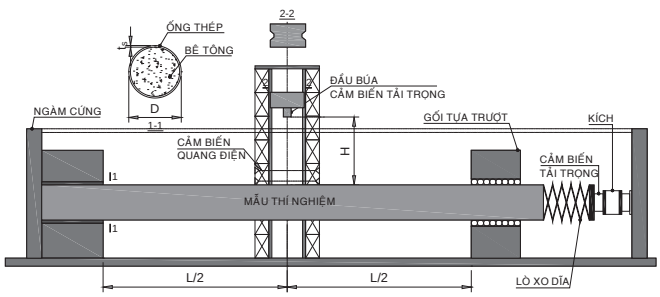
Bảng 1. Thông số mẫu thực nghiệm

Tổ mẫu	Số thứ tự mẫu	Ký hiệu mẫu	D×t_s (mm×mm)	V_o (m/s)	n	Chuyển vị (mm)
II	9	DZF26	114×3.5	11.7	0	87.2

Thông số vật liệu: ống thép với chiều dày t_s = 3.5 mm có giới hạn chảy (f_y) là 298 MPa và mô đun dẫn hồi (E_s) 2.01×10^5 MPa. Cường độ trung bình bê tông (f_{cu}) với mẫu hình lập phương 48.7 MPa.

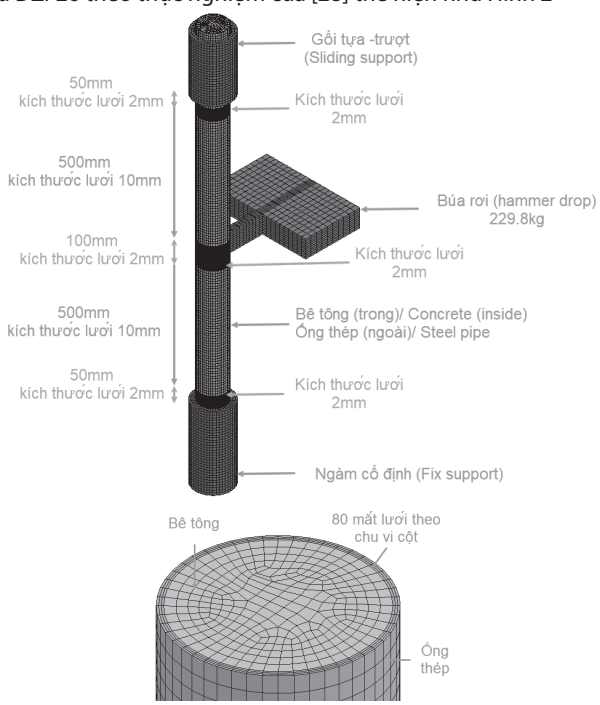
Phương pháp thực nghiệm: Mẫu được thí nghiệm dưới sự kết hợp của tải tĩnh dọc trục và tải va chạm theo phương ngang Hình 1, một đầu mẫu được cố định và đầu còn lại của mẫu cho trượt dọc trục.

Kích thước đầu búa tiếp xúc mẫu 30 mm × 80 mm. Tải trọng dọc trục của cột gây ra bởi tĩnh tải và hoạt tải được xem như không đổi trong suốt quá trình suốt quá trình va chạm. Lò xo hình đĩa giữ cho tải trọng dọc trục không đổi trong quá trình va chạm. Một cảm biến tải trọng được sử dụng để ghi nhận sự thay đổi lực dọc trục trong quá trình va chạm. Tải trọng dọc trục được áp đặt lên mẫu bằng kích thủy lực qua cảm biến tải. Lò xo nén cho phép áp đặt một mức tải dọc trục mong muốn lên mẫu và giữ cho nó không đổi trong suốt quá trình va chạm. Lò xo đĩa có kích thước đường kính ngoài 250 mm đường kính trong 127 mm gồm 60 lò xo sếp chồng lên nhau với đường kính 14 mm ở đầu trượt của mẫu. Trong quá trình thí nghiệm, mẫu được đặt vào giá đỡ tác động, sau đó tải trọng dọc trục N_o được tác động vào đầu cuối của mẫu (đầu trượt). Búa được nâng lên đến cao độ thiết kế sau đó thả ra để gây ra va chạm ở giữa nhịp của mẫu, đường cong lịch sử thời gian của lực va cham và lực dọc trục của mẫu được ghi nhận lại. Năng lượng va chạm được điều chỉnh bằng cách thay đổi chiều cao thả búa. Và thiết bị có 8 kênh thu thập dữ liệu tốc độ cao được dùng để ghi lại kết quả, tần số của mỗi kênh là 1000 kHz.



Hình 1. Bố trí thực nghiệm theo [28]

Mô hình phi tuyến 3D với phần mềm LS-DYNA mô phỏng lại mẫu DZF26 theo thực nghiệm của [28] thể hiện như Hình 2

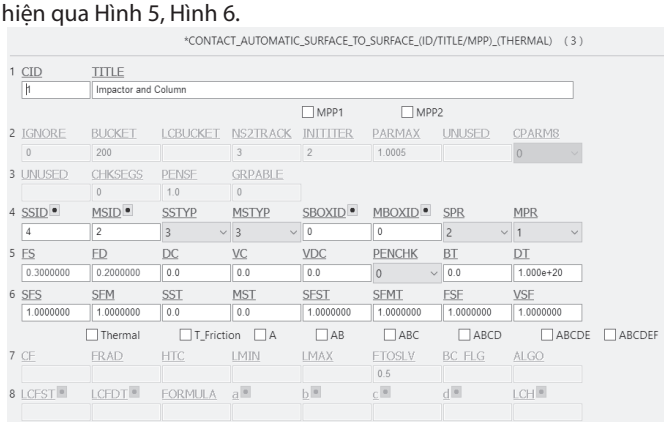


Hình 2. Mô hình mẫu thí nghiệm DZF26

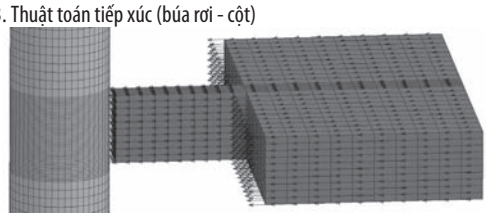
Sự tiếp xúc giữa bê tông và ống thép, giữa ống thép và điều kiện biên sử dụng thuật toán

AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE với hệ số ma sát tĩnh (Factor Static - FS) hệ số ma sát động (Factor Dynamic - FD) giữa bê tông – bê tông, bê tông – ống thép, ống thép – điều kiện biên trong mô hình này là lần lượt là 0.3; 0.2 như Hình 3 Vận tốc của quả rơi là 11.7 m/s được thể hiện qua thuật toán *INITIAL_VELOCITY_NODE như Hình 4

Thông số vật liệu trong mô phỏng thể hiện theo Bảng 2. Thông số vật liệu trong mô phỏng, khai báo vật liệu trong phần mềm thể hiện qua Hình 5, Hình 6.



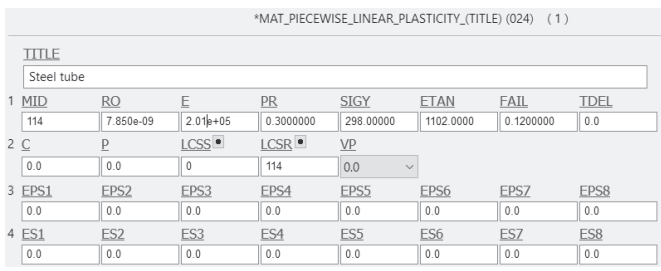
Hình 3. Thuật toán tiếp xúc (búa rơi - cột)



Hình 4. Mô phỏng vận tốc búa rơi 11.7 (m/s)

Bảng 2. Thông số vật liệu trong mô phỏng

Cột	Vật liệu trong mô hình số	Thuộc tính vật liệu	Giá trị	Đơn Vị
Bê tông	Mat_072R3	Cường độ chịu nén	34	MPa
Ống thép	Mat_003	Cường độ chịu kéo	298	MPa
		Mô đun đàn hồi	201	GPa
		Hệ số Poission	0.3	--
		Mô đun tiếp tuyến	1102	MPa
		Giới hạng biến dạng dẻo	0.12	--



Hình 5. Khai báo vật liệu thép.

DIF và tốc độ biến dạng của thép ống được xác định bằng công thức $DIF = \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{10^{-4}}\right)^{\alpha}$ và $\alpha = 0.074 - \frac{0.04\, f_y}{414}$ theo [24] với f_y là giới hạn chảy của thép và trong công thức này DIF không đổi khi hệ số biến dạng lớn hơn $160s^{-1}$. Mối quan hệ giữa hệ số biến dạng và DIF của vật liệu thép được xác định qua chức năng *Define_Curve, sau đó tích hợp đường cong vào mô hình vật liệu MAT-024, phần mềm sẽ tính toán cường độ của thép dựa vào hệ số biến dạng khác nhau thể hiện qua Hình 7

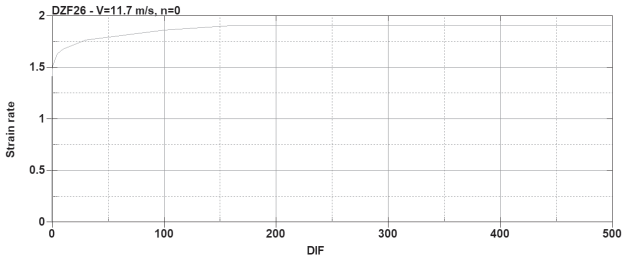
*MAT_CONCRETE_DAMAGE_REL3_(TITLE) (072R3) (1)

TITLE

Concrete

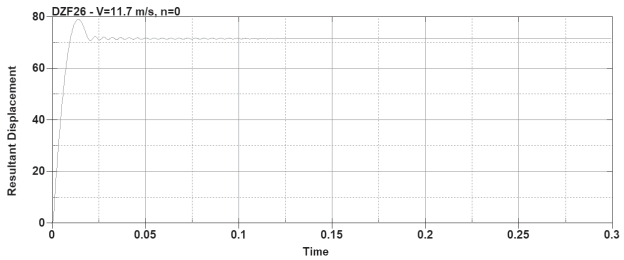
1	MID	RO	PR					
	3	2.400e-09	0.1900000					
2	FT	A0	A1	A2	B1	OMEGA	A1F	
	0.0	-34.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	Slambda	NOUT	EDROP	RSIZE	UCF	LCRATE	LOCWIDTH	NPTS
	0.0	0.0	0.0	0.0393700	145.00000	2	0.0	0.0
4	lambda1	lambda2	lambda3	lambda4	lambda5	lambda6	lambda7	lambda8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	lambda09	lambda10	lambda11	lambda12	lambda13	B3	A0Y	A1Y
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	eta1	eta2	eta3	eta4	eta5	eta6	eta7	eta8
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	eta09	eta10	eta11	eta12	eta13	B2	A2F	A2Y
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Hình 6. Khai báo vật liệu bê tông



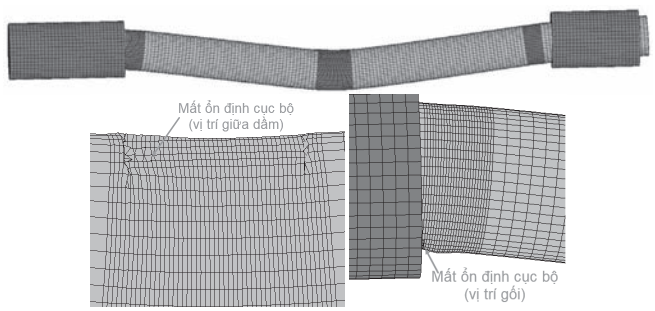
Hình 7. Đường cong hệ số gia tăng động lực (DIF) - hệ số biến dạng (strain rate) của vật liệu thép

Kết quả và so sánh: chuyển vị giữa nhịp theo thực nghiệm 87.2 mm (xem Bảng 1), Hình 8 thể hiện giá trị chuyển vị mô phỏng 79.15 mm xem sai khác giữa giá trị thực nghiệm và mô phỏng là 9.23 %.

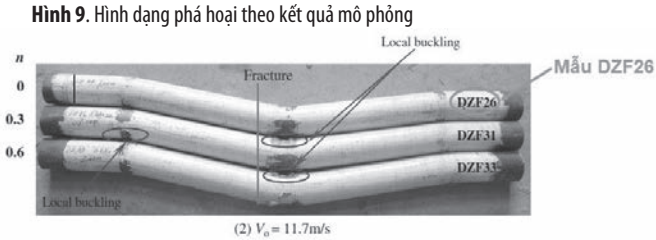


Hình 8. Kết quả chuyển ở vị giữa nhịp – 79.15 (mm)

Hình dạng phá hoại của mô phỏng tương đồng với thực nghiệm theo [28] mất ổn định cục bộ xảy ra ở giữa dầm (bên trên) và vị trí hai gối (bên dưới). Bên cạnh đó, hình dạng biến dạng của toàn dầm tương đồng như kết quả từ thí nghiệm, chi tiết xem Hình 9 và Hình 10.



Hình 9. Hình dạng phá hoại theo kết quả mô phỏng



Hình 10. Phá hoại mẫu DZF26 theo thực nghiệm [28]

Từ đó có thể nhận xét rằng mô hình số bằng phần mềm LS-DYNA có khả năng dự đoán tốt ứng xử của kết cấu dưới tải trọng va chạm. Các mô hình vật liệu, tức là mô hình vật liệu cho kết cấu thép và phương pháp mô phỏng sự va chạm được sử dụng trong mô hình xác thực sẽ được sử dụng trong mô hình khung thép không gian chịu tải trọng va chạm từ xe tải được trình bày trong nghiên cứu dưới đây.

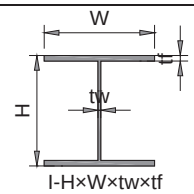
2.2. Mô hình khung thép không gian

a. Thông số công trình, thông số vật liệu và mô hình xe tải

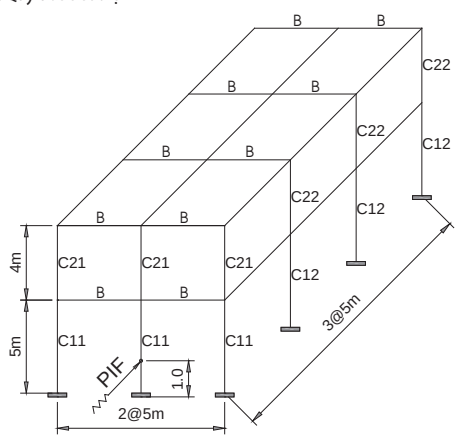
Công trình kết cấu thép với bước cột 5 m, chiều cao tầng một 5 m, tầng hai 4 m (Hình 12) có hoạt tải 5 kN/m^2 và tĩnh tải 3 kN/m^2. Thép sử dụng cho công trình có giới hạn chảy f_y = 345 MPa. Liên kết cứng được sử dụng cho móng-cột, dầm-cột trong nghiên cứu này.

Bảng 3. Bảng thống kê tiết diện công trình

Cấu kiện	Tiết diện	Vật liệu
B	I-400×250×6×10	fy=345MPa
C11	I-500×400×14×16	fy=345MPa
C12	I-400×300×6×10	fy=345MPa
C21	I-500×400×14×16	fy=345MPa
C22	I-400×300×6×10	fy=345MPa

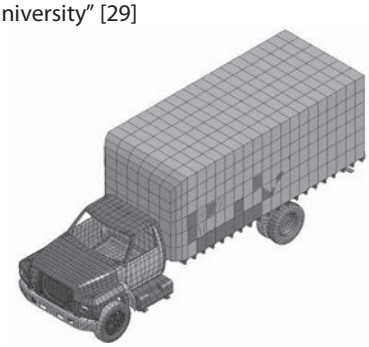


Hình 11. Quy ước tiết diện



Hình 12. Mô tả công trình được mô phỏng

Mô hình xe tải tầm trung (Hình 13) có khối lượng 7.5 tấn được mô phỏng với 35,398 phần tử được sử dụng mô phỏng va chạm với công trình. Độ chính xác mô hình của phương tiện đã được thử nghiệm bởi "National Crash Analysis Center, The George Washington University" [29]



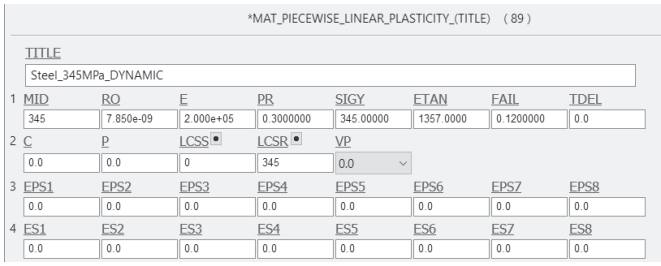
Hình 13. Mô hình xe Ford F800 SUT

b. Mô hình vật liệu

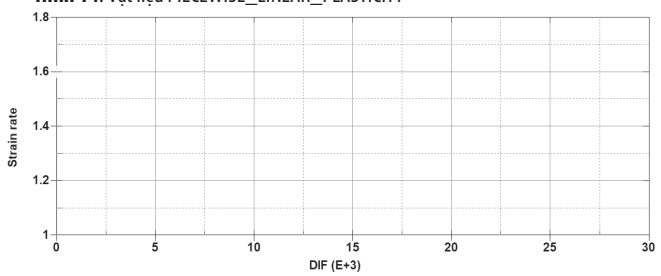
Mô hình vật liệu PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY(MAT_24) được sử dụng cho vật liệu thép trong mô phỏng này được mô tả trong Bảng 4.

Bảng 4. Thông số vật liệu thép

Thuộc tính vật liệu				
Cấu kiện	Vật liệu trong mô hình số	Thuộc tính vật liệu	Giá trị	Đơn Vị
Cột thép, dầm thép	Mat_024	Cường độ chịu kéo	345	MPa
		Mô đun đàn hồi	200	GPa
		Hệ số Poission	0.3	
		Mô đun tiếp tuyến	1357	MPa
		Giới hạng biến dạng dẻo	0.12	



Hình 14. Vật liệu PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY



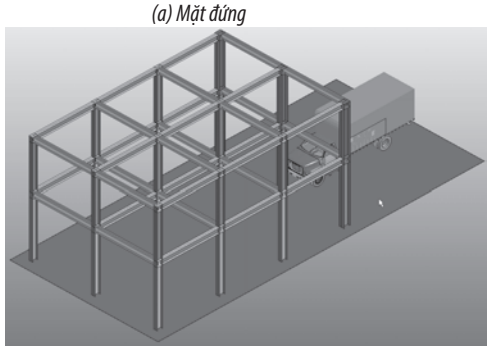
Hình 15. Đường cong hệ số gia tăng động lực – hệ số biến dạng của vật liệu thép

c. Mô hình

Dùng phần tử shell cho mô hình, tổng số phần tử là 424,864 phần tử, điều kiện chân cột và tại các liên kết cột thép – dầm thép là ngàm cứng như Hình 16. Tĩnh tải và hoạt tải được quy về tải phân bố điều gán lên mặt dầm như Hình 17.

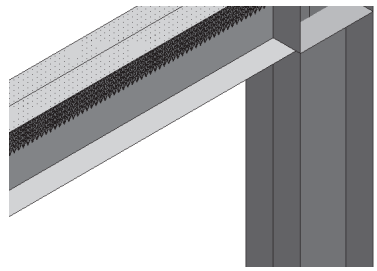


(a) Mặt đứng



(b) Mô hình không gian

Hình 16. Khung thép không gian và phương tiện va chạm

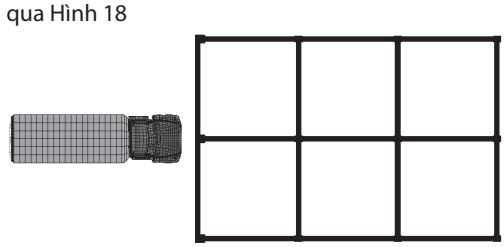


Hình 17. Gán tĩnh tải, hoạt tải lên mặt dầm

Sự tiếp xúc giữa phương tiện và công trình sử dụng thuật toán AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE. Vận tốc phương tiện va chạm thay đổi lần lượt 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h và 100 km/h

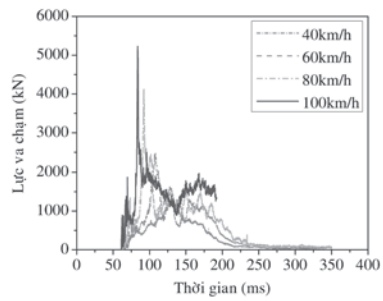
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong nghiên cứu này, ứng xử động của khung thép dưới tải trọng va chạm từ xe tải tầm trung vào công trình được dự đoán bởi mô phỏng chi tiết được báo cáo. Vị trí xe va chạm vào khung được thể hiện qua Hình 18



Hình 18. Xe va chạm trực diện công trình

Lực va chạm, chuyển vị của cột bị va chạm, lực cắt và moment tại vị trí chân cột theo thời gian được thể hiện qua các Hình 19 đến Hình 22. Kết quả mô phỏng cho thấy, giá trị lực va chạm lớn nhất ngay sau khi va chạm sau đó giảm nhanh, khi tăng vận tốc của xe tải từ 40 km/h đến 100 km/h, giá trị lớn nhất của lực va chạm gia tăng từ 1630 kN đến 5230 kN được thể hiện qua Hình 19 (hoặc Bảng 5). Cần lưu ý rằng với trường hợp vận tốc xe 100 km/h, vì cột thép bị chuyển vị lớn và khung thép bị phá hoại do đó mô hình dừng lại ở thời gian khoảng 190 ms như trong Hình 19.



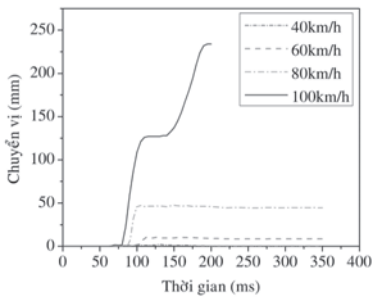
Hình 19. Lực va chạm (PIF)

Với sự gia tăng của vận tốc lực va chạm gia tăng, do đó chuyển vị của cột tại vị trí va chạm, giá trị moment và lực cắt tại chân cột cũng gia tăng được thể hiện qua các Hình 20, Hình 21 và Hình 22

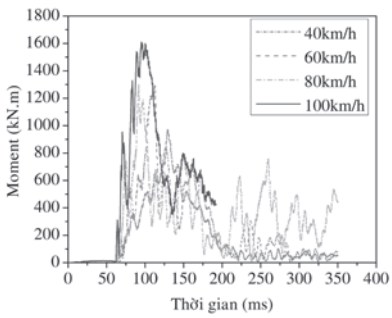
Kết quả tổng hợp từ mô hình phân tích chi tiết được trình bày trong Bảng 5. Dữ liệu thu được cho thấy rằng, giá trị lực va chạm thường cao hơn đáng kể so với lực tĩnh tương đương như tiêu chuẩn Trung Quốc và Úc (1000 kN). Đáng chú ý, khi vận tốc vượt quá 80 km/h, giá trị lực va chạm ghi nhận được vượt trên 4000 kN, con số này vượt xa lực tĩnh tương đương từ ASSHTO [14] – 2700 kN. Điều này cho thấy giá trị lực tĩnh tương đương được đề cập trong các tiêu chuẩn không đảm bảo an toàn trong trường hợp xảy ra va chạm ở vận tốc cao. Bên cạnh đó, giá trị lực va chạm thay đổi lớn theo vận tốc dẫn đến sự thay đổi đáng kể ứng xử của kết cấu, bao gồm

chuyển vị, lực cắt và moment. Do đó, vận tốc va chạm của phương tiện đóng vai trò quan trọng và cần được xem xét cẩn trọng khi thiết kế kết cấu chịu tải trọng va cham do phương tiện gây ra.

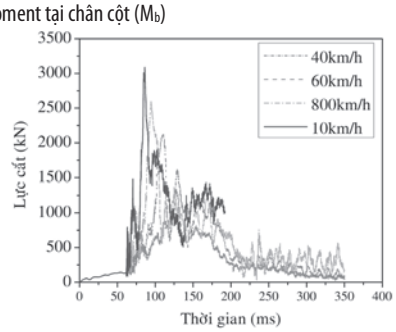
Ứng xử động của cột thép chịu tải va chạm từ xe tải tầm trung với những vận tốc khác nhau được thể hiện qua Hình 24. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng khi vận tốc là 40 km/h và 60 km/h, biến dạng dẻo tại cánh của tiết diện cột xuất hiện tại vị trí va chạm. Khi vận tốc của xe va chạm là 80 km/h và 100 km/h, biến dạng dẻo của cánh và sự mất ổn định của bụng xảy ra ở vị trí va chạm, được thể hiện qua Hình 24 (c) và (d). Cột bị phá hoại dẫn đến sự phá hoại của khung khi vận tốc là 100 km/h, do đó mô hình bị tạm dừng như đã trình bày.



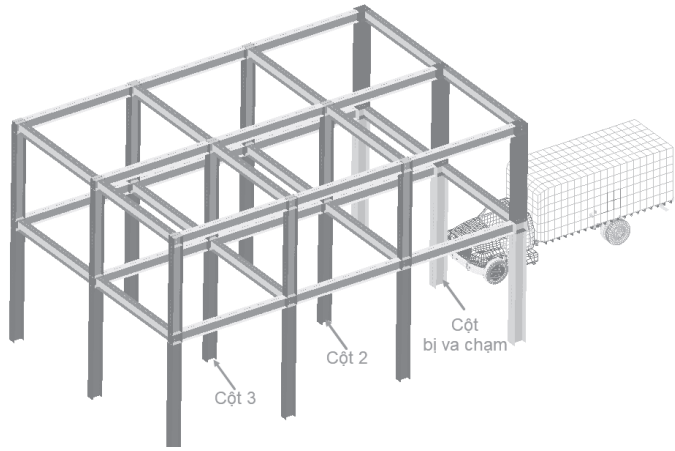
Hình 20. Chuyển vị
(xét tại phần tử 26821 cách chân cột 1 m) (dis)



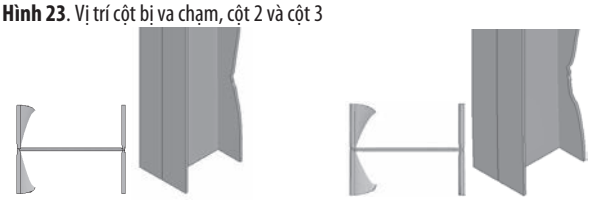
Hình 21. Moment tại chân cột (M_b)



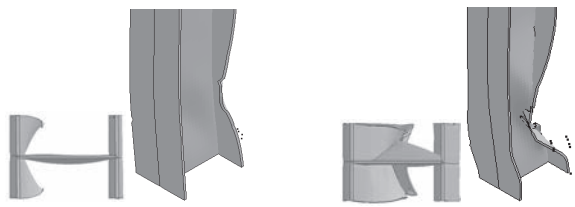
Hình 22. Lực cắt tại chân cột (Q_b)



Hình 23. Vị trí cột bị va chạm, cột 2 và cột 3

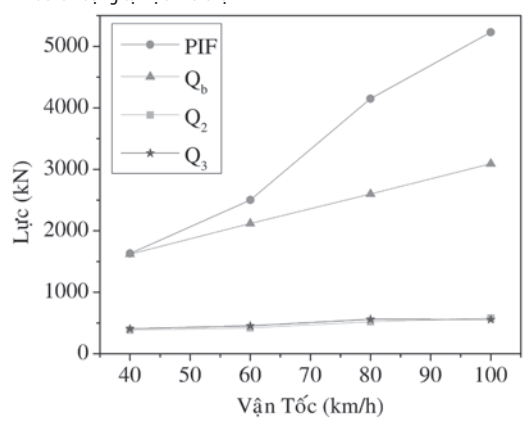


(a) 40 km/h *(b) 60 km/h*



(c) 80 km/h *(d) 100 km/h*

Hình 24. Biến dạng tại vị trí va chạm



Hình 25. So sánh lực va chạm, lực cắt tại chân cột bị va chạm, chân cột 2 và chân cột 3

Bảng 5. Kết quả mô phỏng

Stt	Vận tốc phương tiện	PIF (kN)	dis (mm)	M_b (kN.m)	Q_b (kN)	M_1 (kN.m)	Q_1 (kN)	Q_2 (kN)	Q_3 (kN)
1	Vận tốc 40 km/h	1630	2.28	973	1620	71.4	235	385	408
2	Vận tốc 60 km/h	2500	10.6	1300	2120	329	504	421	456
3	Vận tốc 80 km/h	4150	47.5	1300	2600	783	704	521	561
4	Vận tốc 100 km/h	5230	234.0	1610	3090	737	1410	580	558

Trong đó:

M_b, M_1: lần lượt là moment vị trí chân cột bị va chạm, và vị trí cách chân cột va chạm 1m.

Q_b, Q_1, Q_2, Q_3: lần lượt là lực cắt vị trí chân cột va chạm, vị trí cách chân cột va chạm 1m, vị trí chân cột 2 và vị trí chân cột 3.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả mô phỏng có thể thấy rằng, vận tốc của phương tiện

va chạm ảnh hưởng lớn đến ứng xử động của khung kết cấu thép khi chuyển trạng thái phá hoại từ chuyển vị nhỏ của bản cánh tại vị trí va chạm đến sự mất ổn định của bản bụng dẫn đến sự phá hoại của cột. Do đó yếu tố vận tốc phương tiện, độ cứng cục bộ tại vị trí va chạm cần phải được xem xét trong quá trình thiết kế khung thép chịu va chạm của phương tiện giao thông. Bên cạnh đó, giá trị lực cắt lớn nhất tại khung bị va chạm có thể nhận thấy rằng lực cắt tại chân cột bị va chạm lớn hơn rất nhiều so với các cột khác trong khung. Ví dụ khi vận tốc là 60 km/h, giá trị lực cắt tại chân cột 3 là 456 kN trong khi đó tại chân cột bị va chạm là 2120 kN. Tương tự, khi vận tốc va chạm là 100 km/h, giá trị lực cắt tại chân cột 3 và cột bị va chạm lần lượt là 558 kN và 3090 kN. Từ kết quả trên có thể nhận thấy rằng, cột bị va chạm chịu chuyển vị lớn và hấp thụ hầu hết các năng lượng từ phương tiện va chạm, trong khi đó sự đóng góp của các cột khác trong khung là ít hơn rất nhiều. Vì thế trong quá trình thiết kế, có thể xem xét toàn bộ năng lượng va chạm sẽ được hấp thụ bởi cột chịu va chạm trực tiếp, từ đó tăng kích thước tiết diện hoặc gia cường cột bị va chạm bằng các sườn đứng hoặc sườn ngang.

Mặc dù nghiên cứu này đã thu được một số kết quả nhất định, nhưng vẫn tồn tại một số hạn chế. Đầu tiên, hạn chế đáng kể liên quan đến việc xác thực mô hình số, vì dữ liệu từ các công trình thực nghiệm đã được công bố không phong phú, và việc xác thực này chỉ dựa trên một nghiên cứu công bố duy nhất. Điều này giới hạn khả năng kiểm chứng và tổng quát hóa kết quả của nghiên cứu. Thứ hai liên quan đến việc mô hình hóa cấu trúc sử dụng tiết diện H cho hệ khung và việc chỉ sử dụng xe tải tầm trung như là tải trọng va chạm duy nhất trong mô phỏng. Điều này giới hạn khả năng đánh giá ảnh hưởng của các biến khác nhau về tải trọng và tiết diện mặt cắt ngang đối với ứng xử của kết cấu khi chịu va chạm.

Nghiên cứu này không chỉ góp phần xây dựng sự hiểu biết về ứng xử của kết cấu chịu tải trọng va chạm mà còn mở ra một số hướng nghiên cứu trong tương lai. Một trong những hướng nghiên cứu đầu tiên có thể được khám phá là việc khảo sát ứng xử của khung thép khi mô phỏng với nhiều loại tiết diện khác nhau, bao gồm hộp, ống, và đặc biệt là các tiết diện không đối xứng. Điều này sẽ cho phép đánh giá và so sánh hiệu quả của từng loại tiết diện trong việc chịu tải trọng va chạm, từ đó đưa ra các khuyến nghị tối ưu cho thiết kế kết cấu. Một hướng nghiên cứu khác là áp dụng việc sử dụng đệm cao su để bao phủ vị trí va chạm, nhằm xem xét ứng xử phá hủy cục bộ của cột thép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đình, V., *Xe container lao vào 3 nhà dân*, in *Vnexpress*. 2023.

[2]. Khánh, H., *Xe tải lao vào nhà dân, một người tử vong*, in *Thanh Niên*. 2024.

[3]. Phong, H., *Quảng Ngãi: Xe tải tông nhà dân khiến 2 người tử vong*, in *Thanh Niên* 2023.

[4]. Quỳnh, N., *Xe tải lao vào nhà dân, 1 người tử vong, 7 người bị thương*, in *Báo Người Lao Động*. 2024.

[5]. Trần, T., *Bắc Kạn: Ô tô tải chở cám lao vào nhà dân, 2 người thương vong*, in *Dân Trí* 2024.

[6]. Do, T.V., T.M. Pham, and H. Hao, *Dynamic responses and failure modes of bridge columns under vehicle collision.* Engineering Structures, 2018. **156**: p. 243-259.

[7]. Do, T.V., T.M. Pham, and H. Hao, *Impact force profile and failure classification of reinforced concrete bridge columns against vehicle impact.* Engineering Structures, 2019. **183**: p. 443-458.

[8]. Do, T.V., T.M. Pham, and H.J.E.S. Hao, *Impact force profile and failure classification of reinforced concrete bridge columns against vehicle impact.* Engineering Structures, 2019. **183**: p. 443-458.

[9]. Kim, T.-H., et al., *Performance assessment of precast concrete segmental bridge columns with a shear resistant connecting structure.* Engineering Structures, 2010. **32**(5): p. 1292-1303.

[10]. Nguyễn, T.Đ., et al., *Nghiên cứu ứng dụng hệ lan can liên kết chìm trên các tuyến đường cao tốc ở Việt Nam.* Bản B của Tạp chí Khoa học và công nghệ Việt Nam, 2019. **61**(8).

[11]. Quang, T.Đ. and Q.N. Văn, *Nghiên cứu xây dựng công thức dự đoán độ bền tới hạn kết cấu chân đế giàn khoan ngoài khơi kiểu bán chìm khi bị đâm va bởi các tàu dịch vụ.* Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 2021. **72**(5): p. 620-635.

[12]. Nguyễn, X., Toản and N.U.P. Đặng, *Phân tích dao động cầu cảng Thọ Quang chịu va đập của tàu thủy.* Tạp chí KHCN Đại học Đà Nẵng, 2013. **10**(71): p. 2013.

[13]. CEN, *Actions on structures. Part 1-1: General actions-densities, self-weight, imposed loads for building*, in *European Committee for Standardization.* 2002, BS EN 1991-1-1:2002: Brussels, Belgium.

[14]. AASHTO, *AASHTO LRFD bridge design specifications (customary U.S. units)*. 2012, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO): 6th Ed., Washington, DC.

[15]. Do, T.V., T.M. Pham, and H. Hao, *Proposed design procedure for reinforced concrete bridge columns subjected to vehicle collisions.* Structures, 2019. **22**: p. 213-229.

[16]. Trần, H.A.V. and T.V. Đỗ, *Phân tích ứng xử động khung phẳng bê tông cốt thép dưới tải trọng va chạm.* Tập Chí Xây Dựng 2023: p. 80-85.

[17]. Wu, M., L. Jin, and X.J.E.s. Du, *Dynamic responses and reliability analysis of bridge double-column under vehicle collision.* Engineering structures, 2020. **221**: p. 111035.

[18]. Kang, H., J. Shin, and J. Kim, *Analysis of steel moment frames subjected to vehicle impact.* APCOM & ISCM, 2013.

[19]. DoD, U.J.U.D.W., DC, USA, *UFC 3-340-02: structures to resist the effects of accidental explosions.* 2008: p. 83.

[20]. Kang, H. and J.J.J.o.P.o.C.F. Kim, *Progressive collapse of steel moment frames subjected to vehicle impact.* Performance of Constructed Facilities, 2015. **29**(6): p. 04014172.

[21]. Song, L., et al., *Collapse Behaviour of a Concrete-Filled Steel Tubular Column Steel Beam Frame under Impact Loading.* Advances in Materials Science and Engineering, 2021. **2021**(1): p. 6637014.

[22]. Abdelkarim, O.I. and M.A. ElGawady, *Performance of bridge piers under vehicle collision.* Engineering Structures, 2017. **140**: p. 337-352.

[23]. Hao, Y. and H.J.E.S. Hao, *Influence of the concrete DIF model on the numerical predictions of RC wall responses to blast loadings.* Engineering Structures, 2014. **73**: p. 24-38.

[24]. Malvar, L. and J. Crawford. *Dynamic increase factors for steel reinforcing bars [C]*. in *28th DDESB Seminar. Orlando, USA*. 1998.

[25]. Cai, J., et al., *Dynamic behaviour of axially-loaded RC columns under horizontal impact loading.* Engineering Structures, 2018. **168**: p. 684-697.

[26]. Cao, R., et al., *Heavy Truck Collision with Bridge Piers: Computational Simulation Study.* Bridge Engineering, 2019. **24**(6).

[27]. Brackin, M.S., et al., *Impact forces from heavy-vehicle collisions with bridge piers.* Sage Journals 2012. **2313**(1): p. 42-51.

[28]. Wang, R., L.-H. Han, and C.-C.J.J.o.C.S.R. Hou, *Behavior of concrete filled steel tubular (CFST) members under lateral impact: Experiment and FEA model.* Constructional Steel, 2013. **80**: p. 188-201.

[29]. Mohan, P., et al., *Validation of a single unit truck model for roadside hardware impact.* Vehicle Systems Modelling and Testing, 2007. **2**(1): p. 1-15.

■Ngày nhận bài: 24/5/2024 ■Ngày sửa bài: 21/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 22/7/2024

Tác động từ dự án cảng container MSC Cần Giờ đến sự phát triển của vùng TP.HCM

Impact of the transshipment port MSC Can Gio on the development of Ho Chi Minh City region

> TS.KTS LÊ THỊ BẢO THƯ[1,2*], Lê Huỳnh Bích Trâm[1,2]
[1]Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường ĐH Bách khoa TP.HCM
[2] Đại học Quốc gia TP.HCM; *Email: thu.bmkt@hcmut.edu.vn

TÓM TẮT

Năm 2023, Thủ tướng Chính phủ phê duyệt quyết định chấp thuận đầu tư dự án Cảng trung chuyển quốc tế MCS Cần Giờ, công suất 200 triệu container/năm. Cảng dự kiến xây dựng trên đảo Con Chó của huyện Cần Giờ, TP.HCM, với mục tiêu là cảng trung chuyển container trên tuyến hàng hải quốc tế nhộn nhịp thứ hai thế giới. Kế hoạch dự án gồm 2 giai đoạn, hoàn thành 100% công suất vào năm 2045. Để cảng MSC có đầy đủ nguồn lực vận hành đúng công suất nghiên cứu, TP.HCM, địa phương chủ quản nơi xây dựng cảng MSC, được giao nhiệm vụ nghiên cứu khả thi cho triển khai dự án, cần có những kế hoạch tương ứng về phát triển hạ tầng, nguồn nhân lực.

Bài viết tham khảo kinh nghiệm các nước về mối quan hệ tương tác giữa cảng biển với thành phố, thông qua đó, đánh giá khả năng thúc đẩy đô thị hóa của Cần Giờ khi triển khai cảng trung chuyển quốc tế MSC, đóng góp vào nỗ lực của thành phố trong việc thu thập ý kiến từ nhiều lĩnh vực cho mục tiêu phát triển kinh tế và bảo tồn khu dự trữ sinh quyển thế giới Cần Giờ.

Từ khóa: Cảng trung chuyển; thành phố cảng; container hóa; trung tâm logistic; vùng nội địa; hạ tầng logistic

ABSTRACT

The Project of Can Gio International transshipment Port MSC Can Gio with capacity of 200 million containers/year has gotten the Decision of Approval by the Prime Minister in 2023. The expected project locates on Con Cho Island, Can Gio, Ho Chi Minh City, to approach becoming a container transshipment port on the world's second busiest international maritime route. The project has 2 phases and will be operated at 100% capacity by 2045. In order for MSC to have sufficient resources to operate at expected capacity, Ho Chi Minh city (HCMC), with the role as host of the MSC project, has responsibility to organize corresponding activities as feasibility research of infrastructure and human resources development and also conservation of the world biosphere reserve at Can Gio.

The article refers to experiences of actual interactive relationship between cities and their ports to locate the MSC project in the situation of global maritime logistic and to propose the urbanized affects on its host locality. The result from this article is expected to contribute to Ho Chi Minh city 's efforts in implementing the MSC project in accordance with the goal of sustainable socio-economic development and nature conservation.

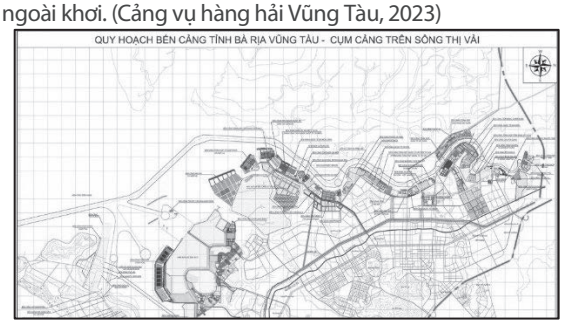
Key word: Containerization; distribution center; hinterland; logistic infrastructure; port city; transshipment port.

1. TỔNG QUAN

1.1. Giới thiệu về hoạt động khai thác cảng của TP.HCM, Bà Rịa - Vũng Tàu và dự án cảng MSC

Nghị quyết số 20 của Bộ Chính trị năm 2002 về phương hướng nhiệm vụ phát triển TP.HCM đến năm 2010 yêu cầu di dời hệ thống cảng biển dọc sông Sài Gòn ra khỏi khu vực nội thành. Sau hơn 20 năm, hệ thống cảng nội địa của TP.HCM đã được chuyển đổi công năng, di dời khỏi khu vực nội thành và dịch chuyển về phía biển.

Trên sông Thị Vải phía bờ tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu phát triển nhiều dự án cảng biển, mở ra giai đoạn khai thác dịch vụ vận tải biển với đa dạng nguồn lực đầu tư và vận hành. Theo Quy hoạch tổng thể phát triển hệ thống cảng biển Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã được Thủ tướng Chính Phủ phê duyệt tại Quyết định số 1579/QĐ-TTg ngày 22/9/2021: Cảng biển Bà Rịa - Vũng Tàu được phân loại là Cảng biển đặc biệt và là hệ thống cảng cửa ngõ, cảng trung chuyển quốc tế lớn nhất Việt Nam, trong đó gồm các khu bến như: Khu bến Cái Mép; Khu bến Thị Vải,... Trong phạm vi cảng biển Bà Rịa - Vũng Tàu được quy hoạch 77 bến cảng bao gồm 67 bến cảng trên đất liền và 10 bến cảng ngoài khơi. (Cảng vụ hàng hải Vũng Tàu, 2023)



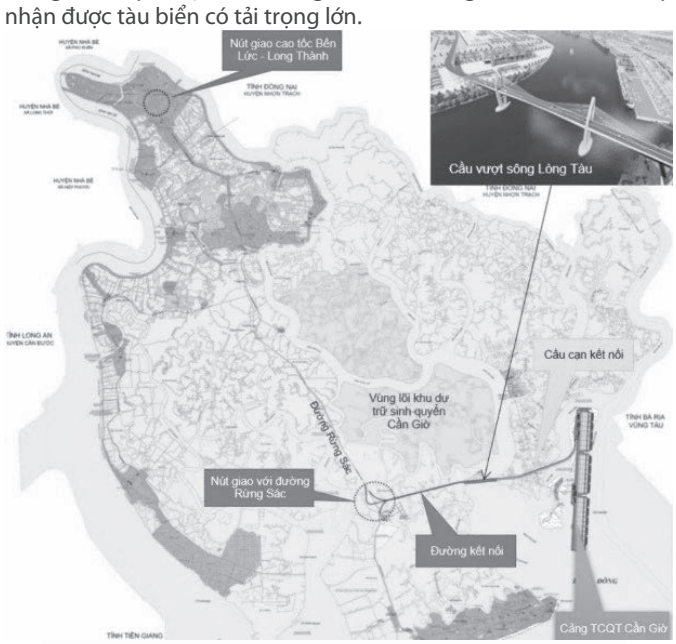
Hình 1. Quy hoạch bến cảng trên sông Thị Vải. Nguồn: Cảng vụ hàng hải Vũng Tàu

- Khu bến Cái Mép có 11 bến cảng (với 23 cầu cảng, tổng chiều dài cầu cảng là 6.440,2 m) và 01 Bến phao neo. Khu bến khả năng tiếp nhận tàu container có tổng trọng tải đến 214.000 DWT (sức chở 18.340 TEUs); tàu LPG, LNG có tổng trọng tải đến 80.000 DWT; tàu dầu có tổng trọng tải đến 70.000 DWT và tàu hàng tổng hợp có tổng trọng tải 150.000 DWT.

- Khu bến Thị Vải có 13 bến cảng (với 29 cầu cảng, tổng chiều dài cầu cảng là 6.124,9 m); Khu bến khả năng tiếp nhận tàu hàng tổng hợp có tổng trọng tải đến 100.000 DWT. [Hình 1]

1.2. Giới thiệu về dự án cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ MSC

Tăng trưởng lưu thông hàng hóa toàn cầu đưa đến những giới hạn mới về công suất của các cảng quốc tế. Việt Nam là quốc gia có đường bờ biển dài hơn 3.000 km, cùng với sự lãnh đạo của Đảng, điều hành của Chính phủ, đất nước ngày càng có mối quan hệ đối tác sâu rộng với quốc tế, trong bối cảnh đó, khai thác cảng biển yêu cầu có tầm nhìn mới để vươn tới những giá trị mới. Theo Đề án quy hoạch phát triển cảng biển giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050, quy hoạch cảng container, tổng hợp, hàng rời dự kiến được bổ sung tại bốn vị trí trên địa bàn huyện Cần Giờ. Trong đó, vị trí khả thi nhất có quy mô 100ha có thể đón tàu đến 200.000 DWT tiếp giáp với luồng Cái Mép - Thị Vải (thuộc địa phận đảo Con Chó). Cảng đặt tại cửa biển giáp với tuyến luồng hàng hải quan trọng là tuyến luồng Cái Mép - Thị Vải và luồng Sài Gòn - Vũng Tàu nên có thể tiếp nhận được tàu biển có tải trọng lớn.



Hình 2. Vị trí xây dựng cảng MSC trong huyện Cần Giờ. Nguồn: Sở GTVT TP.HCM

Năm 2023, dự án Cảng trung chuyển quốc tế MSC được đơn vị tư vấn Portcoast nghiên cứu, thiết kế, báo cáo Chính phủ. Tổ công tác thực hiện đề án nghiên cứu xây dựng cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ do sở GTVT TP.HCM làm tổ trưởng hoàn thiện hồ sơ dự án. Theo đó, cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ (huyện Cần Giờ, TP.HCM) có mức đầu tư dự kiến gần 5.4 tỷ USD. Vị trí cảng là khu vực đảo Con Chó nằm ở cửa sông Cái Mép, thuộc vùng đệm khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, không ảnh hưởng đến vùng lõi khu dự trữ [Hình 2]. Nơi đây nằm biệt lập với các khu vực lân cận, có kết nối thuận lợi với luồng hàng hải và luồng đường thủy. Về quy mô, tổng chiều dài cầu cảng chính dự kiến khoảng 7km và bến sà lan khoảng 2km để đón tàu có trọng tải 250.000 DWT. Cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ sẽ sử dụng điện để trở thành cảng xanh đầu tiên tại Việt Nam. (PortCoast, 2023).

Theo tính toán, việc khai thác hết công suất cảng Cần Giờ sẽ đóng góp cho ngân sách 34.000 - 40.000 tỷ đồng/năm. Cảng tạo ra 6.000 - 8.000 việc làm tại cảng và hàng chục ngàn việc làm ở các khâu dịch vụ hậu cần, trung tâm logistics và khu phi thuế quan. Dự án được chia làm 7 giai đoạn thực hiện, trong đó giai đoạn 1 dự kiến khai thác từ năm 2027 và hoàn thành đầu tư vào năm 2045.

Về liên kết hợp tác phát triển với hệ thống cảng hiện hữu của Bà Rịa - Vũng Tàu, Cảng Cần Giờ được đánh giá cần thiết cho chiến lược phát triển cảng biển Việt Nam, đặc biệt là sau năm 2030, khi cụm cảng Cái Mép - Thị Vải được dự đoán sẽ vượt công suất. Ở vị trí cửa biển, cảng MSC sẽ có tiền phương tốt khi kết nối với các cảng lớn trên toàn thế giới, đồng thời cần thiết tổ chức vùng hậu phương hiệu quả với hệ thống giao thông và trung lâm logistics ngay tại cảng cũng như các vùng lân cận.

2. NGHIÊN CỨU

2.1. Kinh nghiệm phát triển cảng container của các nước

Các nền văn minh thời sơ khai định cư ở các ngã giao thương (G.Wilton, 2001). Có thể thấy mối tương quan rõ rệt giữa sự thành công của cảng và sự phát triển của đô thị trong lịch sử các thành phố ven biển như Saint Petersbourg - Nga, Antwerp - Bỉ, Hamburg - Đức. Nhiều thành phố trên thế giới được hình thành từ hạt nhân là cảng đã xây dựng mối quan hệ gắn kết chặt chẽ với cảng. Nền kinh tế đa dạng của các thành phố gắn liền với cảng, vốn là nguồn tạo việc làm và cửa ngõ tương tác thương mại với thị trường toàn cầu. Xung đột về nhu cầu không gian diện tích khi quá trình tăng trưởng của đô thị diễn ra song song với nhu cầu mở rộng của cảng đã đẩy các cảng dịch chuyển ra khỏi nội đô thành phố, hướng về phía hạ lưu (P.Clark, 2013). Trong thế kỷ 20, kinh tế toàn cầu thúc đẩy xu hướng tổ chức lại các hoạt động cảng và phương thức sử dụng đất đai của cảng. Điển hình là quá trình toàn cầu hóa và container hóa làm thay đổi mối quan hệ tương tác kinh tế-xã hội giữa thành phố và cảng. Có nhiều yếu tố tạo nên sự khác biệt của thành phố cảng container so với trước đây, đến từ thành tựu về kỹ thuật cảng biển, tự động hóa, yêu cầu về an ninh và an toàn trong quá trình vận hành cảng.

Sự phát triển kỹ thuật nhằm đáp ứng nhu cầu vận chuyển khối lượng nhiều hơn bằng phương tiện lớn hơn đòi hỏi không gian và mớn nước sâu hơn, nên các nhà khai thác bến cảng phải tìm kiếm các địa điểm mới nằm cách xa các địa điểm thông thường. (M.Acciaro, K.Renken, N.E.Khadiri, 2020)

Việc container hóa làm giảm yêu cầu về lao động vì bến container hiện đại chỉ cần một lượng nhỏ lao động có trình độ để vận hành. Do đó, các bến cảng tuyển dụng ít người hơn trước rất nhiều, làm giảm toàn bộ các hoạt động tương tác giữa cảng/thành phố, điển hình như luồng giao thông đi đến của lao động tại cảng. (Hein, C.M.; van de Laar, Paul Th., 2020)

Các vấn đề về an toàn và an ninh ngày càng trở nên nghiêm trọng hơn, do đó việc tiếp cận các khu vực cảng bị hạn chế. Cảng và bến cảng là những khu vực được kiểm soát và bảo vệ mà công chúng không thể dễ dàng tiếp cận, đặc biệt là ở các bến container.

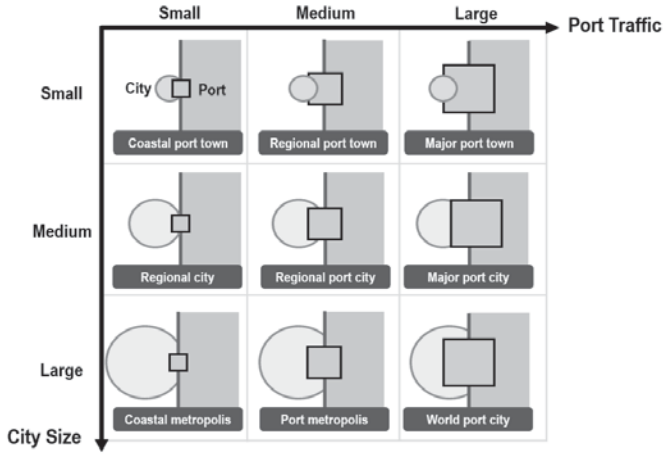
Hoạt động tàu hiện đại đòi hỏi ít lao động hơn và nguồn lao động đã được quốc tế hóa, từ người quản lý đến thuyền viên, do đó không liên kết với các cộng đồng dọc theo các cảng ghé cảng. Tàu container dành ít thời gian ở cảng, thường dưới 24 giờ, làm giảm đáng kể cơ hội kết nối với bờ.

Khả năng tiếp cận nội địa được cải thiện khi phần lớn các hoạt động kinh tế sử dụng cảng đều nằm ở sâu trong đất liền.

Kết quả là các cảng container ngày càng trở thành những thực thể hội nhập về mặt kinh tế với chuỗi cung ứng toàn cầu, đồng thời ngắt kết nối với các khu vực đô thị của chúng.

2.2. Kinh nghiệm phát triển đô thị - cảng của các nước

Các tác giả nghiên cứu về cảng nhận định có mối quan hệ giữa quy mô của cảng với quy mô của khu vực đô thị hình thành từ cảng, đặc biệt đối với các thành phố ven biển có vị trí cảng tốt.



Hình 3. Tương quan quy mô giữa đô thị và cảng. Nguồn: C. Ducruet (2003)

Thông thường, do chi phí vận tải nội địa cao nên quy mô thành phố và quy mô cảng có xu hướng tương đồng, vị trí của cảng nằm bên trong hoặc rìa thành phố. Mối quan hệ thành phố và cảng là thành phố cung cấp nguồn lực hạ tầng, hành chính quản lý, hàng hóa sản xuất và cảng đóng góp nguồn thu, tạo việc làm cho cư dân đô thị (A.Verhetsel, 2009). Thông qua cảng, hoạt động hàng hải là động lực trực tiếp cho tăng trưởng đô thị. Với diện tích đất liền hạn chế, hoạt động cảng bị giới hạn trong phạm vi khả năng sản xuất và tiêu dùng của thành phố nơi xây dựng cảng. [Hình 3].

Việc container hóa đã thay đổi mối quan hệ này khi nhu cầu thực tiễn thúc đẩy hình thành các bến cảng lớn hơn nhiều và mở rộng khả năng tiếp cận nội địa. Điều này phá vỡ tỉ lệ tương quan về quy mô giữa năng lực sản xuất và tiêu thụ của thành phố với hoạt động kinh tế của cảng (B.J.Karen, V.D. Berghe, T.A.Daemen, 2020). Sự xuất hiện các trung tâm trung gian là điểm khác biệt đáng chú ý nhất của quá trình này vì có rất ít giao thông đi vào vùng nội địa. Các cảng như Algeciras (Tây Ban Nha) và Freeport ở nhiều nước châu Âu là những trung tâm trung chuyển lớn gần các thành phố có quy mô tương đối nhỏ. Do đó, kích thước cảng có thể hoàn toàn không liên quan đến quy mô thành phố. Việc thiết lập các cửa ngõ cũng góp phần tạo ra sự khác biệt giữa quy mô cảng và quy mô thành phố vì chúng phục vụ nhiều vùng nội địa rộng lớn. Các thành phố cửa ngõ châu Âu, như Antwerp và Rotterdam, là những ví dụ điển hình về trường hợp thành phố có diện tích cảng sau quá trình khai thác và phát triển đã trở thành thực thể lớn hơn khu vực đô thị và gắn liền với chuỗi cung ứng toàn cầu hơn là kết nối với các hoạt động kinh tế khác trong phạm vi đô thị. [Hình 4]



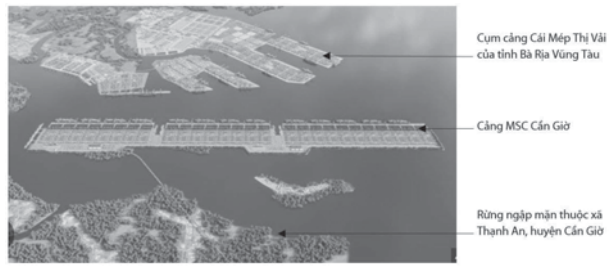
Hình 4. Quá trình mở rộng quy mô cảng Rotterdam trong 100 năm. Nguồn: Hein, C.M.; van de Laar, Paul Th., 2020

2.3. Dự án cảng trung chuyển quốc tế MSC Cần Giờ

Dự án cảng trung chuyển quốc tế Cần Giờ dự kiến bố trí ở cù lao Con Chó, xã Thạnh An, huyện Cần Giờ. Tổng chiều dài cầu cảng chính khoảng 7km, bến sà lan dự kiến dài 2km. [Hình 5]

Diện tích cảng MSC Cần Giờ ước tính 571ha. Diện tích này gồm 101.5ha vùng nước hoạt động cảng và 459.5ha phục vụ xây dựng cầu cảng, kho bãi, giao thông nội bộ, văn phòng làm việc, nhà ở cho nhân viên điều hành và khai thác cảng, hạ tầng kỹ thuật.

Công suất cảng đến 2030 dự kiến đạt 4.8 triệu TEU và đến 2047 đạt 16.9 triệu TEU (bằng 1/2 sản lượng của Singapore hiện nay). Dự án đóng góp 34000 - 40000 tỉ đồng mỗi năm khi khai thác hết công suất tính toán. (PortCoast, 2023)



Hình 5. Phối cảnh vùng biển xây dựng cảng MSC và cảng Cái Mép Thị Vải (PortCoast)

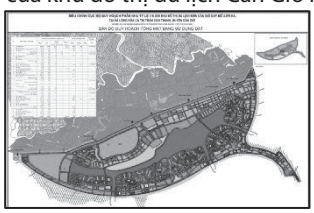
2.4. Số liệu về đô thị hóa khu vực Cần Giờ (dân số, kinh tế, tỉ lệ hạ tầng đô thị/số dân)

Cần Giờ là huyện đảo của TP.HCM, cách trung tâm thành phố 50km, kết nối với trung tâm thành phố chủ yếu bằng phương tiện đường thủy. Cần Giờ có 20km đường bờ biển, có rừng ngập mặn đan xen với hệ thống sông rạch dày đặc chứa đựng các hệ sinh thái đa dạng sinh học gồm nhiều loài động thực vật đặc hữu của miền duyên hải Việt Nam, được công nhận là khu dự trữ sinh quyển thế giới. Với cơ cấu đất đai tự nhiên gồm 46.45% lâm nghiệp, 32% sông rạch, Cần Giờ có mật độ hạ tầng giao thông bộ <10%. Huyện có diện tích 704,45 km^2, dân số khoảng 74.000 người, mật độ dân số 94 người/km^2. (Thống kê TP.HCM, 2023) Trong báo cáo đánh giá các tiêu chí chuyển các huyện thành quận hoặc thành phố thuộc TP.HCM, huyện Cần Giờ có số dân <50% chỉ tiêu cần đạt. (Thanh Tâm, 2024)

Với lợi thế có Khu dự trữ sinh quyển thế giới rộng khoảng 38.000ha, di tích lịch sử quốc gia Rừng Sác, bãi biển 30-4, khu du lịch Lâm viên, khu du lịch Vàm Sát,... Cần Giờ được xác định mục tiêu là trọng điểm phát triển đô thị du lịch sinh thái của TP.HCM.

Quy hoạch chung xây dựng huyện Cần Giờ đến 2025, được phê duyệt tại Quyết định số 4766/QĐ-UBND ngày 2/7/2012 đã tạo nền tảng quan trọng trong công tác đầu tư xây dựng, quản lý đô thị và phát triển kinh tế song song với việc bảo tồn hệ sinh thái huyện Cần Giờ.

Trong các dự án phát triển đô thị du lịch sinh thái của huyện Cần Giờ, có dự án Khu đô thị du lịch biển Cần Giờ, đã được phê duyệt năm 2018 và đang báo cáo điều chỉnh năm 2024 để phù hợp với các đề án phát triển hạ tầng và chủ trương chung. Theo đó, khu đô thị có thể thu hút số dân khoảng 53.700 người. Khu vực lập quy hoạch là Vùng bờ (theo nghị định 40/NĐ-CP năm 2016) của xã Long Hòa và thị trấn Cần Thạnh. Đây chủ yếu là khu vực dự kiến lấn biển với tổng diện tích 2870ha, trong đó đã lấn biển theo dự án trước đây của khu đô thị du lịch Cần Giờ khoảng 20ha. (Sở QHKT HCM, 2024)



Quy hoạch sử dụng đất khu đô thị du lịch biển Cần Giờ



Phối cảnh toàn khu đô thị du lịch biển Cần Giờ

Hình 6. Quy hoạch điều chỉnh Khu đô thị du lịch biển Cần Giờ. (Sở QHKT HCM, 2024)

3. THẢO LUẬN

Tính chất và yêu cầu của cảng MSC Cần Giờ

Cảng Rotterdam là cảng lớn nhất châu Âu, vị trí thuộc thành phố Rotterdam, Zuid-Holland, Hà Lan, diện tích khai thác cảng 5.299 ha. Lịch sử phát triển 100 năm cảng Rotterdam cho thấy các giai đoạn hình thành, cùng phát triển, tách rời và độc lập giữa cảng với thành phố của nó. Trường hợp của Rotterdam và các cảng quốc tế trên thế giới cho thấy sự chuyển đổi từ loại hình cảng phục vụ hoạt động kinh tế công nghiệp của thành phố (staple port) sang loại hình cảng trung chuyển (transshipment port) là một xu thế không thể đảo ngược đối với cảng giáp biển trong bối cảnh toàn cầu hóa. (Hoyle, B. S., & D. A. Pinder, 2020)

Cảng MSC Cần Giờ khi đi vào hoạt động sẽ có tính chất tương ứng với kiểu cảng trung chuyển Rotterdam hiện tại - mô hình cảng gắn với chuỗi cung ứng toàn cầu. Vấn đề của loại cảng trung chuyển là mối liên hệ với thành phố chủ quản bằng tầm nhìn kinh tế chính trị và quan hệ ở quy mô vùng, khu vực và quốc tế, hơn là giới hạn trong quy mô sản xuất và tiêu dùng của thành phố. Điều này giúp cho cảng MSC Cần Giờ được cung cấp lượng hàng hóa dồi dào, lớn hơn khả năng sản xuất nội địa, để có thể đạt đến công suất tính toán.

Đánh giá tác động của đô thị hóa từ MSC đối với Cần Giờ

Tác động trực tiếp

Với vai trò là chính quyền nơi xây dựng cảng, TP.HCM cần có chính sách, quy hoạch, hạ tầng, nhân lực để cung cấp cho MSC Cần Giờ. Theo các chuyên gia về cảng trung chuyển, MSC chỉ có thể hoạt động hiệu quả khi có đủ lượng container đi ra thế giới và vào Việt Nam để có thể thu hút các hãng tàu cập cảng MSC. Với vị trí địa lý của TP.HCM, MSC Cần Giờ có phạm vi vùng nội địa (hinterland) bao gồm Đông Nam Bộ, Đồng Bằng sông Cửu Long, mở rộng đến Campuchia. Năng lực sản xuất và tiêu thụ của phạm vi này được dự báo vượt công suất tính toán của cảng. Vấn đề cần giải quyết là năng lực của hạ tầng logistic để lưu thông lượng container này.

Cần Giờ hiện có phà Bình Khánh ở phía Bắc, kết nối với trung tâm thành phố; trong nội bộ Cần Giờ có đường Rừng Sác rộng 6 làn xe. Để có thể lưu thông các giao dịch giữa cảng với trung tâm điều hành trong nội đô, và phục vụ lưu thông đi và đến cảng của lực lượng nhân sự khoảng 6000 - 8000 người làm việc tại cảng, hiện trạng hạ tầng của Cần Giờ không thể đáp ứng. Do đó, có thể coi sự xuất hiện của MSC là động lực để Cần Giờ phát triển thêm hạ tầng giao thông. Cụ thể là dự án cầu thay cho phà Bình Khánh, dự án đường nối đường Rừng Sác, cầu qua sông Lòng Tàu với cảng MSC, là những tuyến giao thông cần thiết phục vụ cho giao dịch điều hành cảng.

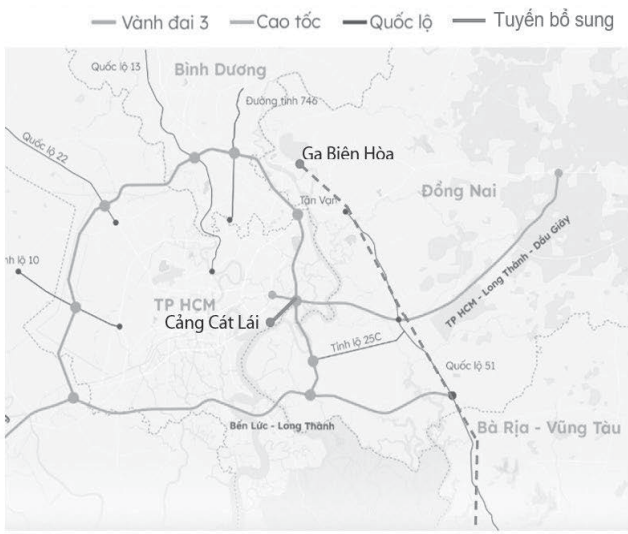
Tác động gián tiếp qua các dự án liên quan

Với vị trí xây dựng trong bối cảnh địa lý tự nhiên của TP.HCM, để trung chuyển lượng container theo công suất tính toán của dự án, phương án kết nối cảng MSC bằng đường thủy đến hệ thống cảng và trung tâm logistic trong nội địa có nhiều thuận lợi hơn so với đường bộ. Hiện tại, trên địa bàn TP.HCM có cảng Cát Lái, Phú Hữu trên luồng Soài Rạp-Lòng Tàu, công suất tương đương 50% cả nước, trên luồng Thị Vải có các cảng container Cái Mép, Cái Mép Hạ; cảng tổng hợp Posco, Ba Son; cảng Phú Mỹ, cảng xăng dầu, và các cảng nằm trong quy hoạch phát triển kinh tế cảng biển của tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu. Vấn đề cần giải quyết hiện nay của các cảng cung cấp/tiếp nhận container cho MSC là hệ thống giao thông kết nối với cảng bị quá tải. Để có thể lưu thông luồng container đến và đi MSC cần thúc đẩy các dự án giao thông chuyên dụng dành cho cảng như đường sắt, đường dành riêng cho xe chở container.

a. Tuyến đường chuyên dụng cho cảng Cát Lái-Phú Hữu

Năm 2024, UBND TP.HCM đề xuất Bộ GTVT chấp thuận để TP.HCM đầu tư xây dựng tuyến đường chuyên dụng kết nối cảng Cát Lái-Phú Hữu với cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây. Theo đề xuất, đường này kết nối trực tiếp nguồn hàng với cảng Cát Lái, thay thế tuyến Võ Chí Công - Nguyễn Thị Định. Trong đó, tuyến Nguyễn Thị Định hiện đang là tuyến độc đạo cho xe hàng container vào cảng Cát Lái và cho tất cả các loại xe hỗn hợp đi phà Cát Lái. Do đó, tuyến chuyên dụng dành riêng cho lưu thông hàng vào cảng sẽ giải quyết tình trạng độc đạo của tuyến Nguyễn Thị Định. Cụ thể, tuyến đường chuyên dụng dài 6km, rộng 60m, 12 làn xe, vận tốc thiết kế 60km/h, bắt đầu từ đường Nguyễn Thị Định, qua đường Nguyễn Thị Tư rồi đi qua rạch Bà Cua, Ông Nhiêu và kết thúc tại nút giao giữa đường Vành đai 3 TP.HCM và cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây. [Hình 7]

Tuyến đường này sẽ kết nối nguồn hàng hóa của vùng kinh tế trọng điểm phía Nam với cảng Cát Lái, cảng đóng vai trò trọng điểm với năng lực thông quan đến 50% lượng hàng hóa container của cả nước.



Hình 7. Sơ đồ giao thông liên kết vùng TP.HCM (Sở GTVT HCM), phương án bổ sung tuyến đường chuyên dụng cho cảng Cát Lái - TP.HCM và cảng Vũng Tàu-BRVT



Hiện trạng tuyến giao thông độc đạo đến cảng Cát Lái (Ảnh vệ tinh, 2024)

b. Đường sắt chuyên dụng cho cụm cảng Vũng Tàu

Đối với cụm cảng của Bà Rịa - Vũng Tàu, tình trạng tắc nghẽn trên quốc lộ 51 được đề xuất bằng tuyến đường sắt chuyên dụng. Theo đề xuất của cơ quan chủ quản, đường sắt đến Cái Mép - Thị Vải kết nối Bà Rịa - Vũng Tàu với Đồng Nai, Bình Dương, TP.HCM, kết nối với các phương thức vận tải khác để tạo nên hệ thống giao thông vận tải đồng bộ, bền vững, an toàn, hiệu quả và ít tác động tiêu cực tới môi trường, là tuyến đường sắt quốc gia của vùng kinh tế Đông Nam Bộ.

Hướng tuyến có điểm đầu là ga Biên Hòa cặp song song theo quốc lộ 15 - quốc lộ 51 đến Phú Mỹ, có được một số lợi thế như kết nối với tuyến đường sắt quốc gia Bắc Nam, tận dụng hoặc mở rộng hành lang đường bộ ở nhiều đoạn để hạn chế chi phí giải phóng mặt bằng và thuận lợi khi thi công.

Tuyến đường sắt này tránh được tình huống vượt 02 sông lớn là Đồng Nai và Thị Vải, để tập trung kinh phí xây dựng các cầu đường sắt vượt đường bộ tại nút giao thông trọng điểm (Quốc lộ 1, đường Võ Nguyên Giáp, cao tốc TP.HCM - Long Thành - Dầu Giây, Tỉnh lộ 25B, Tỉnh lộ 769).

c. Hệ thống cảng cạn nội địa

Mạng lưới cảng cạn (ICD) là hạng mục hạ tầng cần phát triển đồng bộ với giao thông chuyên dụng. Có thể quy hoạch các ga hàng hóa đường sắt gắn liền với tuyến đường sắt quốc gia hiện hữu tại Đồng Nai, Bình Dương và TP.HCM thành cảng cạn, phối hợp với các cảng cạn khác để phân phối điều tiết hàng hóa hợp lý.

Vùng Đông Nam Bộ hiện có 12 cảng cạn, phục vụ lưu thông 70% lượng hàng hóa container của cả nước. Khi phát triển cảng MSC, cần triển khai chủ trương phát triển hạ tầng logistics của Chính phủ, theo đó, cần thiết quy hoạch lại mạng lưới cảng cạn theo khu vực, đóng vai trò đầu mối tiếp nhận lượng hàng hóa từ các vùng hậu phương tương ứng. Phía Tây Bắc, cảng cạn trung tâm cần được bố trí ở Củ Chi để tiếp nhận hàng hóa khu vực Tây Bắc TP.HCM, Tây Ninh, Bình Phước, Bình Dương, và mở rộng đến Campuchia, và lưu thông hàng về cảng Cát Lái theo tuyến đường thủy là sông Sài Gòn. Phía Tây TP.HCM, cảng cạn trung tâm bố trí ở Tân Kiên để tiếp nhận hàng hóa từ Đồng bằng sông Cửu Long và Campuchia, đây là vị trí thuận lợi khi có nhà ga đường sắt, đường cao tốc và bến đường thủy. Phía Đông Bắc bố trí cảng cạn trung tâm ở khu công nghệ cao giai đoạn 2 và phát triển mạng lưới cảng cạn hiện có như Long Bình, Thủ Đức, Cát Lái, lưu thông hàng hóa về Cát Lái bằng tuyến đường bộ chuyên dụng.

KẾT LUẬN

Cảng trung chuyển quốc tế MSC Cần Giờ là cơ hội để TP.HCM nói riêng, Việt Nam nói chung tham gia vào hoạt động dịch vụ vận tải biển với vị thế thuộc nhóm cảng hàng đầu toàn cầu. Để cảng MSC hoạt động đúng công suất nghiên cứu, phải có sự phối hợp của nhiều địa phương trong vùng nội địa.

Do đó, trên góc độ quy hoạch phát triển không gian vùng, cần thiết triển khai thực hiện đồng bộ nhiều nhiệm vụ: (1) Quy hoạch vùng TP.HCM cần nghiên cứu điều chỉnh theo hướng phát triển khả năng mở rộng kết nối đến Campuchia, để có đủ quy mô của vùng nội địa cung ứng nguồn hàng cho MSC; (2) Quy hoạch chuỗi đô thị ven biển từ Vũng Tàu (tỉnh Bà Rịa -Vũng Tàu), Cần Giờ (TP.HCM), đến Gò Công (Tiền Giang) để tăng khả năng tương tác, kết nối các địa phương trong quá trình cung cấp hạ tầng xã hội cho cảng MSC, đồng thời khai thác kinh tế du lịch sinh thái biển, rừng ngập mặn.

Đối với quá trình đô thị hóa của Cần Giờ, cảng MSC có tác động gián tiếp thông qua khả năng thúc đẩy dự án đô thị lấn biển đang đệ trình điều chỉnh quy hoạch. Cần Giờ có khu dự trữ sinh quyển thế giới cần tuân thủ các quy định của Unesco về bảo tồn di sản thiên nhiên. Do đó, việc phát triển hạ tầng giao thông đường bộ từ trung tâm TP.HCM qua Cần Giờ để đáp ứng nhu cầu lưu thông 200 triệu TEUs/năm cho MSC là không khả thi. Đặc thù của cảng container là không vào bờ, ít liên kết với bờ, cộng với đặc điểm của cảng hiện đại là điều khiển giao dịch từ trung tâm đặt trong nội đô, nên khả năng thu hút nhân lực, hấp thụ các hoạt động kinh tế thứ cấp,... là không đủ để thúc đẩy phát triển hạ tầng xã hội cho Cần Giờ. Nhu cầu nhân lực 6000-8000 người làm việc tại cảng là nhiệm vụ của dự án đô thị du lịch biển Cần Giờ đang triển khai và các đô thị trong chuỗi đô thị ven biển gồm có Vũng Tàu, Cần Giờ, Gò Công. Cần có nghiên cứu tiếp theo cho đồ án quy hoạch chuỗi đô thị ven biển, trong đó, xác định mục tiêu là phát triển kinh tế hướng biển cho các địa phương liên quan, và xem MSC là cực tăng trưởng, thu hút các nguồn lực, hình thành dòng dịch chuyển kinh tế xã hội trong quá trình tương tác giữa MSC với chuỗi đô thị.

Tác động của MSC, do quy mô công suất rất lớn so với năng lực của một địa phương đơn lẻ, dù là đầu tàu kinh tế, trung tâm sản xuất công nghiệp như TP.HCM cũng không thể đáp ứng. Do đó, cần sự phối hợp của các địa phương của vùng trọng điểm kinh tế phía Nam, tạo thành vùng nội địa sâu 100km, có đầy đủ năng lực sản xuất, lưu thông và tiêu thụ hàng hóa tương ứng công suất của MSC. Khi MSC hoạt động hiệu quả, tác động của MSC không chỉ là 1 địa phương là Cần Giờ hoặc TP.HCM mà có phạm vi lớn hơn về địa lý, sâu rộng về lĩnh vực như giao thông, logistic, bảo hiểm, tài chính quốc tế, ...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A.Verhetsel, 2009, World maritime cities: From which cities do container shipping companies make decisions? Transport Policy, Volume 16, Issue 5, p240-250

2. B.J.Karen, V.D. Berghe, T.A.Daemen, 2020, From planning the Port/City to planning the Port-City: Exploring the Economic interface in European Port cities, European port cities in transition – Moving towards more Sustainable sea transport hubs, Springer Nature Switzerland AG 2020, p92-95

3. C.Ducruet, 2004, The trans-scalar development of transportation hubs: A quantitative comparison of European and East Asian Container Port cities in the 1990s, Researchgate.net

4. Cảng vụ hàng hải Vũng Tàu, 2023, https://cangvuhanghaivungtau.gov.vn

5. Cục Thống kê TP.HCM, 2024, https://thongkehochiminh.gso.gov.vn

6. G.Wilton (2024), The economy of cities: urban economics explained, www.AzBoek.com, p40-42

7. Hein, C.M., Van de Laar, Paul Th., 2020, The Separation of Ports from Cities The Case of Rotterdam (Delft University of Technology)

8. M.Acciaro, K.Renken, E.E.Khadiri, 2020, Technological changes and Logistics development in European ports, European port cities in transition - Moving towards more Sustainable sea transport hubs, Springer Nature Switzerland AG 2020, p75-80

9. P.Clark , 2013, The Oxford handbook of cities in world history, Oxford University Press, p5

10. PortCoast, Công ty cổ phần tư vấn thiết kế cảng và kỹ thuật biển, www.portcoast.com.vn

11. Sở Quy hoạch Kiến trúc TP.HCM, 2023, Hội đồng thẩm định quy hoạch Khu đô thị du lịch biển Cần Giờ, https://qhkt.hochiminhcity.gov.vn

12. Thanh Tâm, 2024, huyện Cần Giờ: Đẩy nhanh tiến độ thực hiện, quyết tâm thực hiện các chỉ tiêu đã đề ra, https://www.hcmcpv.org.vn

13. Van de Laar, 2021, Rotterdam a historical perspective for the future, https://portusonline.org

■Ngày nhận bài: 10/5/2024 ■Ngày sửa bài: 13/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Nghiên cứu mô hình Rayleigh để tính toán độ cản cho kết cấu sử dụng bể nước làm thiết bị giảm chấn

The Rayleigh damping model for structure equipped tuned liquid damper

> BÙI PHẠM ĐỨC TƯỜNG*, NGUYỄN VĂN ĐOÀN, NGUYỄN THANH TÚ
Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM; *Email: tuongbpd@hcmute.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo đánh giá độ chính xác của mô hình cản Rayleigh thường được sử dụng trong phân tích động đất cho các kết cấu khi có và không sử dụng bể nước mái như thiết bị giảm chấn chất lỏng. Thí nghiệm bàn lắc được tiến hành nhằm đo đạc (1) tần số dao động tự nhiên của khung thép, (2) bể chứa chất lỏng và (3) khung thép có sử dụng bể nước như thiết bị giảm chấn chất lỏng. Kết quả cho thấy, độ cản của kết cấu hoàn toàn có thể được mô tả chính xác thông qua ma trận độ cứng kết hợp ma trận khối lượng với tỷ số cản là hằng số. Thêm vào đó, kết quả thí nghiệm còn được so sánh và đối chiếu với các nghiên cứu đã thực hiện bằng phương pháp số, chứng minh sự chính xác của phương pháp Rayleigh là hoàn toàn phù hợp cho ứng dụng thiết kế thực tế đặc biệt đối với các kết cấu có 95% khối lượng tham gia dao động ở mode cơ bản.

Từ khóa: Cản rayleigh; thí nghiệm bàn lắc; tỷ số cản; tần số riêng; dao động tự do.

ABSTRACT

This paper assesses the Rayleigh damping model's precision in earthquake analysis for buildings with and without roof water tanks as damping devices. A shaking table test was conducted to gauge the natural vibration frequency of steel, liquid, and steel frames using liquid tanks as dampers. The findings reveal that the structure's critical damping can be accurately described through the stiffness matrix combined with the mass matrix with a constant resistance ratio. Furthermore, the experimental results were compared and contrasted with numerical studies, demonstrating the Rayleigh method's accuracy. This makes it an ideal fit for special practical design applications for structures with 95% of the mass participating in vibrations in fundamental mode.

Keywords: Shaking table testing; natural frequency; structural damping, Rayleigh damping.

1 INTRODUCTION

Trong thực tế, có hai cơ chế khác nhau đóng góp vào sự tiêu tán năng lượng của cơ hệ khi dao động là: (1) độ cản nội tại (*inherent damping*) và (2) độ cản trễ (*hysteric damping*). Khi chịu tải trọng động, kết cấu sẽ tiêu tán năng lượng thông qua biến dạng của các phần tử khung (dầm, cột, sàn …) và các phần tử phi kết cấu (hệ thống MEP, trần thạch cao, các tường không chịu lực v.v…). Trên miền đàn hồi, trước khi kết cấu chuyển sang giai đoạn dẻo, sự tiêu tán năng lượng chủ yếu là nhờ sức cản nội tại. Đây là kết quả tổng hợp của nhiều cơ chế cản khác nhau, bao gồm tính cản nhớt của vật liệu trong các phần tử khung lẫn phần tử phi kết cấu, ma sát giữa các phần tử, ma sát tại các liên kết, sự hình thành và khép lại của các vết nứt, đôi khi là cả bức xạ năng lượng vào môi trường đất với kết cấu bên trên [1-5]. Không giống như ma trận độ cứng hoặc ma trận khối lượng, việc xác định ma trận cản trực tiếp từ các tính chất của vật liệu và các liên kết của cơ hệ là không khả thi. Vì vậy, độ cản thường được xác định bằng cách gán các giá trị số trong từng trường hợp riêng cụ thể một cách định tính, điều này dựa trên quan sát thực nghiệm. Cho đến nay, dữ liệu thực nghiệm từ các tòa nhà được trang bị thiết bị đo đạc vẫn còn khan hiếm [4]. Mặc dù thiếu dữ liệu thực nghiệm, các mô hình giảm chấn cổ điển, điển hình là mô hình Rayleigh, vẫn tiếp tục được sử dụng trong phân tích động lực học.

Mô hình cản Rayleigh được Lord Rayleigh, đề xuất năm 1877 sau đó được sử dụng phổ biến nhờ tính tiện dụng trong phương pháp toán, hơn là nhờ độ chính xác của bản thân phương pháp. Rayleigh là mô hình bao gồm hệ phương trình hai ẩn số, trong đó chỉ cần xác định được hai tỷ số cản ở hai mode dao động tự do thì có thể dự đoán được hệ số cản ở những dạng dao động bất kỳ. Tỷ số cản được ấn định cho các hàm dạng dao động được lựa chọn dựa trên cơ sở dữ liệu thu thập từ các kết cấu thực tế chịu tải trọng động đất [6-10]. Chính nhờ sự tiện lợi về mặt toán học, sự giới hạn trong việc nắm rõ cơ chế hình thành sức cản nội tại, và tính bất khả thi trong việc xây dựng ma trận cản dựa trên đặc trưng vật lý của kết cấu thực tế (tương tự việc tính toán cho ma trận độ cứng), cho nên mô hình cản Rayleigh được ứng dụng rộng rãi trong các ngành kỹ thuật khác nhau [11].

Mô hình cản Rayleigh cổ điển về sau được tổng quát hóa bởi Caughey và cộng sự [12, 13], kết quả nghiên cứu cho ra mô hình Caughey, đây là mô hình với *n*-tham số cho phép lựa chọn tỷ số cản tại hàm dạng thứ *n* bất kỳ và dự đoán tỷ số cản ở tất cả các hàm dạng còn lại. Mô hình cản Caughey đã giải quyết một trong những thiếu sót lớn nhất của mô hình Rayleigh, đó là không có khả năng xác định trực tiếp các hệ số cản cho nhiều (nhiều hơn hai) hàm dạng, trong

đó các tỷ số cản được đo bằng thực nghiệm thường được thực hiện một cách đơn giản [9, 10].

Phát triển tiếp mô hình Caughey, Wilson và Penzien đề xuất một phương pháp nhằm giải quyết sự mất ổn định của phương pháp số trong tính toán các hệ số của mô hình Caughey [14]. Trong đó, Wilson-Penzien cho phép lựa chọn tỷ số cản cho nhiều hàm dạng bậc cao. Caughey và Wilson-Penzien đều sử dụng phương pháp cản cổ điển, đó là tính trực giao phương thức và rời rạc hóa các ma trận phụ thuộc, cho phép phân tích mô hình cản với các ẩn ở dạng phương trình tuyến tính. Mặc dù cả hai mô hình Caughey và Wilson-Penzien đều cho phép điều khiển hệ số cản của kết cấu với nhiều hàm dạng, nhưng khả năng ứng dụng của các phương pháp đều bị hạn chế trong thực tế vì mô hình yêu cầu sự sáng tỏ, rõ ràng về tỷ số cản ở nhiều hơn hai hàm dạng và tạo ra các ma trận cản được điền đầy đủ, điều này làm tiêu tốn thêm nhiều tài nguyên tính toán [2-4, 15, 16]. Ngược lại, mô hình cản Rayleigh là sự kết hợp tuyến tính của ma trận khối lượng và độ cứng sẵn có; từ đó dẫn đến các ma trận cản duy trì độ thưa (sparsity) của ma trận độ cứng, hai ưu điểm vượt trội này giúp Rayleigh trở thành mô hình cản nhớt phổ biến nhất thường được ứng dụng trong việc phân tích kết cấu trên miền thời gian. Cũng vì lý do đó, các phần mềm nghiên cứu như Ansys, Abaqus vẫn sử dụng Rayleigh để tính toán hệ số cản cho kết cấu. Tuy nhiên điều này cũng cần được kiểm chứng thêm để đánh giá độ chính xác, đó cũng chính là lý do nghiên cứu này được hình thành.

Mô hình cản Rayleigh mặc dù đã được kiểm chứng độ chính xác khá nhiều kể cả cho kết cấu làm việc trong miền đàn hồi lẫn ngoài miền đàn hồi. Hầu hết các kết quả tính toán độ cản để phân tích phản ứng của kết cấu trên miền thời gian đã được nhiều tác giả chứng minh và cải thiện độ chính xác liên tục trong suốt thời gian qua [2, 10, 11, 17]. Tuy nhiên đối với cơ hệ có sử dụng bể chúa chất lỏng như thiết bị giảm chấn (Tuned Liquid Dampers-TLD) thì chưa có nhiều nghiên cứu để tính toán cản cũng như phản ứng dao động của cơ hệ dưới tác dụng của tải trọng động [18]. Lý do của việc có ít nghiên cứu về tính toán cản của cơ hệ TLD là vì sự phức tạp trong việc mô phỏng số của hai miền rắn-lỏng làm việc đồng thời trong TLD và kết cấu cần điều khiển dao động. Và một trong những mục tiêu của bài báo này là sử dụng mô hình Rayleigh để tính toán cản và đáp ứng dao động của cơ hệ có sử dụng bể chất lỏng làm thiết bị giảm chấn. Phương pháp số kết hợp với thực nghiệm, là điểm mới trong bài báo này đó cho thấy độ chính xác của phương pháp cản Rayleigh, hoàn toàn có thể áp dụng được trong nghiên cứu đặc biệt đối với các kết cấu có mode 1 tham gia dao động chủ đạo (>90%).

Đối với cơ hệ đa môi trường vật lý (rắn, lỏng đồng thời) trước đây có các phương pháp bán thực nghiệm dựa trên nền tảng mô hình TLD với mực nước nông [19, 20], bằng cách xem mô hình cơ học tương đương của TLD là thông số động cho mục đích thiết kế [21] hoặc một hệ thống các lò xo khối lượng tương đương gắn vào thành bể [22]. Còn tại nghiên cứu này, các tác giả phân tích bằng phương pháp số có đối chiếu thực nghiệm sự làm việc đồng thời của kết cấu rắn và lỏng. Cụ thể, một mô hình kết cấu thép khi có và khi không sử dụng TLD như thiết bị giảm chấn được sử dụng làm đối tượng phân tích đặc trưng cản. Kết quả tính toán được kiểm chứng trên thí nghiệm trên bàn lắc được chế tạo tại Khoa Xây dựng - Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP.HCM.

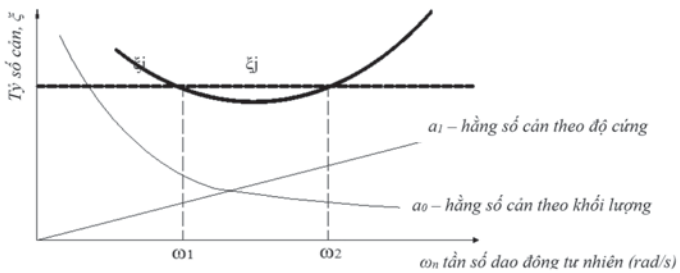
Bài báo được chia ra làm 4 phần (1) giới thiệu (2) Tổng quan về mô hình cản Rayleigh (3) thiết kế mô hình thí nghiệm (4) Thiết kế thiết bị giảm chấn chất lỏng (5) Tiến hành thí nghiệm và (6) Kết luận.

2 TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH CẢN RAYLEIGH

Trong mô hình cản Rayleigh, ma trận cản **C**, được mô tả bằng cách tổ hợp tuyến tính ma trận khối lượng **M** và ma trận độ cứng **K** với vector vận tốc của cơ hệ [13]. Cụ thể, **C** có thể được biểu diễn như sau:

$$\mathbf{C} = a_0\mathbf{M} + a_1\mathbf{K} \quad (1)$$

Trong đó a_0 và a_1 là hai hệ số phương trình với đơn vị lần lượt là s^{-1} và s. Đối với cả hai thành phần của phương trình (1), **C** là ma trận đường chéo có tính chất trực giao do đó mô hình Rayleigh còn được gọi là mô hình cản cổ điển.



Hình 1. Quan hệ tần số - tỷ số cản trong cản Reyleigh

Tỷ số cản ở hàm dạng thứ n^{th} (ξ_n) của cơ hệ có thể được tính toán [10]:

$$\xi_n = \frac{a_0}{2}\frac{1}{w_n} + \frac{a_1}{2}w_n \quad (2)$$

Trong đó ω_n là tần số dao động vòng tại hàm dạng thứ n. Hệ số a_0 và a_1 được tính toán bằng cách xác định trước hai tỷ số cản ξ_i và ξ_j cho hai hàm dạng thứ i^{th} và j^{th} tại tần số là ω_i và ω_j. Giả sử hàm dạng thứ i^{th} và j^{th} có cùng tỷ số cản (ξ), a_0 và a_1 được viết lại như sau:

$$a_0 = \xi\frac{2\omega_i\omega_j}{\omega_i + \omega_j}; a_1 = \xi\frac{2}{\omega_i + \omega_j} \quad (3)$$

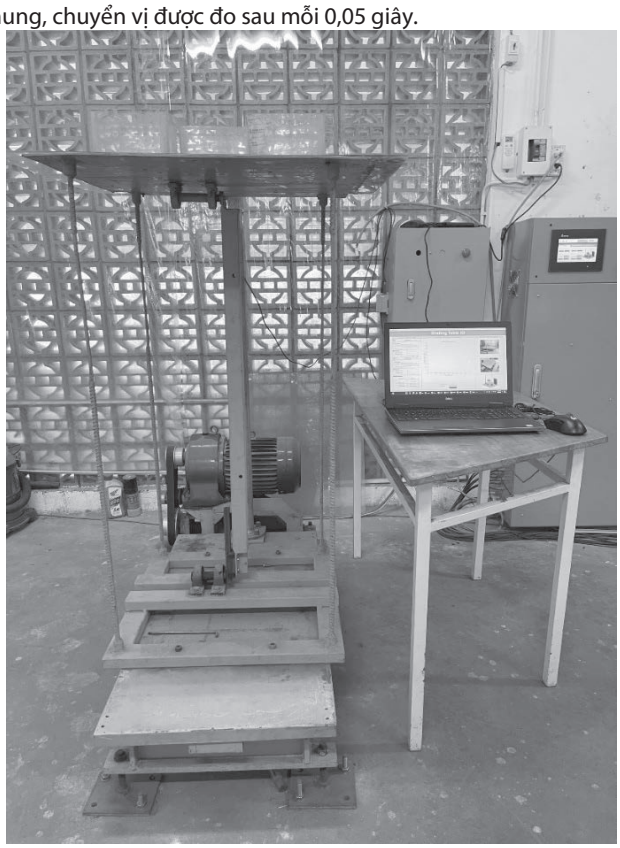
Trong trường hợp đơn giản của cản Rayleigh, thì thành phần hằng số cản theo khối lượng ($a_0 = 0$) hoặc thành phần cản độ cứng ($a_1 = 0$). Đối với các mô hình cản có khối lượng tỷ lệ và độ cứng tỷ lệ, tỷ số cản được đơn giản hóa xem như có một giá trị ξ được xác định ở một tần số duy nhất.

Trong nghiên cứu này, một trong những vấn đề quan trọng cần giải quyết chính là đánh giá đúng tỷ số cản ξ và ma trận cản **C** cho một khung thép bằng phương pháp Rayleigh khi có sử dụng và không sử dụng bể nước mái làm thiết bị giảm chấn. Khi khung thép có TLD, tỷ số cản ξ của khung tăng lên rất nhiều, tuy nhiên các nghiên cứu trước đây chưa có nhiều phương pháp để xác định được tỷ số cản này trong trường hợp cơ hệ có đa trường vật liệu làm việc đồng thời. Để kiểm chứng độ chính xác mô hình Rayleigh, thí nghiệm trên bàn lắc được tiến hành cho khung thép sau đó kết quả được so sánh với mô phỏng số với sự hỗ trợ của Ansys.

3 THIẾT KẾ MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM - DESIGN OF TEST STRUCTURE

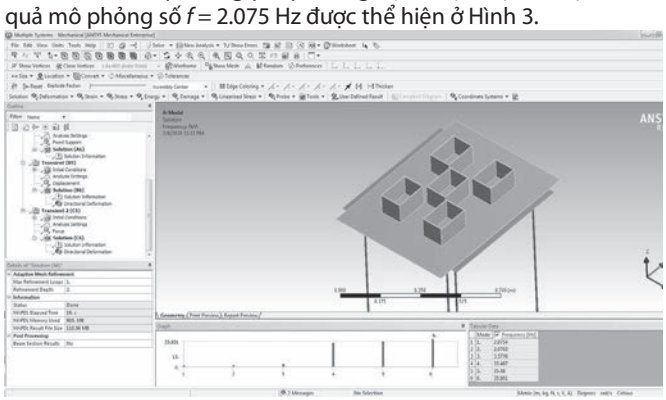
Như có thể thấy trong Hình 1, kết cấu thử nghiệm là khung thép chịu mômen một tầng được thiết kế. Chiều cao của khung thép là 1100 mm. Chiều dài nhịp của dầm theo cả hai hướng chính là 520x520 mm. Mỗi cột của kết cấu thử nghiệm bao gồm ba tấm thép. Các tấm thép có chiều rộng 650x650 mm và độ dày thép sàn là 5 mm. Tấm sàn được kết nối với khung thông qua liên kết hàn. Việc kết nối các cột với các tấm đế được thực hiện thông qua năm bu lông và một số tấm gia cố. Các tấm đế nằm trên hai rãnh thép cứng được bắt vít vào bệ của bàn lắc. Để tăng độ cứng theo phương ngoài mặt phẳng dao động, thanh giằng hình chữ I được lắp đặt thẳng đứng ngay bên dưới ô sàn, nhưng thanh giằng I không khống chế dao động của khung nhờ cơ cấu trượt như Hình 2. Tần số tự nhiên thứ nhất 2,085 Hz. Các giá trị số thu được cho khối lượng phương

thức hiệu quả và tần số tự nhiên đã được xác minh thông qua so sánh với kết quả thu được từ các thử nghiệm thực nghiệm. Tại đỉnh khung, chuyển vị được đo sau mỗi 0,05 giây.



Hình 2. Khung thép thí nghiệm

Tần số của khung thép có thể được tính toán bằng mô phỏng số để đối chiếu với phương pháp thí nghiệm thực hiện ở mục 4.1. Kết quả mô phỏng số *f* = 2.075 Hz được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Tần số dao động khung tính bằng Ansys

3.1 Tính toán đặc trưng cản cho khung thép

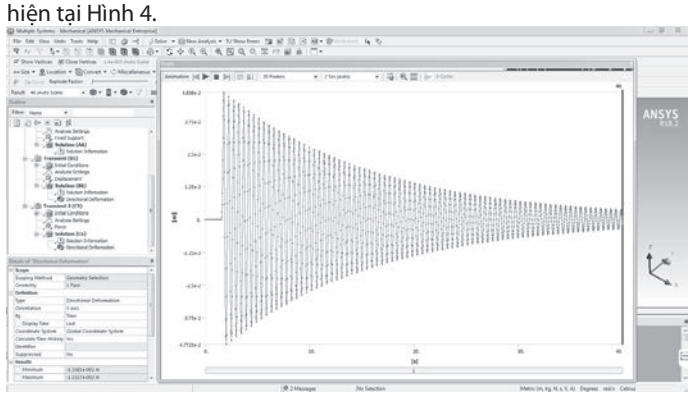
Tỷ số cản của kết cấu đặc được tính toán bằng phương pháp giảm logarit. Đường cong suy giảm thu được trong phòng thí nghiệm bằng cách kích thích sự cộng hưởng của các chế độ khác nhau. Phương trình tính ξ là

$$\delta = \frac{1}{n}\ln\frac{u_s}{u_{n+s}} = \frac{2\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \quad (4)$$

$$\xi = \frac{\delta/2\pi}{\sqrt{1+(\delta/2\pi)^2}} \quad (5)$$

trong đó δ là độ giảm logarit, là giá trị cực đại của dao động và n là số khoảng thời gian.

Tại mục này, mô phỏng số để phân tích cho khung thép dao động tự do. $\xi = 0.5\%$ được dùng để phân tích khung chịu dao động tự do trên Ansys và đối chiếu với thí nghiệm, kết quả chuyển vị đỉnh từ mô phỏng thể hiện ở Hình 3. Kết quả mô phỏng được thể hiện tại Hình 4.



Hình 4. Dao động tự do của khung thép

3.2 Thiết kế hệ bể chứa chất lỏng giảm chấn

Bể chứa chất lỏng được thiết kế để có tần số tự nhiên tiệm cận với tần số dao động của khung thép, cụ thể là nằm trong khoảng $0.95 f_n \rightarrow 1.05 f_n$. Khung thép có tần số $f = 2.08(Hz)$. Do đó, TLD cũng sẽ được thiết kế ở tần số này. Tần số TLD được tính toán bởi công thức:

$$f_i = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi g}{L}\tanh\left(\frac{\pi h}{L}\right)} \quad (6)$$

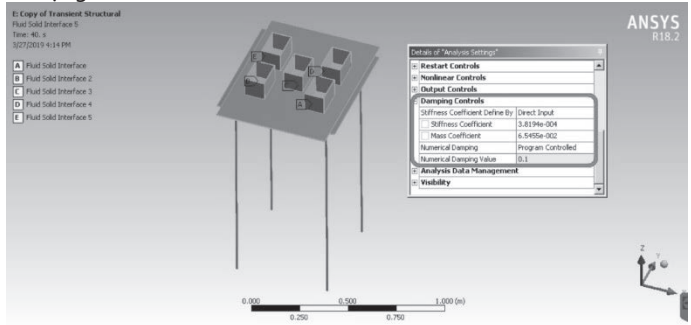
Từ đó có được kết quả thiết kế TLD kích thước 0.15*0.1*0.1 (m^3) với tần số bể khi chứa 20mm chiều cao nước f_{TLD} = 2.08 *Hz* như ở Bảng 1. Chi tiết có thể xem thêm ở các nghiên cứu trước đây của cùng tác giả.

Bảng 1. Tóm tắt thiết kế TLD cho khung thép

STT	$m_{khung} + m_{be}$ (kg)	m_{TLD} (kg)	f_{TLD} (Hz)	h_{TLD} (mm)	Ghi chú
1	22.3	0.269	1.99829	18	
2		0.284	2.04231	19	
3		0.299	2.08398	20	Bể thiết kế
4		0.314	2.12345	21	
5		0.329	2.16083	22	

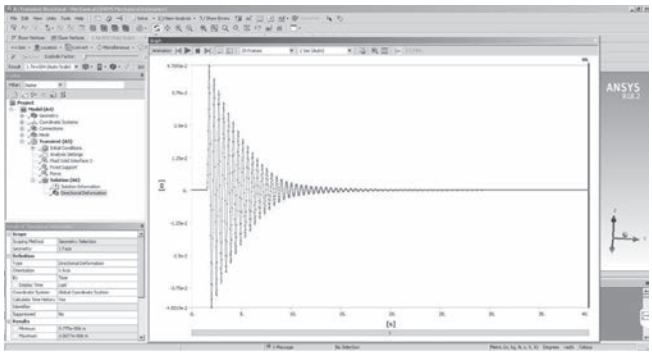
3.3 Mô phỏng khung dao động tự do với hệ MTLD

Khung thép với TLD được mô phỏng và đối chiếu với kết quả thí nghiệm ở mục 4. Trong đó hằng số độ cứng và khối lượng được sử dụng là a_0 = 3.8914e-4 và a_1 = 0.0651912.



Hình 5. Thông số đầu vào mô hình khung thép

Kết quả mô phỏng số cho khung thép có 1 TLD được thể hiện tại Hình 6.



Hình 6. Kết quả dao động tự do từ Ansys

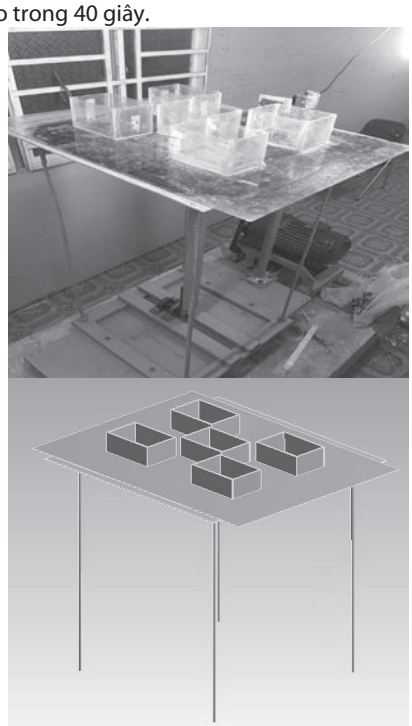
So sánh kết quả chuyển vị đỉnh tắt dần của khung thép không có TLD ở Hình 4 và khung thép có TLD ở Hình 6, dễ dàng thấy được rằng, khung thép có trang bị TLD, thời gian tắt dần khi dao động tự do là rất ngắn và nhanh hơn rất nhiều so với khi không có TLD. Thời gian giảm 90% dao động tắt dần khi có trang bị TLD là 5s, trong khi đó khi không có TLD là sau 40s.

4 THÍ NGHIỆM

Công việc thí nghiệm bao gồm các thử nghiệm dao động tự do tương tự như quá trình mô phỏng số để đánh giá độ cản, sự tắt dần của khung thép. Các thử nghiệm rung tự do được lặp lại ba lần và kết quả trung bình thu được được báo cáo trong bài báo này. Tần số tự nhiên và hệ số giảm chấn của kết cấu được tính toán từ các thử nghiệm rung tự do. Các thử nghiệm dao động tự do cũng được sử dụng để xác định khả năng giảm chấn của cơ hệ có TLD. Các thử nghiệm rung cưỡng bức được sử dụng để xác định hình dạng chế độ và phản ứng động của cấu trúc trần.

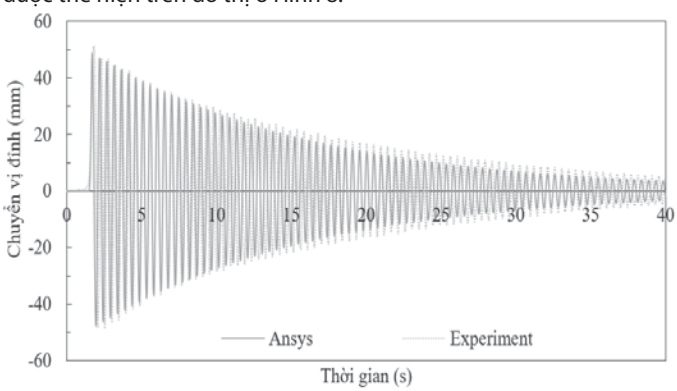
4.1 Kết quả dao động tự do của khung thép không có TLD

Để tính toán tần số riêng và hệ số giảm chấn của kết cấu trần, một loạt thử nghiệm rung tự do đã được thực hiện. Chuyển vị đỉnh của khung thép như Hình 7 được kéo ra khỏi vị trí cân bằng khoảng 50 mm và sau đó được thả ra để dao động tự do. Chuyển vị đỉnh khung được đo trong 40 giây.



Hình 7. Hệ khung - bể trong thực tế và mô phỏng

Kết quả thí nghiệm được đối chiếu với mô phỏng số ở mục 3 và được thể hiện trên đồ thị ở Hình 8.



Hình 8. Chuyển vị đỉnh khung dao động tự do so sánh Ansys

Để xác định được tỷ số cản để tính toán hệ số a_0 và a_1 trong mô phỏng số, từ thí nghiệm dao động tự do của khung thép tại Hình 8 và xét chuyển vị đỉnh tại thời điểm $\begin{cases} t_1 = 25.2(s) \rightarrow A_1 = 11.62(mm) \\ t_2 = 29.85(s) \rightarrow A_2 = 8.5(mm) \end{cases}$ tương ứng với số chu kì thực hiện m =10. Xét các chu kỳ liên tục của dao động khi chuyển vị đỉnh giảm từ 50 mm xuống dưới 30 mm (8 chu kỳ), bằng công thức xác định tần số có cản f_d, tính được tần số riêng của khung f_s = 2.08 *Hz* như mô phỏng số ở mục 3. Khi đó tỷ số cản được tính toán lại như sau [23]

$$\delta_{tb} = \frac{1}{m}\ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) = \frac{1}{10}\times\ln\left(\frac{11.62}{8.5}\right) = 0.0313$$

$$\rightarrow \xi_{tb} = \frac{\delta_{tb}}{\sqrt{(2\pi)^2 + \delta_{tb}^{\ 2}}} = \frac{0.0313}{\sqrt{(2\pi)^2 + 0.0313^2}} \approx 0.005 = 0.5\%$$

Chu kì và tần số dao động có tỉ số cản ξ = 0.5 %:

$$T_d = \frac{t_2 - t_1}{m} = \frac{29.85 - 25.2}{10} = 0.47(s) \rightarrow f_d = \frac{1}{T_d} = \frac{1}{0.4} = 2.1(Hz)$$

Đồ thị ở Hình 8 cho thấy tần số tự nhiên giữa chuyển vị đỉnh khung của thí nghiệm và của Ansys là hoàn toàn tương tự như nhau, có thể sử dụng được trong nghiên cứu (tỷ số cản ξ = 0.5%). Như vậy, kết quả tần số giữa mô phỏng và thí nghiệm đều cho ra cùng giá trị chứng tỏ bàn lắc tự chế tạo đáng tin cậy.

4.2 Kết quả thí nghiệm dao động tự do của kết cấu có trang bị TLD

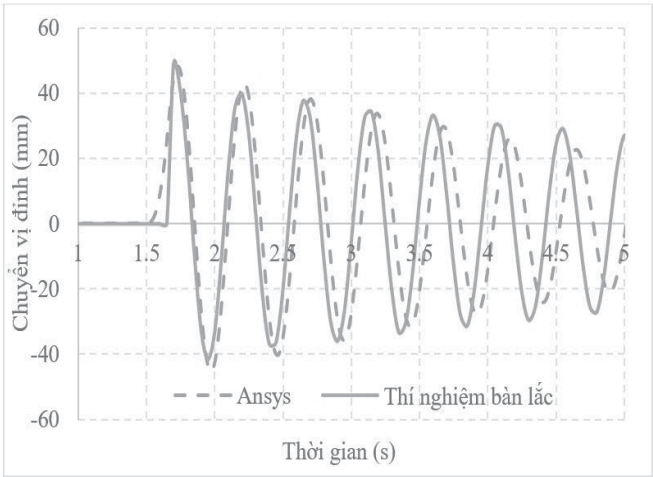
Trong mục này, khung có trang bị TLD được thí nghiệm và so sánh với kết quả mô phỏng số ở mục 3.3, kết quả được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Đặc trưng tần số và độ cản

Mode	ANSYS	Thực nghiệm	Tỷ số cản ξ = 0.005
1	2.0747	2.1	$a_0 = 0.0651912$
2	2.0755		$a_1 = 0.00038349$
3	3.6422		

$$\begin{Bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{Bmatrix} = \frac{2\xi}{\omega_i + \omega_j} \begin{Bmatrix} \omega_i\omega_j \\ 1 \end{Bmatrix}$$

Kết quả dao động được vẽ lại tại đồ thị



Hình 9. So sánh dao động khung thép có 1TLD giữa thí nghiệm và Ansys

Từ đồ thị tại Hình 9 cho thấy, dao động tự do của bàn lắc và Ansys có chu ky gần như tương đương nhau, kết quả tính toán tỷ số cản như nhau cho cả hai phương pháp FEM và thí nghiệm. Sự sai khác giữa thực tế và mô phỏng số do quá trình dao động lượng nước trong khung TLD bị văng tóe ra khỏi bể theo thời gian.

5 KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy phương pháp cản Rayleigh hoàn toàn phù hợp để sử dụng tính toán độ cản cũng như các đặc trưng động lực học của kết cấu. Tần số của khung thép được xác định bằng phương pháp dao động tự do tiến hành trên thí nghiệm bàn lắc, tần số khung thí nghiệm (2.1 Hz) là phù hợp so với kết quả mô phỏng số từ phần mềm Ansys (2.08 Hz). Và đặc biệt khi công trình có sử dụng bể chứa chất lỏng như thiết bị kháng chấn, kết quả thí nghiệm và mô phỏng số cho thấy, phương pháp Rayleigh hoàn toàn phù hợp để sử dụng cho việc tính toán độ cản kết cấu trong bài toán động lực học. Để mở rộng cho các nghiên cứu trong tương lai, nhóm nghiên cứu sẽ thực hiện thêm việc phân tích các mô hình với nhiều quy mô khác nhau.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgment

This work belongs to the project grant No: T2023-147 funded by Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

Data Availability Statement

The data presented in this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethical approval: This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] M. J. N. Priestley and D. N. Grant, "VISCOUS DAMPING IN SEISMIC DESIGN AND ANALYSIS," *Journal of Earthquake Engineering,* vol. 9, pp. 229-255, 2005/01/01 2005.

[2] F. A. Charney, "Unintended Consequences of Modeling Damping in Structures," *Journal of Structural Engineering,* vol. 134, pp. 581-592, 2008.

[3] A. K. Chopra and F. McKenna, "Modeling viscous damping in nonlinear response history analysis of buildings for earthquake excitation," *Earthquake Engineering & Structural Dynamics,* vol. 45, pp. 193-211, 2016.

[4] A. M. Puthanpurayil, O. Lavan, A. J. Carr, and R. P. Dhakal, "Elemental damping formulation: an alternative modelling of inherent damping in nonlinear dynamic analysis," *Bulletin of Earthquake Engineering,* vol. 14, pp. 2405-2434, 2016/08/01 2016.

[5] J. E. Luco and A. Lanzi, "A new inherent damping model for inelastic time-history analyses," *Earthquake Engineering & Structural Dynamics,* vol. 46, pp. 1919-1939, 2017.

[6] A. P. Jeary, "Damping in tall buildings-a mechanism and a predictor," *Earthquake Engineering & Structural Dynamics,* vol. 14, pp. 733-750, 1986.

[7] S. Lagomarsino, "Forecast models for damping and vibration periods of buildings," *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,* vol. 48, pp. 221-239, 1993/10/01/ 1993.

[8] Q. S. Li, K. Yang, N. Zhang, C. K. Wong, and A. P. Jeary, "Field measurements of amplitude-dependent damping in a 79-storey tall building and its efects on the structural dynamic responses," *The Structural Design of Tall Buildings,* vol. 11, pp. 129-153, 2002.

[9] N. Satake, K.-i. Suda, T. Arakawa, A. Sasaki, and Y. Tamura, "Damping Evaluation Using Full-Scale Data of Buildings in Japan," *Journal of Structural Engineering,* vol. 129, pp. 470-477, 2003.

[10] C. Cruz and E. Miranda, "Evaluation of the Rayleigh damping model for buildings," *Engineering Structures,* vol. 138, pp. 324-336, 2017/05/01/ 2017.

[11] M. Salehi and P. Sideris, "Enhanced Rayleigh Damping Model for Dynamic Analysis of Inelastic Structures," *Journal of Structural Engineering,* vol. 146, p. 04020216, 2020.

[12] T. K. Caughey, "Classical Normal Modes in Damped Linear Dynamic Systems," *Journal of Applied Mechanics,* vol. 27, pp. 269-271, 1960.

[13] T. K. Caughey and M. E. J. O'Kelly, "Classical Normal Modes in Damped Linear Dynamic Systems," *Journal of Applied Mechanics,* vol. 32, pp. 583-588, 1965.

[14] E. L. Wilson and J. Penzien, "Evaluation of orthogonal damping matrices," *International Journal for Numerical Methods in Engineering,* vol. 4, pp. 5-10, 1972.

[15] J. F. Hall, "Problems encountered from the use (or misuse) of Rayleigh damping," *Earthquake Engineering & Structural Dynamics,* vol. 35, pp. 525-545, 2006.

[16] E. Smyrou, M. J. N. Priestley, and A. J. Carr, "Modelling of elastic damping in nonlinear time-history analyses of cantilever RC walls," *Bulletin of Earthquake Engineering,* vol. 9, pp. 1559-1578, 2011/10/01 2011.

[17] F. Zareian and R. A. Medina, "A practical method for proper modeling of structural damping in inelastic plane structural systems," *Computers & Structures,* vol. 88, pp. 45-53, 2010/01/01/ 2010.

[18] V. Vîlceanu, I. Kavrakov, and G. Morgenthal, "Coupled numerical simulation of liquid sloshing dampers and wind–structure simulation model," *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,* vol. 240, p. 105505, 2023/09/01/ 2023.

[19] L. M. Sun and Y. Fujino, "A Semi-Analytical Model for Tuned Liquid Damper (TLD) with Wave Breaking," *Journal of Fluids and Structures,* vol. 8, pp. 471-488, 1994/07/01/ 1994.

[20] C. G. Koh, S. Mahatma, and C. M. Wang, "Theoretical and experimental studies on rectangular liquid dampers under arbitrary excitations," *Earthquake Engineering & Structural Dynamics,* vol. 23, pp. 17-31, 1994.

[21] X. Deng and M. J. Tait, "Equivalent mechanical models of tuned liquid dampers with different tank geometries," *Canadian Journal of Civil Engineering,* vol. 35, pp. 1088-1101, 2008.

[22] M. V. G. de Morais, A. A. O. Lopez, J. F. Martins, and L. J. Pedroso, "Equivalent mechanical model of rectangular container attached to a pendulum compared to experimental data and analytical solution," *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering,* vol. 42, p. 143, 2020/02/20 2020.

[23] S. S. Rao and F. F. Yap, *Mechanical Vibrations*: Prentice Hall, 2011.

■Ngày nhận bài: 14/5/2024 ■Ngày sửa bài: 13/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Dự báo khả năng chống xuyên thủng của sàn phẳng BTCT bằng kỹ thuật trí tuệ nhân tạo

Forecasting the punching shear capacity of reinforced concrete flat slabs using artificial intelligence techniques

> KS ĐỖ NHẬT MINH[1], TS TRƯƠNG ĐÌNH NHẬT[2*], PGS.TS NGUYỄN HỮU ANH TUẤN[3], THS LÊ THỊ THÙY LINH[4]

[1] HVCH Ngành Kỹ thuật xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc TP.HCM, Email: 22xd06@uah.edu.vn

[2] GV Khoa Xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc TP.HCM, Email: nhat.truongdinh@uah.edu.vn

[3] GV Khoa Xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc TP. HCM; Email: tuan.nguyenhuuanh@uah.edu.vn

[4] GV Khoa Sư phạm Công nghiệp, ĐH Sư phạm Kỹ thuật, ĐH Đà Nẵng, Email: lttlinh@ute.udn.vn

*Corresponding author

TÓM TẮT

Nghiên cứu này phát triển một mô hình trí tuệ nhân tạo có khả năng tự điều chỉnh các thông số bằng thuật toán tối ưu hóa để dự báo khả năng chống xuyên thủng của sàn phẳng bê tông cốt thép. Một bộ dữ liệu gồm 511 mẫu được thu thập từ nghiên cứu trước. Các mô hình đơn, hỗn hợp từ 4 mô hình cơ bản bao gồm mạng thần kinh nhân tạo (ANN), hồi quy vec-tơ hỗ trợ (SVR), hồi quy tuyến tính (LR) và cây phân loại và hồi quy (CART) được đánh giá và tìm ra mô hình tốt nhất. Mô hình tìm ra sẽ được kết hợp với thuật toán tối ưu hóa Jellyfish search (JS) để tối ưu hóa các siêu tham số nhằm nâng cao độ chính xác của mô hình, là mô hình JS-Stacking-LSSVR. Kết quả so sánh cho thấy mô hình được đề xuất có độ chính xác vượt trội so với các mô hình khác, kể cả các mô hình đã được công bố trước đây. Điều này chứng tỏ rằng, mô hình JS-Stacking-LSSVR là công cụ dự báo khả năng chống xuyên thủng của sàn phẳng bê tông cốt thép với độ chính xác cao, có thể áp dụng trong thiết kế và phân tích kết cấu bê tông cốt thép.

Từ khóa: Sức kháng xuyên thủng; sàn phẳng BTCT; học máy; tối ưu hóa; Jellyfish search.

ABSTRACT

This study developed an artificial intelligence model capable of automatically adjusting parameters through an optimization algorithm to predict the punching shear capacity of reinforced concrete flat slabs. A dataset of 511 samples was collected from a prior study. Ensemble models were created using four base models: Artificial Neural Networks (ANN), Support Vector Regression (SVR), Linear Regression (LR), and Classification and Regression Trees (CART), which were then evaluated and selected. The hybrid model was further optimized using the Jellyfish Search (JS) algorithm to improve the accuracy of the stacking-LSSVR model, aiming for highly precise predictions. The selected model, in combination with the JS optimization algorithm, optimized the hyperparameters, further enhancing its accuracy. Consequently, the JS-Stacking-LSSVR model is a highly reliable tool for predicting the punching shear resistance of reinforced concrete flat slabs, making it applicable in the design and structural analysis of reinforced concrete systems.

Keywords: Punching shear strength; reinforced concrete flat slabs; machine learning; optimization; Jellyfish search.

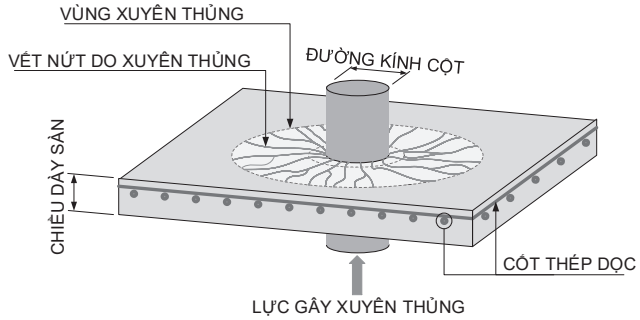
1. GIỚI THIỆU

Sàn phẳng bê tông cốt thép (BTCT) là một phương án được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp bởi các lợi ích về tính kinh tế và kỹ thuật mà nó mang lại. Việc ứng dụng sàn phẳng không chỉ giúp tiết kiệm thời gian và chi phí mà còn góp phần nâng cao chất lượng cũng như tính thẩm mỹ của công trình. Tuy nhiên phương pháp này có một nhược điểm đó là tại các vị trí liên kết giữa cột và sàn, chiều dày của bản sàn khá nhỏ dẫn đến sàn sẽ dễ bị phá hoại do lực cắt gây xuyên thủng [1].

Từ những năm 1950, lực cắt xuyên thủng đã được xem là một mối quan tâm lớn của ngành xây dựng [2]. Xuyên thủng là một dạng phá hoại cắt trong vùng không liên tục ứng suất giữa sàn phẳng và cột. Xuất hiện khi có vết nứt nghiêng xung quanh cột và làm cho sàn đột ngột tách ra khỏi cột. Đây là một dạng phá hoại giòn, xảy ra khi cốt thép chịu uốn chưa xuất hiện chảy dẻo [3]. Loại phá hoại này thường xảy ra đột ngột mà không có bất kỳ dấu hiệu cảnh báo trước và thường gây sụp đổ một phần hoặc hoàn toàn công trình. Do vậy, lực cắt gây xuyên thủng vẫn là một vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu.

Phương pháp học máy đã và đang được các nhà khoa học tập trung trong những năm gần đây do khả năng phân tích dữ liệu của nó tốt hơn các phương pháp truyền thống. H. Akbarpour và M. Akbarpour [4] kết hợp phân tích mô hình mạng thần kinh nhân tạo ANN và ANFIS để dự báo lực kháng xuyên thủng của sàn phẳng. Nghiên cứu sử dụng cơ sở dữ liệu 189 mẫu thí nghiệm từ các nghiên

cứu trước để đánh giá độ chính xác của mô hình. Kết quả cho thấy các giá trị thu được đều có sai số không đáng kể.



Hình 1. Cơ chế phá hoại do chọc thủng

D.-N. Truong và cộng sự (2024) [5] đề xuất một mô hình lai mới JS-LSSVR để dự báo được chính xác lực cắt xuyên thủng của sàn phẳng BTCT không có cốt ngang dưới tác dụng của tải trọng tập trung. Mô hình lai JS-LSSVR sử dụng thuật toán trí tuệ bầy đàn JS kết hợp với phương pháp học máy LSSVR. Kết quả mô hình JS-LSSVR cho kết quả dự báo có độ chính xác cao hơn so với mô hình lai với các thuật toán tối ưu phổ biến khác như đàn ong nhân tạo ABC, tiến hóa DE, di truyền GA, lai ghép sói xám GWO, tối ưu bầy đàn PSO và tối ưu cá voi WO khi kết hợp với phương pháp học máy LSSVR.

Có thể thấy rằng, phương pháp học máy đã được ứng dụng rộng rãi trong các nghiên cứu để xác định khả năng kháng chọc thủng của sàn phẳng BTCT. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu đều đề xuất mô hình đơn hoặc mô hình đơn kết hợp thuật toán tối ưu. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá và lựa chọn các mô hình hỗn hợp từ 4 mô hình cơ bản bao gồm mạng thần kinh nhân tạo (ANN), hồi quy vec-tơ hỗ trợ (SVR), hồi quy tuyến tính (LR) và cây phân loại và hồi quy (CART). Sau đó, kết hợp mô hình hỗn hợp với thuật toán tối ưu hóa Jellyfish search (JS) để nâng cao hiệu suất của mô hình.

Các kết quả cho thấy mô hình Stacking-SVR cho hiệu suất cao nhất. Tuy nhiên mô hình SVR vẫn còn một số hạn chế về độ nhạy của tham số khiến cho chỉ số sai số phần trăm tuyệt đối trung bình (MAPE) và hệ số tổng hợp SI chưa đạt được giá trị tốt nhất. Nghiên cứu này sử dụng mô hình hồi quy vector hỗ trợ bình phương nhỏ nhất (Least squares support vector regression - LSSVR) là một cải tiến của SVR nhằm giải quyết các vấn đề trên. Thuật toán tối ưu hóa Jellyfish search (JS) được sử dụng để tối ưu hóa các siêu tham số của mô hình LSSVR để nâng cao hiệu suất của mô hình dự báo. Kết quả cho thấy mô hình JS- Stacking-LSSVR đem lại hiệu suất tính toán khả quan và đầy hứa hẹn để dự báo sức kháng chọc thủng của sàn phẳng BTCT.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các mô hình học máy

Mô hình mạng thần kinh nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN) được lấy cảm hứng từ cấu trúc và hoạt động của hệ thần kinh con người. Cấu trúc cơ bản của mô hình ANN gồm 3 lớp dữ liệu chủ yếu: đầu vào, ẩn và đầu ra. Mỗi nơ-ron sẽ kết hợp với một sự điều chỉnh về trọng số và độ lệch chuẩn của dữ liệu đầu vào.

Mô hình máy vec-tơ hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM) là mô hình học máy có giám sát, được phát triển ban đầu bởi Vapnik (1995) [6]. Mô hình hồi quy vec-tơ hỗ trợ (Support vector machine for regression – SVR) và mô hình hồi quy vec-tơ hỗ trợ cực tiểu (Least square support vector machine-LSSVR) được xây dựng trên cơ sở SVM.

Mô hình hồi quy tuyến tính (Linear Regression - LR) được sử dụng để tìm ra hàm tuyến tính tốt nhất để biểu diễn mối quan hệ giữa các biến đầu vào và đầu ra [7].

Mô hình cây phân loại và hồi quy (Classification And Regression Tree - CART) có cấu trúc cây được dùng để phân tích cho các biến phân loại (cây phân loại) hoặc bằng số (cây hồi quy). Mỗi nút bên trong CART có một quy tắc phân vùng để kiểm tra thuộc tính. Mỗi nhánh được thể hiện bằng kết quả kiểm tra trước.

2.2. Các kỹ thuật kết hợp mô hình

Voting được xem là kỹ thuật kết hợp các mô hình đơn giản nhất cả về khái niệm phương pháp thực hiện. Voting trung bình hóa dữ liệu đầu ra của các mô hình mục tiêu khi thực hiện dự báo.

Kỹ thuật Bagging tạo ra ngẫu nhiên n tập dữ liệu phụ độc lập từ tập dữ liệu đào tạo gốc và đào tạo riêng rẽ mỗi mô hình. Cuối cùng, mô hình dự báo được xây dựng bằng cách tính trung bình các giá trị đầu ra của mô hình hoặc lựa chọn mô hình có xác suất xuất hiện lớn nhất.

Stacking là kỹ thuật tổng hợp có cấu trúc phân cấp do Wolpert (1992) [8] đề xuất. Dữ liệu đầu ra của lớp phân loại đầu tiên được tùy chỉnh để đào tạo lớp phân loại thứ hai. Sau đó, dữ liệu tiếp tục được xếp chồng và dùng meta-learning để tập hợp các mẫu thu được từ base-learner và tối ưu dự báo đưa ra.

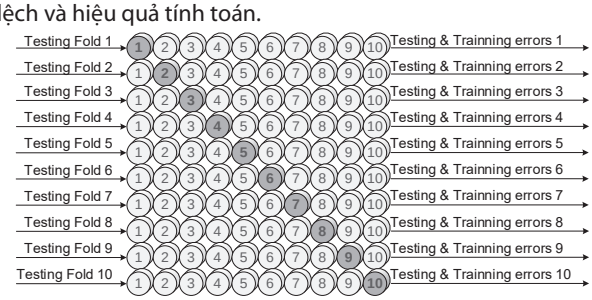
2.3. Lý thuyết tối ưu hóa về tìm kiếm sứa Jellyfish Search (JS)

Thuật toán tối ưu Jellyfish Search (JS) được công bố năm 2021 bởi Chou và Truong [9]. JS được lấy cảm hứng từ hành vi loài sứa và hiện tượng sứa "nở hoa" trong tự nhiên. Cơ chế hoạt động của thuật toán: (1) Bầy sứa vừa xuôi theo dòng chảy của đại dương vừa di chuyển bên trong bầy. Thời gian di chuyển của bầy sứa được mô hình hóa hàm kiểm soát thời gian của thuật toán tối ưu, (2) Sự di chuyển của bầy sứa để tìm kiếm vị trí có thức ăn được mô phỏng thành 02 loại chuyển động: bị động và chủ động. Tương ứng với giới hạn dưới và giới hạn trên của không gian tìm kiếm thuật toán tối ưu, (3) Vị trí có lượng thức ăn tốt nhất được xem như hàm mục tiêu của thuật toán.

2.4. Các phương pháp đánh giá hiệu suất của mô hình

2.4.1. Phương pháp xác thực chéo K lần

Xác thực chéo K lần được sử dụng để so sánh độ chính xác về khả năng dự báo của hai hoặc nhiều mô hình. Đầu tiên, xác thực chéo K lần sẽ chia ngẫu nhiên bộ dữ liệu thành k tập con riêng rẻ có kích thước bằng nhau. Quá trình huấn luyện sẽ được lặp K lần, mỗi lần sử dụng K-1 tập con để học và tập còn lại sử dụng để đánh giá mô hình (Như hình 2). Kohavi (1995) [10] đã đề xuất rằng khi giá trị K là 10 thì xác thực chéo sẽ tối ưu các giá trị phân tích, phương sai, độ lệch và hiệu quả tính toán.



Hình 2: Phương pháp xác thực chéo K lần

2.4.2. Các chỉ số hiệu suất đánh giá mô hình

Trong nghiên cứu này, năm chỉ số phổ biến đo độ chính xác của mô hình số gồm : hệ số tương quan Pearson (R), sai số trung bình bình phương (RMSE), sai số trung bình tuyệt đối (MAE), sai số phần trăm tuyệt đối trung bình (MAPE) và hệ số tổng hợp SI được sử dụng. Hệ số tổng hợp SI là một phép đo thống kê dựa trên bốn chỉ số thống kê đã đề cập ở trên và được tính toán bằng 1-R, MAPE, RMSE và MAE. Giá trị của SI trong khoảng [0, 1], khi $SI \rightarrow 0$ thì mô hình có độ chính xác cao theo quan điểm trung bình.

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

Trong đó m là số chỉ số đo độ chính xác, P_i là giá trị đo thứ i, $P_{min,i}$ và $P_{max,i}$ là giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của giá trị đo.

3. MÔ HÌNH HỌC MÁY TỐI ƯU HÓA

Đầu tiên, dữ liệu được phân chia ra dữ liệu học tập (learning data) và dữ liệu kiểm tra (test data) bằng kỹ thuật xác thực chéo K lần với K=10. Tiếp đó, dữ liệu học tập được chia thành hai phần (70% cho dữ liệu đào tạo (training data) và 30% cho dữ liệu xác thực (validation data)). Tiếp theo, thuật toán JS được sử dụng để tự động tìm kiếm và lựa chọn các thông số tốt nhất các siêu tham số để nâng cao độ chính xác của mô hình dự báo với hàm mục tiêu như sau:

$$f(hyperparameters) = MAPE_{data}^{validation} \quad (2)$$

Trong đó các siêu tham số hyperparameters = $[C_c, \sigma_c, C_{lssvr}, \sigma_{lssvr}, N_{ann}, \sigma_{ann}]$

Với C_c, σ_c: Hằng số hàm phạt, bề rộng hàm nhân của của mô hình kết hợp, $C_{lssvr}, \sigma_{lssvr}$: Hằng số hàm phạt, bề rộng hàm nhân của của mô hình thứ nhất (mô hình LSSVR), N_{ann}, σ_{ann}: Số lượng nút mạng, bề rộng hàm nhân của mô hình thứ hai (Mô hình ANN).

Với các thông số tìm ra, toàn bộ dữ liệu học được sử dụng để huấn luyện mô hình, sau đó mô hình này được kiểm tra bằng dữ liệu kiểm tra, kết quả kiểm tra được đo bằng các chỉ số hiệu suất trình bày ở trên. Pseudo-code của mô hình JS-Stacking-LSSVR được trình bày ở Hình 3, các thông số thiết lập cho mô hình bao gồm: Số dân số là 50, số vòng lặp là 20, vùng tìm kiếm nhỏ nhất là $[10^2, 10^{-2}, 10^2, 10^{-2}, 10^{-2}, 1]$, lớn nhất là $[10^{13}, 10^8, 10^{13}, 10^8, 10^3, 300]$.

Begin

1. Initialization stage

(1) Subdivide the data into k subsets as learning data (training data and validation data) and test data

(2) Initialize number of population, maximum iteration, and the boundary of optimized parameters.

2. Perform K folds such that, for each fold, the following steps are performed

while *(t < Max_Iteration)* **do**

2.1 JS operator

(1) Calculate time control value

(2) Jellyfish follows ocean current

(3) Jellyfish moves inside swarm

end while

2.2 Bagging- ANN function for validation

(1) Set the hyperparameters: $C_c, \sigma_c, C_{lssvr}, \sigma_{lssvr}, N_{ann}, \sigma_{ann}$

(2) Train model with hyperparameters ($C_c, \sigma_c, C_{lssvr}, \sigma_{lssvr}, N_{ann}, \sigma_{ann}$*) for Stacking-LSSVR*

(3) Evaluate the trained (optimized) model using validation data

(4) Determine the fitness function $f(C_c, \sigma_c, C_{lssvr}, \sigma_{lssvr}, N_{ann}, \sigma_{ann})$ *by Eq. (2) and go to step 2.1*

2.3 Have the stopping criteria been met?

(1) If the criteria have been met, go to step 3.

(2) Otherwise, go to step 2.1.

3. Optimized Stacking-LSSVR model

(1) Incorporate the optimized parameters $(C_c, \sigma_c, C_{lssvr}, \sigma_{lssvr}, N_{ann}, \sigma_{ann})$ *into the model using learning data*

(2) Calculate the average accuracy over the k test folds

(3) Save K optimal model

4. Plot stage

(1) Evaluate the post-process results

(2) Visualize the results and confirm the best solution.

End

Hình 3. Pseudo-code mô hình lai JS-Stacking-LSSVR.

4. DỮ LIỆU NGHIÊN CỨU

4.1. Thu thập dữ liệu

Bộ dữ liệu được thu thập từ nghiên cứu của D-N. Truong và cộng sự [5]. Dữ liệu gồm 511 mẫu thực nghiệm về sức kháng chọc thủng của sàn phẳng BTCT (bao gồm 438 mẫu cột hình vuông và 73 mẫu cột hình tròn). Bảng 1 trình bày một số thông số thống kê của bộ dữ liệu.

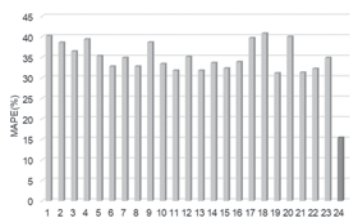
4.2. Xử lý dữ liệu

Nghiên cứu [5] đã thực hiện phân tích tương quan giữa các biến dữ liệu và phân tích biểu đồ Box Plot. Kết quả phân tích độ tương quan đã chỉ ra thông số X4 và X9 có mối tương quan lớn, do đó X9 không sử dụng để xây dựng mô hình. Tiếp theo, biểu đồ phân tích Box plot nhằm để ngăn sự chênh lệch quá lớn giữa các biến dữ liệu đầu vào, và chỉ ra 22 mẫu có giá trị vượt quá cận trên và được loại bỏ khỏi bộ dữ liệu. Các mẫu còn lại có giá trị tối thiểu là 0.0110 (MN), giá trị tối đa là 1.3810 (MN), giá trị trung bình là 0.3728 (MN) và độ lệch chuẩn là 0.2604 (MN). Để xây dựng mô hình, bộ dữ liệu chuẩn hóa trong khoảng [0,1].

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

5.1. Kết quả và đánh giá mô hình

Bảng 2 và Hình 4 trình bày kết quả tính toán của các mô hình đơn (ANN, LR, SVR và CART) và mô hình hỗn hợp (Voting, Bagging và Stacking). Hình 4 hiển thị giá trị MAPE tốt nhất của 24 mô hình đã xây dựng. Theo đó, mô hình Stacking-SVR có độ chính xác cao nhất (R=0.9474, MAE=0.06, RMSE=31.2729, SI=0.60 và RANK=2). Tiếp đó, thuật toán tối ưu hóa JS được tích hợp vào mô hình Stacking-SVR có hiệu chỉnh thành Stacking-LSSVR.



Hình 4. So sánh chỉ số MAPE tốt nhất trong các nhóm mô hình

Kết quả của mô hình JS-Stacking-LSSVR, với các chỉ số: (R=0.952552, MAE=0.047807, RMSE=0.007984, SI=0.00 và RANK=1), có độ chính xác cao hơn mô hình Stacking-SVR. Đặc biệt, chỉ số MAPE của JS-Stacking-LSSVR tốt hơn 50% so với mô hình Stacking-SVR. Điều này chứng tỏ rằng khả năng vượt trội của mô hình lai trong việc tự điều chỉnh các thông số để đạt được độ chính xác cao hơn bằng thuật toán tối ưu hóa.

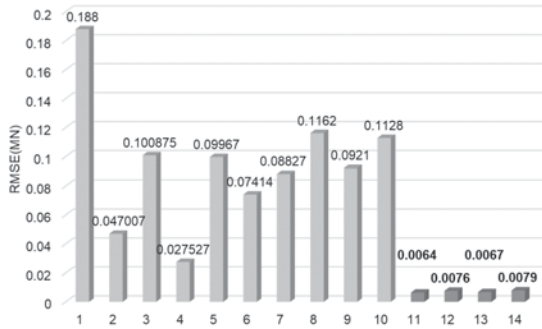
5.2. Đánh giá và so sánh kết quả của mô hình đề xuất với các nghiên cứu trước

Bảng 3 trình bày tổng hợp các kết quả từ các nghiên cứu trước đây liên quan đến dự báo khả năng chống xuyên thủng sàn BTCT. Hình 5 mô tả giá trị RMSE giữa mô hình đề xuất và các nghiên cứu trước đây. Từ số liệu thu thập trước đây chỉ ra rằng 03 chỉ số R, RMSE và MAE được áp dụng để so sánh độ chính xác.

Đối với hệ số tương quan R, các mô hình có giá trị xấp xỉ bằng nhau (R=0.9). Đối với chỉ số MAE, hầu hết các mô hình được so sánh đều có giá trị lớn hơn JS-Stacking-LSSVR và duy nhất chỉ có mô hình GB có giá trị nhỏ hơn tuy nhiên độ chênh lệch này xấp xỉ bằng nhau (0.038MN).

Đối với chỉ số RMSE, hình 5 chỉ ra 2 nhóm mô hình được so sánh. Nhóm 1 bao gồm các mô hình có chỉ số dao động từ 0.027527 - 0.1880 (Mô hình số 1 đến 10) và nhóm 2 bao gồm các mô hình có chỉ số xấp xỉ 0.007 (Mô hình 11 đến 14). Do nhóm 2 có độ chính xác cao hơn nhiều so với nhóm 1, nên việc so sánh độ chính xác của mô hình đề xuất chỉ tập trung vào các mô hình trong nhóm 2. Trong nhóm 2, chỉ số SI được áp dụng để so sánh, kết quả phân tích chỉ ra rằng SI=0.00(Rank=1) đối với mô hình JS-Stacking-LSSVR cho thấy mô hình này có độ chính xác cao nhất.

Các kết quả so sánh này đã chỉ ra rằng mô hình đề xuất có hiệu suất cao và rất đáng tham khảo để dự báo khả năng chống xuyên thủng của sàn phẳng BTCT.



Hình 5. Tổng hợp giá trị RMSE giữa các mô hình của các nghiên cứu trước

Bảng 1. Thống kê các thông số dữ liệu đầu vào và đầu ra [5].

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị	Min	Max	Độ lệch chuẩn
X1	Chiều dài của sàn	m	0.2000	5.7000	0.6657
X2	Bề rộng tương đương của cột	m	0.0250	0.9010	0.1123
X3	Chiều dày hữu hiệu của sàn	m	0.0350	0.5000	0.0592
X4	Cường độ chịu nén của bê tông	MPa	8.5915	119.0000	19.2422
X5	Cường độ chảy dẻo của thép	MPa	255.0000	811.0000	94.1199
X6	Hàm lượng cốt thép lớp trêncủa sàn	-	0.0022	0.2250	0.0148
X7	Hàm lượng cốt thép lớp dưới của sàn	-	0.0000	0.0180	0.0036
X8	Chiều dày sàn	m	0.0455	0.7620	0.0780
X9	Mô đun đàn hồi của bê tông	MPa	13776.3320	51270.9469	6827.3820
X10	Phân loại cột vuông	-	-	-	-
X11	Phân loại cột tròn	-	-	-	-
Y	Lực xuyên thủng của sàn phẳng BTCT	MN	0.0110	2.6810	0.4175

Bảng 2. Tổng hợp kết quả của mô hình đơn và hỗn hợp.

STT	Mô hình	R	MAE (MN)	RMSE (MN)	MAPE (%)	SI (RANK)
	Mô hình đơn					
1	ANN	0.9118	0.0771	0.1094	40.1954	0.93 (22)
2	SVR	0.8959	0.074	0.116	38.5913	0.90 (19)
3	**CART**	**0.917**	**0.0699**	**0.1039**	**36.4586**	**0.79 (17)**
4	LR	0.9084	0.0755	0.1088	39.3868	0.90 (21)
	Mô hình hỗn hợp					
	Voting					
5	ANN+SVR	0.9243	0.0678	0.0998	35.3492	0.74 (16)
6	ANN+CART	0.9417	0.0628	0.088	32.7632	0.61 (8)
7	ANN+LR	0.9281	0.0669	0.0973	34.8969	0.71 (13)
8	SVR+CART	0.9364	0.0628	0.0929	32.7709	0.63 (9)
9	SVR+LR	0.9043	0.0741	0.1111	38.6283	0.89 (18)
10	LR+CART	0.9374	0.064	0.091	33.3986	0.64 (10)
11	ANN+SVR+CART	0.9432	0.0609	0.0877	31.7769	0.58 (5)
12	ANN+SVR+LR	0.9238	0.0673	0.0999	35.1263	0.73 (15)
13	**ANN+CART+LR**	**0.9439**	**0.0609**	**0.0865**	**31.7562**	**0.57 (4)**
14	SVR+CART+LR	0.9326	0.0645	0.0949	33.647	0.66 (11)
15	ANN+SVR+CART+LR	0.9395	0.0619	0.09	32.3042	0.60 (7)
	Bagging					
16	ANN	0.9186	0.0649	0.1042	33.8722	0.70 (12)
17	SVR	0.8779	0.0761	0.1246	39.7	0.97 (23)
18	LR	0.8819	0.0782	0.1235	40.7977	1.00 (24)
19	**CART**	**0.9361**	**0.0597**	**0.0921**	**31.1279**	0.57 (3)
	Stacking					
20	ANN	0.9228	0.0767	0.1026	40.0244	0.90 (20)
21	**SVR**	**0.9474**	**0.06**	**0.084**	**31.2729**	**0.55 (2)**

STT	Mô hình	R	MAE (MN)	RMSE (MN)	MAPE (%)	SI (RANK)
22	LR	0.941	0.0617	0.0881	32.2098	0.59 (6)
23	CART	0.9246	0.0669	0.0994	34.8967	0.72 (14)
	Mô hình lai (Mô hình đề xuất)					
24	**JS-Stacking-LSSVR**	**0.9526**	**0.0478**	**0.0079**	**15.40**	**0.00 (1)**

(Trong đó: ANN: Artificial Neural Network; LR: Linear Regression; SVR : Support Vector Machine; CART: Classification And Regression Tree; LSSVR: Least Squares Support Vector Regression)

Bảng 3. So sánh hiệu suất của mô hình JS-Stacking (SVR) với các nghiên cứu trước

STT	Mô hình	R	MAE (MN)	RMSE (MN)	SI (RANK)
1	PSO-SVR (2022)[11]	0.9706	0.135889	0.1880	-
2	ANN (2020) [12]	0.996	-	0.047007	-
3	Guassian (2021) [13]	0.98234	0.051859	0.100875	-
4	GB (2024) [14]	0.9985	0.009727	0.027527	-
5	Bayesian – GBRT (2024) [15]	0.9980	-	0.09967	-
6	Bayesian – CatBoost (2024) [15]	0.9960	-	0.07414	-
7	Bayesian – XGBoost (2024) [15]	0.9995	-	0.08827	-
8	Keras (2024) [5]	0.9353	0.0662	0.1162	-
9	LightGBM (2024) [5]	0.9326	0.0565	0.0921	-
10	CatBoost (2024) [5]	0.9604	0.0611	0.1128	-
11	KBR (2024) [5]	0.9443	0.0509	0.0064	0.058 (2)
12	GPR (2024) [5]	0.9550	0.0492	0.0076	1.000 (3)
13	JS-LSSVR (2024) [5]	0.9524	0.0503	0.0067	0.000 (1)
14	**JS-Stacking-LSSVR (Mô hình đề xuất)**	**0.9526**	**0.0478**	**0.0079**	**0.000 (1)**

(Trong đó: PSO: Particle Swarm Optimization; SVR: Support Vector Machine; ANN: Artificial Neural Network; GBRT: Gradient Boosted Regression Trees; LightGBM: Light Gradient Boosting Machine; CatBoost: Categorical Boosting; XGBoost: Extreme Gradient Boosting; SVR : Support Vector Machine ; KPR: Kernel-based regression; GPR: Gaussian Process Regression; JS: Jellyfish search; LSSVR: Least Squares Support Vector Regression)

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này tập trung vào xây dựng mô hình học máy có khả năng tự điều chỉnh các thông số bằng kỹ thuật tối ưu hóa Jellyfish Search để dự báo lực kháng xuyên thủng của sàn BTCT. Dữ liệu được sử dụng bao gồm 511 mẫu về khả năng kháng xuyên thủng của sàn BTCT từ các nghiên cứu trước đây.

Trước tiên các mô hình phổ biến (bao gồm mô hình đơn, mô hình hỗn hợp) được khảo sát để tìm ra mô hình có độ chính xác cao nhất, là mô hình hỗn hợp Stacking-SVR (có 0.9474, MAE=0.06, RMSE=0.084, MAPE=31.2729). Tiếp theo đó, một phiên bản của mô hình hỗn hợp Stacking-SVR là Stacking-LSSVR được phát triển. Thuật toán tối ưu hóa JS được kết hợp để nâng cao khả năng tính toán cũng như tự điều chỉnh các tham số nhằm tạo ra mô hình tối ưu nhất.

Kết quả so sánh cho thấy JS-Stacking-LSSVR có độ chính xác không những cao hơn các mô hình phổ biến trong khảo sát mà còn có độ chính xác cao hơn các mô hình học máy đã công bố trước đây. Điều này chứng minh rằng mô hình đề xuất có thể có thể áp dụng trong thiết kế và phân tích sự làm việc của sức kháng xuyên thủng cho sàn phẳng BTCT.

Nghiên cứu này chỉ mới tập trung vào kỹ thuật học máy phổ biến, chưa có đi sâu vào các kỹ thuật học máy mới như kỹ thuật học sâu. Ngoài ra, nghiên cứu có thể được tiếp tục phát triển tốt hơn bằng cách so sánh các mô hình học máy và các thuật toán tối ưu hóa khác. Bên cạnh đó, phát triển giao diện trực tuyến trên nền tảng của trí tuệ nhân tạo giúp cho các kỹ sư xây dựng có tiếp cận kỹ thuật này dễ dàng. Cuối cùng, độ nhạy của các biến số sẽ được phân tích để tìm ra tổ hợp với chi phí và độ chính xác tốt trong dự báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Trương Hoài Chính, *Nghiên cứu ảnh hưởng của hình dạng-kích thước mũ cột đến sự làm việc và khả năng chịu lực của sàn phẳng bê tông ứng lực trước,* Tạp chí Khoa học Và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, 2016: p. 11.

[2] A. Muttoni, *Punching Shear Strength of Reinforced Concrete Slabs without Transverse Reinforcement*, ACI Structural Journal, 2008, **105**.

[3] S. Kinnunen, F. du béton, Punching of Structural Concrete Slabs: Technical Report, International Federation for Structural Concrete, 2001.

[4] H. Akbarpour, M. Akbarpour, *Prediction of punching shear strength of two-way slabs using artificial neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system*, Neural Computing and Applications, 2017, **28**.

[5] D.-N. Truong, V.-L. To, G.T. Truong, H.-S. Jang, *Engineering punching shear strength of flat slabs predicted by nature-inspired metaheuristic optimized regression system*, Frontiers of Structural and Civil Engineering, 2024, **18**(4): p. 551-567.

[6] V. Vapnik, The Nature of Statistical Learning Theory, Springer New York, 1999.

[7] N. Fumo, M.A. Rafe Biswas, *Regression analysis for prediction of residential energy consumption*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, **47**: p. 332-343.

[8] D.H. Wolpert, *Stacked generalization*, Neural Networks, 1992, **5**(2): p. 241-259.

[9] J.-S. Chou, D.-N. Truong, *A novel metaheuristic optimizer inspired by behavior of jellyfish in ocean*, Applied Mathematics and Computation, 2021, **389**: p. 125535.

[10] R. Kohavi, A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection, 1995.

[11] Y. Wu, Y. Zhou, *Prediction and feature analysis of punching shear strength of two-way reinforced concrete slabs using optimized machine learning algorithm and Shapley additive explanations*, Mechanics of Advanced Materials and Structures, 2022, **30**: p. 1-11.

[12] V.-L. Tran, S.-E. Kim, *A practical ANN model for predicting the PSS of two-way reinforced concrete slabs*, Engineering with Computers, 2021, **37**(3): p. 2303-2327.

[13] Đ.P. Vũ, T.A. Nguyễn, *Dự đoán sức kháng chọc thủng của sàn phẳng bê tông cốt thép bằng hồi quy quy trình Guassian,* Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ, 2021.

[14] L.H. Quang, G.L. Bui, T.Anh. Nguyen, *Efficient Structural Analysis: Predicting Punching Shear Strength in Two-Way Concrete Slabs Using Gradient Boosting Machine Learning*, Journal of Science and Transport Technology, 2024: p. 42-57.

[15] K. Le-Nguyen, H. Trinh, T. Pham, *Prediction of punching shear strength in flat slabs: ensemble learning models and practical implementation*, Neural Computing and Applications, 2023, **36**.

■Ngày nhận bài: 15/5/2024 ■Ngày sửa bài: 00/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/7/2024

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh

Study of factors impacting users' intention to use smart home technology

> TS NGUYỄN TÀI DUY
Trường Đại học Giao thông vận tải; Email: ntduy@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Công nghệ nhà thông minh đang trở thành một xu hướng quan trọng và phát triển rất nhanh chóng trong lĩnh vực xây dựng bởi vì người tiêu dùng có thể thu được nhiều lợi ích từ việc sử dụng công nghệ này. Tuy nhiên, trên thực tế nhiều người tiêu dùng vẫn chưa có ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh trong cuộc sống của họ. Bài báo này nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh của người tiêu dùng trong bối cảnh ngành công nghiệp xây dựng tại Việt Nam. Các kết quả nghiên cứu chỉ ra ba yếu tố chính ảnh hưởng tích cực tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh của người tiêu dùng bao gồm sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng, khả năng tương thích, kiểm soát hành vi có nhận thức. Trên cơ sở này, bài báo đưa ra một số đề xuất để công nghệ nhà thông minh trở nên phổ biến hơn nữa trong thời gian tới.

Từ khóa: Nhà thông minh; PLS-SEM; tương thích; đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng.

ABSTRACT

Smart home technology is becoming an important trend and has developed very rapidly in the construction field since consumers can obtain many benefits from using the technology. Nevertheless, many consumers still do not intend to apply this technology in their live in reality. This paper investigates the factors influencing users' intention to use smart home technology in the context of the construction industry in Vietnam. The findings of this study indicate that three main factors positively impacting users' intention to use smart home technology consist of consumer perceived innovativeness, compatibility, and perceived behavioral control. On this basis, the paper makes some suggestions for smart home technology to become more popular in the near future.

Keywords: Smart home; PLS-SEM; compability; consumer perceived innovativeness.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ nhà thông minh là một công nghệ tiên tiến, đang trở thành một xu hướng quan trọng và phát triển rất nhanh chóng trong lĩnh vực xây dựng ở nhiều nước trên thế giới [1]. Khi công nghệ này hiện hữu ở nhiều nơi, người tiêu dùng ngày càng có nhận thức rõ ràng hơn về các lợi ích từ việc sử dụng các thiết bị thông minh trong xây dựng và quản lý nhà cửa. Các lợi ích mà công nghệ nhà thông minh có thể đem lại cho người tiêu dùng trong quá trình sử dụng có thể kể đến như tiết kiệm năng lượng, tối ưu an ninh, quản lý tiện lợi và linh hoạt, đem lại các trải nghiệm tiên tiến và hiện đại [2]. Tuy vậy, công nghệ nhà thông minh tại Việt Nam vẫn còn chưa thực sự phổ biến và hứa hẹn nhiều tiềm năng phát triển. Mục tiêu của nghiên cứu này là làm rõ những yếu tố ảnh hưởng đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh trong bối cảnh ngành công nghiệp xây dựng ở Việt Nam.

2. MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT

Mô hình nghiên cứu lý thuyết về các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh được xác định thông qua các nghiên cứu trên thế giới trước đây [3-7]. Trong nghiên cứu này, sáu biến đã được lựa chọn để đưa vào mô hình bao gồm: ý định sử dụng công nghệ; yếu tố sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng; yếu tố khả năng tương thích; yếu tố kiểm soát hành vi có nhận thức; yếu tố thông tin ngoại cảnh; yếu tố quan hệ cá nhân. Sau đây, ý nghĩa của các biến và các giả thuyết nghiên cứu sẽ được trình bày.

Ý định sử dụng công nghệ (IN) là những dấu hiệu cho thấy một cá nhân sẵn sàng cố gắng hoặc nỗ lực ở một mức độ nào đó nhằm để dự định thực hiện việc sử dụng một công nghệ biết trước [3, 4]. Như vậy, ý định sử dụng công nghệ càng mạnh thì khả năng sử dụng công nghệ đó càng cao.

Yếu tố sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng (CI) để cập đến nhận thức của người tiêu dùng đối với một số sản phẩm nhất định và cách nó ảnh hưởng đến ý định sử dụng công nghệ của họ [5, 6]. Những người tiêu dùng có tính đổi mới cá nhân cao hơn thường sẽ phát triển một cách tích cực hơn niềm tin về một công nghệ đã xác định trước, từ đó ảnh hưởng đến ý định sử dụng công nghệ này của người dùng. Trong bối cảnh công nghệ nhà thông minh, những cá nhân có mức độ nhận thức đổi mới cao hơn sẽ có ý định và khả năng sử dụng công nghệ cao hơn. Giả thuyết 1 được phát biểu như sau:

H1: Sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh.

Yếu tố khả năng tương thích (CP) đề cập đến mức độ mà một sự đổi mới được coi là nhất quán, phù hợp giữa các hệ thống, giá trị, kinh nghiệm trong quá khứ với nhu cầu của những người sử dụng tiềm năng hiện nay [3, 4] . Hay khả năng tương thích là khả năng của

công nghệ nhà thông minh phù hợp với lối sống, hoàn cảnh hiện nay của những người dùng tiềm năng. Vì vậy, giả thuyết 2 được phát biểu như sau:

H2: Khả năng tương thích ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh.

Yếu tố kiểm soát hành vi có nhận thức (BC) phản ánh nhận thức của người dùng tiềm năng về các ràng buộc bên trong và bên ngoài đối với hành vi của họ hoặc nhận thức của họ về sự dễ dàng hoặc khó khăn khi thực hiện một hành vi liên quan đến công nghệ [4]. Trong bối cảnh công nghệ nhà thông minh, khi người dùng tiềm năng nhận thức rằng họ có đủ nguồn lực, hiểu biết và nhận được sự hỗ trợ từ bên ngoài khi gặp khó khăn trong quá trình sử dụng công nghệ nhà thông minh thì ý định sử dụng công nghệ này tăng lên. Giả thuyết 3:

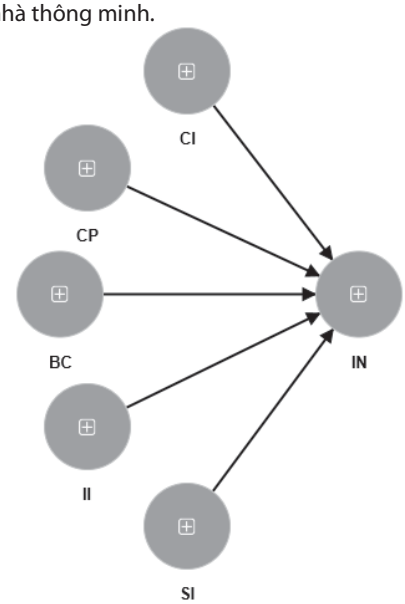
H3: Kiểm soát hành vi có nhận thức ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh.

Yếu tố quan hệ cá nhân (IN) là mức độ mà một cá nhân nhận thấy rằng những người quan trọng khác tin rằng họ nên sử dụng một công nghệ hoặc một hệ thống mới [3, 7]. Trong bối cảnh công nghệ nhà thông minh, có thể lập luận rằng nhận thức của những người xung quanh đối với một công nghệ cụ thể ảnh hưởng trực tiếp đến thái độ của một người đối với việc sử dụng công nghệ đó, do đó giả thuyết 4:

H4: Quan hệ cá nhân ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh.

Yếu tố thông tin ngoại cảnh (SI) là những thông tin về một công nghệ mà người sử dụng tiềm năng tiếp nhận được từ môi trường bên ngoài như đài báo, tivi, mạng xã hội, chuyên gia v.v… Những thông tin này khiến người dùng cảm thấy tin tưởng và ảnh hưởng tới đến ý định sử dụng công nghệ đó của họ [3]. Tương tự như vậy, khi người dùng tiềm năng tiếp thu những thông tin tích cực và lạc quan về công nghệ nhà thông minh từ các phương tiện thông tin đại chúng, ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh của họ tăng lên. Giả thuyết 5:

H5: Thông tin ngoại cảnh ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh.



Hình 1. Mô hình nghiên cứu lý thuyết các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh

Như vậy, 05 giả thuyết đã được thành lập trên cơ sở các lập luận. Tập hợp các giả thuyết này hình thành nên mô hình nghiên cứu lý thuyết các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh như Hình 1. Mô hình nghiên cứu lý thuyết này sẽ được kiểm định thực nghiệm ở mục 4.2 và 4.3.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp nghiên cứu định lượng. Các dữ liệu phục vụ cho việc xác định các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh được thu thập thông qua bản khảo sát. Kết cấu bản khảo sát gồm 2 phần, phần 1 gồm các câu hỏi về thông tin chung của người tham gia khảo sát, phần 2 gồm các câu hỏi liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh. Thang đo cho các biến quan sát liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh đều ở dạng thang đo Likert 7 mức độ, với quy ước mức 1 = hoàn toàn không đồng ý, mức 2 = không đồng ý, mức 3 = phần nào không đồng ý, mức 4 = không đồng ý cũng không phản đối, mức 5 = phần nào đồng ý, mức 6 = đồng ý, và mức 7 = hoàn toàn đồng ý. Sau khi bản khảo sát được kiểm tra kỹ càng về nội dung và hình thức, đảm bảo không có các lỗi trình bày văn bản, bản câu hỏi được gửi những người quan tâm tới công nghệ nhà thông minh thông qua link khảo sát trực tuyến. Tổng số bản khảo sát được dùng vào phần phân tích dữ liệu là 263.

4. PHÂN TÍCH DỮ LIỆU VÀ CÁC KẾT QUẢ

4.1. Phân tích thống kê mô tả

a) Giới tính

Trong 263 bản câu trả lời phản hồi được sử dụng để phân tích, số lượng người quan tâm tới công nghệ nhà thông minh có giới tính nữ nhiều hơn giới tính nam. Số lượng người dùng tiềm năng nữ là 136, chiếm 51.7%. Trong khi đó, số lượng người dùng tiềm năng nam là 127, chiếm 48.3%.

b) Độ tuổi

Trong 263 bản câu trả lời phản hồi được sử dụng để phân tích số liệu, người tham gia khảo sát có độ tuổi dao động từ 19 tới 50 tuổi, tuổi trung bình là 27,8. Trong đó, nhiều nhất là người ở độ tuổi 26 có 58 người, chiếm 22,1%. Tiếp theo đó, đứng thứ hai là người ở độ tuổi 27 có 43 người, chiếm 16,3%. Người ở độ tuổi 28 có 31 người, chiếm 11,8% xếp thứ 3. Người thuộc độ tuổi khác chiếm một lượng nhỏ, không tới 9% cho mỗi nhóm. Như vậy, những người quan tâm đến công nghệ nhà thông minh tham gia khảo sát chủ yếu là những người trẻ tuổi.

c) Kinh nghiệm sử dụng

Trong 263 bản câu trả lời phản hồi, số lượng người tham gia khảo sát mà chưa có kinh nghiệm sử dụng công nghệ nhà thông minh chiếm nhiều hơn những người đã kinh nghiệm. Cụ thể, số lượng người chưa có kinh nghiệm sử dụng công nghệ nhà thông minh là 147 người, chiếm 55,9%. Trong khi, số lượng người chưa có kinh nghiệm sử dụng công nghệ nhà thông minh là 116 người, chiếm 44,1%.

4.2. Phân tích mô hình đo lường

a) Các biến đo lường

Các yếu tố trong mô hình nghiên cứu lý thuyết (hay còn gọi là biến cấu trúc tiềm ẩn) được đo lường thông qua các biến quan sát. Cụ thể, yếu tố khả năng tương thích (CP) được đo lường thông qua 4 biến quan sát. Tương tự như vậy, các yếu tố sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng (CI); quan hệ cá nhân (II); ý định sử dụng công nghệ (IN); kiểm soát hành vi có nhận thức (BC); thông tin ngoại cảnh (SI) được đo lường thông qua 3 biến quan sát tương ứng. Các biến quan sát được xác định dựa vào các nghiên cứu trước đây và điều chỉnh về mặt từ ngữ cho phù hợp với bối cảnh của Việt Nam. Các yếu tố và các biến quan sát tương ứng với các yếu tố này được trình bày cụ thể ở Bảng 1.

Bảng 1: Các yếu tố và các biến quan sát tương ứng

Các yếu tố (biến cấu trúc tiềm ẩn)	Biến quan sát	Ký hiệu biến quan sát	Nguồn
Khả năng tương thích (CP)	Tôi cảm thấy rằng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh sẽ phù hợp với lối sống của tôi.	CP1	[3, 4]
	Tôi cảm thấy rằng sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh sẽ thích hợp với nhu cầu hàng ngày của tôi.	CP2	
	Tôi nghĩ rằng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh sẽ phù hợp với chỗ ở của tôi.	CP3	
	Tôi nghĩ rằng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh phù hợp với nhiều mục đích của tôi (sử dụng, hoạt động hàng ngày, giải trí, vui chơi, thư giãn v.v…).	CP4	
Sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng (CI)	Các sản phẩm và thiết bị nhà thông minh mang tính sáng tạo	CI1	[5, 6]
	Các sản phẩm và thiết bị nhà thông minh mới mẻ đối với tôi	CI2	
	Lần đầu tiên khi tôi nghe về/biết đến các sản phẩm và thiết bị của nhà thông minh, tôi đã có ấn tượng tốt	CI3	
Quan hệ cá nhân (II)	Đồng nghiệp/bạn bè/người xung quanh tôi nghĩ rằng tôi có thể cân nhắc sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh để cải thiện nhiều việc trong cuộc sống hàng ngày.	II1	[3]
	Những người tôi biết nghĩ rằng việc sử dụng thiết bị/sản phẩm nhà thông minh là một ý kiến hay.	II2	
	Những người tôi biết có ảnh hưởng nhất định đến việc tôi dùng thử các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh.	II3	
Ý định sử dụng công nghệ (IN)	Tôi dự định trong tương lai sẽ sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh.	IN1	[3, 4]
	Càng ngày càng có nhiều sản phẩm và dịch vụ nhà thông minh trên thị trường, tôi đoán rằng tôi sẽ có ý định sử dụng chúng.	IN2	
	Tôi dự định lắp đặt thiết bị/sản phẩm nhà thông minh cho ngôi nhà của mình trong tương lai.	IN3	
Kiểm soát hành vi có nhận thức (BC)	Tôi có khả năng sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh để phục vụ nhu cầu hàng ngày.	BC1	[4]
	Tôi có hiểu biết cần thiết để sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh.	BC2	
	Khi gặp khó khăn với các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh, tôi có thể nhận được tư vấn/hỗ trợ từ những người xung quanh (bạn bè, gia đình, nhân viên bán hàng, nhà cung cấp/phân phối v.v…)	BC3	
Thông tin ngoại cảnh (SI)	Tôi đã đọc tin tức và thấy rằng việc sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh là một cách tốt để cải thiện nhiều việc trong cuộc sống hàng ngày.	SI1	[3]
	Nhiều kênh thông tin (đài, báo, mạng xã hội v.v…) cung cấp thông tin tích cực đối với việc sử dụng các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh.	SI2	
	Thông tin trên các phương tiện truyền thông đại chúng ảnh hưởng đến việc tôi muốn thử trải nghiệm các thiết bị/sản phẩm nhà thông minh.	SI3	

b) Đánh giá mô hình đo lường

Mô hình đo lường được đánh giá thông qua các chỉ tiêu, bao gồm: chất lượng biến quan sát (hệ số tải ngoài), độ tin cậy nhất quán nội tại (Cronbach's alpha và hệ số độ tin cậy tổng hợp-Composite reliability), giá trị hội tụ (hệ số phương sai trích trung bình-AVE) và giá trị phân biệt (tiêu chuẩn Fornell-Larcker) của các tập biến quan sát.

Hệ số tải ngoài được sử dụng để đánh giá chất lượng các biến quan sát của một yếu tố được xem xét. Hệ số tải ngoài cần từ 0,7 trở lên để biến quan sát có ý nghĩa tốt [8]. Trong Bảng 2, hệ số tải ngoài của tất cả các biến quan sát trong nghiên cứu đều từ 0,7 trở lên như vậy các biến quan sát đều thỏa mãn điều kiện.

Hệ số Cronbach's alpha là một thước đo tính nhất quán nội tại của các tập biến quan sát. Nghĩa là một tập hợp các biến quan sát có liên quan chặt chẽ như thế nào với nhau trong cùng một nhóm. Hệ số Cronbach's alpha có giá trị biến thiên trong đoạn [0,1], giá trị Cronbach's alpha phải từ 0,6 trở lên thì được xem là đủ điều kiện đo lường [8]. Trong nghiên cứu này, giá trị Cronbach's alpha của các yếu tố đều có giá trị trên 0,7. Như vậy, các biến quan sát đảm bảo nhất quán với các biến cấu trúc tiềm ẩn.

Hệ số độ tin cậy tổng hợp (Composite reliability) cũng được dùng để đo lường cho tính nhất quán nội tại của các biến quan sát. Hệ số độ tin cậy tổng hợp có giá trị nằm trong đoạn [0,1]. Giá trị độ tin cậy tổng hợp cần nằm trong khoảng 0,7-0,9 để được chấp nhận [8]. Trong nghiên cứu này, giá trị độ tin cậy tổng hợp của các yếu tố đều có giá trị từ 0,77 trở lên. Điều này cho thấy các tập biến quan sát trong các biến cấu trúc tiềm ẩn có độ tin cậy tốt.

Hệ số phương sai trích trung bình (AVE) được dùng để đánh giá mức hội tụ của thang đo. Để đảm bảo mức độ hội tụ thì giá trị của AVE cần từ 0,5 trở lên [8]. Trong nghiên cứu này, giá trị AVE của các biến cấu trúc tiềm ẩn đều từ 0,638 trở lên. Điều này cho thấy thang đo trong nghiên cứu này đạt tính hội tụ tốt.

Bảng 2: Phân tích độ tin cậy của các tập biến quan sát

Các yếu tố (biến cấu trúc tiềm ẩn)	Biến quan sát	Hệ số tải ngoài	Độ tin cậy Cronbach's Alpha	Độ tin cậy tổng hợp (Composite reliability)	Phương sai trích trung bình (AVE)
Khả năng tương thích	CP1	0.785	0.811	0.814	0.638
	CP2	0.812			
	CP3	0.802			
	CP4	0.796			
Sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng	CI1	0.861	0.771	0.788	0.685
	CI2	0.769			
	CI3	0.850			
Quan hệ cá nhân	II1	0.868	0.759	0.792	0.673
	II2	0.847			
	II3	0.740			
Ý định sử dụng công nghệ	IN1	0.850	0.834	0.835	0.750
	IN2	0.877			
	IN3	0.872			
Kiểm soát hành vi có nhận thức	BC1	0.840	0.772	0.778	0.688
	BC2	0.866			
	BC3	0.778			
Thông tin ngoại cảnh	SI1	0.817	0.804	0.805	0.719
	SI2	0.892			
	SI3	0.833			

Tiêu chí Fornell-Larcker được sử dụng để đánh giá tính phân biệt giữa tập các biến quan sát của các biến cấu trúc tiềm ẩn [8]. Bảng 3 chứng minh rằng tiêu chí Fornell-Larcker ở trong nghiên cứu này đã thỏa mãn yêu cầu: căn bậc hai của AVE của mỗi biến cấu trúc tiềm ẩn nằm trên đường chéo (số được bôi đậm) lớn hơn các giá trị phần tử nằm ngoài đường chéo chiếu theo cả hàng ngang và cột dọc tương ứng. Điều này cho thấy tập các biến quan sát trong các biến cấu trúc tiềm ẩn đảm bảo được tính phân biệt.

Bảng 3: Phân tích tính phân biệt qua Tiêu chí Fornell-Larcker

	CP	CI	II	IN	BC	SI
CP	**0.799**					
CI	0.495	**0.828**				
II	0.600	0.468	**0.820**			
IN	0.580	0.689	0.480	**0.866**		
BC	0.652	0.539	0.623	0.611	**0.829**	
SI	0.626	0.578	0.640	0.585	0.654	**0.848**

Như vậy, mô hình đo lường của các yếu tố ảnh hưởng đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh đã được kiểm định và đạt các yêu cầu về mặt thống kê. Đây là cơ sở quan trọng để thực hiện bước tiếp theo nhằm đánh giá được mức độ ảnh hưởng của các yếu tố này tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh.

4.3. Xác định mô hình các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng nhà thông minh

Trước khi mô hình các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh được xác định thì chỉ số VIF (variance inflation factor) cần đạt mức cho phép. Nếu VIF không đạt mức cho phép thì mô hình xảy ra hiện tượng đa cộng tuyến. Lúc này, các hệ số đường dẫn (Path coefficients) thể hiện ý nghĩa tác động, cũng như giá trị p (p-value) bị sai lệch, điều này dẫn đến kết luận sai lầm về quan hệ trong mô hình. Vì vậy, để đảm bảo mô hình không gặp hiện tượng đa cộng tuyến thì giá trị VIF được khuyến nghị nhỏ hơn 5 (VIF < 5). Kết quả phân tích dữ liệu trong nghiên cứu này đã cho thấy tất cả các giá trị VIF đều nhỏ hơn giá trị 2.4 (Bảng 4), nhỏ hơn ngưỡng giá trị được khuyến nghị là 5. Như vậy, kết quả này cho thấy không có hiện tượng đa cộng tuyến xảy ra giữa các biến độc lập trong nghiên cứu này.

Bảng 4: Giá trị VIF

Quan hệ	Giá trị VIF (variance inflation factor)
CP → IN	2.103
CI → IN	1.636
BC → IN	2.320
II → IN	2.037
SI → IN	2.389

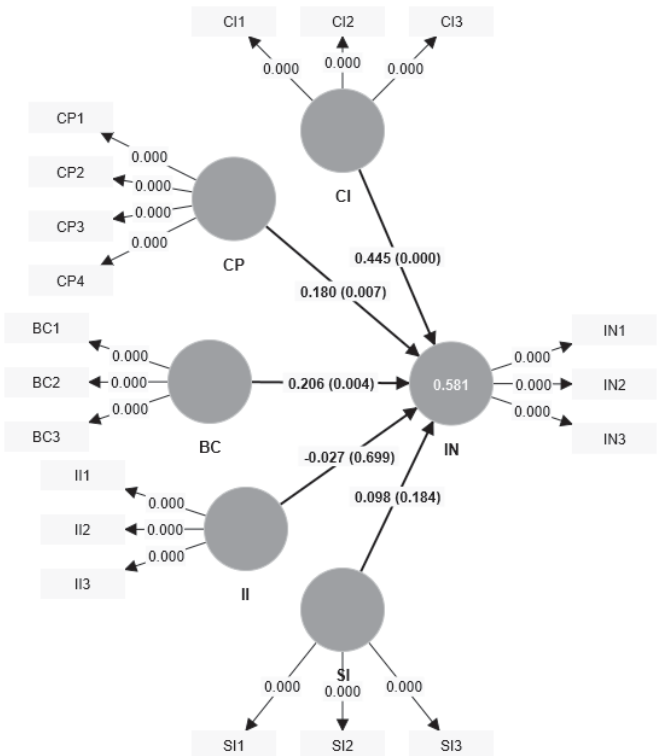
Mô hình lý thuyết các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh được kiểm định thông qua việc sử dụng mô hình cấu trúc bình phương nhỏ nhất từng phần (Partial Least Squares Structural Equation Modeling – PLS-SEM) để phân tích dữ liệu. Trong đó, phương pháp bootstrapping lấy mẫu có hoàn lại (sampling with replacement) được thực hiện với 5000 mẫu từ tập biến quan sát để đảm bảo độ chính xác cho kết quả phân tích thống kê trong điều kiện mẫu khảo sát nhỏ và dữ liệu có phân phối không chuẩn. Phần mềm SmartPLS phiên bản 4.1.0.0 đã được sử dụng để phân tích dữ liệu trong nghiên cứu này để đảm bảo kết quả đáng tin cậy.

Các kết quả trong Bảng 5 đã chỉ ra ba yếu tố gồm sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng; khả năng tương thích; kiểm soát hành vi có nhận thức đã có tác động tích cực tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh của người tiêu dùng (các giả thuyết H1, H2, H3 được hỗ trợ). Cụ thể, sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh ($\beta = 0.445$, $p < 0.001$). Khả năng tương thích ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh ($\beta = 0.180$, $p < 0.01$). Kiểm soát hành vi có nhận thức ảnh hưởng tích cực đến ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh ($\beta = 0.206$, $p < 0.01$). Khi so sánh mức độ tác động của ba yếu tố này, sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng ảnh hưởng nhiều nhất tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh (với $\beta = 0.445$ lớn nhất), yếu tố kiểm soát hành vi có nhận thức đứng thứ hai ($\beta = 0.206$), cuối cùng là yếu tố khả năng tương thích ($\beta = 0.180$).

Trong khi đó hai yếu tố thông tin ngoại cảnh và quan hệ cá nhân không có ảnh hưởng trực tiếp tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh (giả thuyết H4 và H5 không được hỗ trợ do giá trị p > 0.1). Trong các nghiên cứu tiếp theo cần xem xét hai yếu tố này liệu có ảnh hưởng gián tiếp tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh hay không.

Bảng 5: Giả thuyết nghiên cứu, hệ số đường dẫn, giá trị p và diễn giải

STT	Giả thuyết	Hệ số đường dẫn β (Path Coefficients)	Giá trị P (P values)	Diễn giải
H1	CI → IN	0.445	0.000	Hỗ trợ
H2	CP → IN	0.180	0.007	Hỗ trợ
H3	BC → IN	0.206	0.004	Hỗ trợ
H4	II → IN	-0.027	0.699	Không hỗ trợ
H5	SI → IN	0.098	0.184	Không hỗ trợ



Hình 2. Mô hình các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh

Ngoài ra, kết quả phân tích cũng chỉ ra hệ số xác định được điều chỉnh R^2 của mô hình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh là 0.581 (Hình 2). Kết quả này có ý nghĩa là các yếu tố sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng; khả năng tương thích; kiểm soát hành vi có nhận thức giải thích 58.1% sự biến đổi trong ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh của người dùng tiềm năng.

Như vậy, thông qua một loạt các phân tích thống kê chặt chẽ đã được trình bày ở mục 4.2 và 4.3, mô hình các yếu tố ảnh hưởng tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh đã được xác định. Dựa vào mô hình và các kết quả phân tích, các bên liên quan như chủ đầu tư phát triển các dự án bất động sản, chung cư cũng như đơn vị sản xuất và cung ứng công nghệ nhà thông minh có thể đưa ra các cách thức thích hợp để phổ cập hơn nữa công nghệ nhà thông minh tới người tiêu dùng.

5. KẾT LUẬN

Trong những năm gần đây, xu hướng công nghệ nhà thông minh đang dần thu hút được sự quan tâm từ người tiêu dùng và chủ đầu tư xây dựng công trình. Điều này được thể hiện qua việc công nghệ nhà thông minh đang từng bước xuất hiện trong các căn hộ cũng như đã được áp dụng trong một số dự án xây dựng tại Việt Nam. Sự phát triển của công nghệ nhà thông minh có được là nhờ các bên liên quan dần nhận thức rõ hơn những lợi ích mà công nghệ này có thể đem lại. Tuy nhiên, tỷ lệ người dùng công nghệ nhà thông minh trong lĩnh vực xây dựng vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này đã chỉ ra ba yếu tố (sự đổi mới trong nhận thức của người tiêu dùng; khả năng tương thích; kiểm soát hành vi có nhận thức) có ảnh hưởng tích cực trực tiếp tới ý định sử dụng công nghệ nhà thông minh của người tiêu dùng. Kết quả nghiên cứu sẽ là một trong những cơ sở để các bên liên quan đưa ra các giải pháp liên quan đến tính mới, tương thích của công nghệ cũng như dịch vụ sau bán hàng nhằm đáp ứng tốt hơn nhu cầu của người sử dụng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải (ĐH GTVT) trong đề tài mã số T2024-QLXD-KDN-007.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Huda, N. U., Ahmed, I., Adnan, M., Ali, M., & Naeem, F. (2024). Experts and intelligent systems for smart homes' transformation to sustainable smart cities: A comprehensive review. *Expert Systems with Applications*, 238, 122380.

[2]. Wilson, C., Hargreaves, T., & Hauxwell-Baldwin, R. (2017). Benefits and risks of smart home technologies. *Energy Policy, 103*, 72-83.

[3]. Bhattacherjee, A. (2000). Acceptance of e-commerce services: the case of electronic brokerages. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics-Part A: Systems and humans*, 30(4), 411-420.

[4]. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *J MIS quarterly*, 425-478.

[5]. Hussin, S. F., Abdollah, M. F., & Ahmad, I. B. (2023). Acceptance of IoT technology for smart homes: A systematic literature review. Paper presented at the *International Conference on Information Systems and Intelligent Applications*.

[6]. Hong, J.-C., Lin, P.-H., and Hsieh, P.-C. (2017). The effect of consumer innovativeness on perceived value and continuance intention to use smartwatch. *Computers in Human Behavior*, 67, 264-272.

[7]. Pliatsikas, P., & Economides, A. A. (2022). Factors influencing intention of Greek consumers to use smart home technology. *J Applied System Innovation,* 5(1), 26.

[8]. Hair Jr, Joseph F, G Tomas M Hult, Christian M Ringle, and Marko Sarstedt: A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). 3rd ed.: *Sage Publications* (2021).

■Ngày nhận bài: 23/5/2024 ■Ngày sửa bài: 07/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Quản lý đô thị ứng phó hạn mặn tại thành phố Bến Tre

Urban management to response to salinity drought in Ben Tre City

> THS LÊ CÔNG DANH
Trường Đại học Xây dựng Miền Tây; Email: lecongdanh@mtu.edu.vn

TÓM TẮT

Những năm gần đây, diễn biến xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) phức tạp, bất thường, năm sớm năm muộn so với cùng kỳ nhiều năm. Đặc biệt năm 2016, được đánh giá nặng nề nhất trong 100 năm qua và dự báo xâm nhập mặn sớm hơn, từ giữa tháng 1, tại TP Bến Tre nước biển xâm nhập sâu vào các sông rạch khiến các dòng sông, kênh bị nhiễm mặn sớm. Nước mặn cũng tác động đến lĩnh vực công nghiệp, xây dựng, đô thị, du lịch, cấp nước sinh hoạt... Đặc biệt, đời sống của người dân đô thị bị ảnh hưởng nặng nề. Những tháng đầu năm 2024, diễn biến xâm nhập mặn tại ĐBSCL được đánh giá nghiêm trọng. Thiệt hại do xâm nhập mặn gây ra là rất lớn, tác động trên hầu hết các lĩnh vực kinh tế - xã hội của tỉnh Bến Tre nói chung và TP Bến Tre nói riêng. Chính vì vậy, nhất thiết cần phải nghiên cứu sâu hơn, toàn diện hơn, đặc biệt là nghiên cứu giải pháp giảm thiểu tác động của hạn mặn đến đời sống người dân.

Từ khóa: Hạn mặn; thành phố Bến Tre; đô thị.

ABSTRACT

In recent years, saltwater intrusion developments in the Mekong Delta have been complicated and unusual, some years early and some years late compared to the same period in many years. In particular, 2016 was assessed as the heaviest in the past 100 years and saltwater intrusion was predicted earlier. From mid-January, in many localities in the Mekong Delta, seawater penetrated deeply into rivers and canals, causing the rivers to become salty. early. Salt water also affects the fields of industry, construction, urban areas, tourism, domestic water supply... In particular, the lives of urban people are severely affected. In the first months of 2024, salinity intrusion in the Mekong Delta is assessed as serious. The damage caused by saltwater intrusion is huge, affecting most socio-economic fields of Ben Tre province in general and Ben Tre city in particular. Therefore, it is necessary to do deeper and more comprehensive research, especially researching solutions to minimize the impact of drought and salinity on people's lives.

Keywords: Saltwater intrusion; Ben Tre City; urban area.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Diễn biến cực đoan của thời tiết trong những năm qua đang là thách thức đối với quyết tâm bảo đảm đời sống người dân của TP Bến Tre. Qua theo dõi diễn biến ranh mặn, xâm nhập mặn năm nay ở mức cao hơn trung bình nhiều năm và năm 2023. Xâm nhập sâu nhất xuất hiện vào đợt từ ngày 8 - 13/3 với ranh mặn 4o/oo vào sâu 40 - 66km, có nơi sâu hơn, ranh mặn 1o/oo tại tỉnh Bến Tre vào sâu 70 - 76km tùy theo sông. Đặc biệt tại khu vực TP Bến Tre, xâm nhập mặn tương đương năm 2016. [1]

Mặc dù TP Bến Tre có sự chủ động trong ứng phó nhưng hạn mặn kéo dài đã vượt qua các kịch bản ứng phó định trước. Ngoài ra công tác quản lý mặn luôn nhận được sự quan tâm của rất nhiều tổ chức, cá nhân ở nhiều góc độ, khía cạnh khác nhau. Nhưng các nghiên cứu xâm nhập mặn thường được kết hợp trong các báo cáo đánh giá nước mặt và nước ngầm, chủ yếu là điều tra khảo sát hiện trạng phân bố mặn nhạt, ranh giới mặn nhạt theo diện và chiều sâu tại một số vùng nhỏ, được lồng ghép vào các chương trình tìm kiếm nguồn nước từ nhiều năm trước. Tuy nhiên, hiện nay hiện trạng nhiễm mặn nguồn nước tại khu vực nghiên cứu đã có thay đổi. Vì vậy, vấn đề đặt ra hiện nay là làm thế nào có giải pháp căn cơ giúp người dân sống chung với hạn mặn trong thời gian tới. Đồng thời nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý hạn mặn khu vực TP Bến Tre đóng vai trò hết sức quan trọng nhằm góp phần nâng cao tính hiệu quả trong khai thác sử dụng tài nguyên phục vụ phát triển kinh tế và xã hội của khu vực TP Bến Tre.



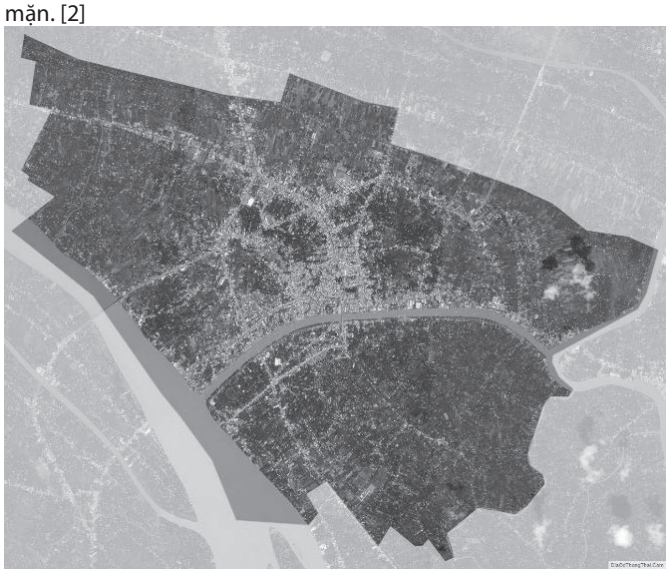
Hình 1. Người dân TP Bến Tre dùng can nước để lấy nước sinh hoạt [2].

Bảng 1: Bảng liệt kê một số hàm lượng giới hạn của nước mặn:
Đơn vị: phần nghìn (ppt)

Kiểu nước mặn	Hàm lượng (ppt)
Nước biển	35
Độ mặn uống được tối đa cho người	3
Độ mặn thích hợp cho người	0,5 tới 0,75

1. NGUYÊN NHÂN HẠN MẶN VÀ THỰC TRẠNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ PHÒNG CHỐNG HẠN MẶN TẠI TP BẾN TRE

Để đánh giá về mức độ và nguyên nhân xâm nhập mặn cần phải nghiên cứu và tổng hợp rất nhiều yếu tố. Nguyên nhân trước hết là phần lớn TP Bến Tre có địa hình chủ yếu nằm dưới mực nước biển trung bình. Các con sông chủ yếu chịu tác động của chế độ thủy triều biển Đông. Nhiều sông và kênh rạch có độ rộng khá lớn, một số cửa sông rộng từ 2 đến 3 km, do đó nước sông bị nhiễm mặn nghiêm trọng và trong mùa khô, mặn xâm nhập gần như hầu khắp diện tích gây nên tình trạng thiếu nước ngọt gay gắt. Độ mặn lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 4, tháng có lượng nước ngọt ít nhất. Đây là điểm yếu dễ bị tổn thương nhất do lũ lụt và xâm nhập mặn. [2]



Hình 2. Hình ảnh vệ tinh Tp. Bến Tre [3]

Theo Sở NN&PTNT tỉnh Bến Tre, một số nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng xâm nhập mặn ảnh hưởng trong các tháng mùa khô. Thời điểm mùa khô lượng nước đổ về từ thượng nguồn ít, không mưa. Mực nước thấp, yếu tố gió chướng với triều cường làm mặn xâm nhập sâu và nồng độ cao; thời tiết nắng nóng lượng bốc hơi cao, nước ngọt hao phí tự nhiên lớn. Tình trạng xây dựng thủy điện và các hoạt động khai thác tài nguyên nước thượng nguồn sông Mekong gây thiếu hụt nguồn nước về hạ lưu, kết hợp với yếu tố nước biển dâng đẩy mặn sâu vào nội đồng. Trữ lượng nước ngầm của TP Bến Tre lớn nhưng đa số bị nhiễm mặn. Trong khi đó, hệ thống công trình thủy lợi được quan tâm đầu tư, nhưng đến nay chưa hoàn chỉnh, chưa được khép kín… [4]

Ngoài những yếu tố tự nhiên thì yếu tố con người cũng góp phần không nhỏ gây ra xâm nhập mặn như khai thác và sử dụng nước ngầm quá mức (Do vị trí địa lí, địa chất, việc khai thác nước ngầm không được khuyến khích) để đáp ứng nhu cầu phát triển, sản xuất và đời sống ở địa phương. sử dụng chưa hiệu quả nguồn nước lãng phí. Thay đổi mục đích sử dụng đất cũng có ảnh hưởng nhất định đến tình hình xâm nhập mặn.

Công tác quản lý nhà nước trong một số lĩnh vực, phân cấp giữa địa phương và trung ương còn chồng chéo, thiếu sự phối hợp chặt chẽ; các cơ chế điều phối giữa các ban, ngành chưa phát huy tác dụng. Năng lực và trình độ khoa học kỹ thuật của đội ngũ cán bộ, làm công tác quản lý đô thị chưa được nâng cao phù hợp với công việc. Tính khả thi của bản quy hoạch, kế hoạch, kịch bản diễn biến xâm nhập mặn và thiên tai chưa cao, chưa bám sát với thực tế. Áp lực đô thị hóa ngày càng tăng chủ yếu theo mô hình vết dầu loang gây xấu đến hạ tầng đô thị, tăng trưởng kinh tế chưa bền vững.

Việc triển khai thực hiện Nghị quyết số 06/NQ-CP của Chính phủ: Ban hành Chương trình hành động tiếp tục thực hiện Nghị quyết số 24-NQ/TW của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường theo Kết luận số 56-KL/TW ngày 23/8/2019 của Bộ Chính trị còn chậm và cũng "hoàn toàn bị động" trong phòng chống hạn mặn.

2. ĐỊNH HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN LÝ HẠN MẶN TRÊN ĐỊA BÀN TP BẾN TRE

2.1. Những định hướng nâng cao hiệu quả quản lý ngập mặn tại TP Bến Tre

Về quan điểm và nguyên tắc: Trong bối cảnh tác động từ biến đổi khí hậu ngày càng khốc liệt, ĐBSCL là một trong những vùng châu thổ chịu ảnh hưởng nặng nề nhất. Nghị quyết số 120/NQ-CP về phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng với biến đổi khí hậu thể hiện tầm nhìn chiến lược với chủ trương phát triển "thuận thiên". [4] Thuận tự nhiên không có nghĩa là phó mặc trời đất. Quan trọng là cần hiểu quy luật tự nhiên, cái nào can thiệp được, cái nào không để tránh can thiệp thô bạo và phải trả giá khi thiên nhiên lên tiếng. Thay vì cứ loay hoay hết tìm giải pháp chống hạn mặn, mệt nhoài cả năm, chúng ta nên hiểu và thích ứng để đỡ tốn sức và tận dụng được cơ hội.

Về đổi mới sáng tạo: ở đây còn có nghĩa là đổi mới cách nghĩ, cách làm, áp dụng kỹ thuật tiên tiến của thế giới vào trong nước. Bằng các cơ sở dữ liệu sáng chế được công bố công khai, chi tiết, tiếp cận dễ dàng và có hướng dẫn đầy đủ, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể tiếp thu công nghệ tiên tiến của nước ngoài và áp dụng một cách phù hợp tại TP Bến Tre.

Về tổ chức quản lý đô thị: tổ chức, phát triển hệ thống đô thị và điểm dân cư nông thôn phù hợp với đặc điểm của hệ sinh thái tự nhiên, điều kiện cụ thể của vùng và từng tiểu vùng sinh thái; rà soát, hoàn thiện quy hoạch sử dụng đất, bố trí lại dân cư trong đó kiểm soát và hạn chế việc xây dựng các điểm dân cư tập trung tại các vùng sát bờ sông, kênh, rạch có nguy cơ sạt lở cao và bị nhiễm mặn nhằm tránh rủi ro; dành không gian phát triển các dự án phòng chống thiên tai kết hợp đối phó hạn mặn như các cống ngăn mặn, âu thuyền, đê bao... để đảm bảo an toàn tính mạng và tài sản của người dân.

2.2. Giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý hạn mặn tại TP Bến Tre

2.2.1. Hoàn thiện hệ thống văn bản pháp lý về quản lý hạn mặn tại TP Bến Tre

Xây dựng hệ thống luật pháp đầy đủ, rõ ràng cũng như một khung pháp lý thực hiện là một mục tiêu quan trọng để ứng phó với biến đổi khí hậu tại Việt Nam nói chung và hạn mặn nói riêng. Trong quá trình thực hiện, các hoạt động ứng phó với hạn mặn được đẩy mạnh tại tỉnh Bến Tre nói chung và TP Bến Tre nói riêng trong khoảng vài năm gần đây chúng ta nhận thấy phải đối mặt với những thách thức về pháp lý liên quan và cần những cải cách về chính sách trong thích ứng với biến đổi khí hậu, tận dụng các cơ hội phát triển nền kinh tế theo hướng cácbon thấp và tham gia cùng cộng đồng quốc tế trong nỗ lực giảm nhẹ biến đổi khí hậu. Một hành lang pháp lý đầy đủ, cập nhật và rõ ràng là điều kiện tiên quyết để các hoạt động ứng phó với Biến đổi khí hậu đi theo một hệ thống. [5]

Bảng 2: Bảng phân tích tóm tắt SWOT trong công tác quản lý hạn mặn tại thành phố Bến Tre

Bên ngoài / Bên trong	**Cơ hội (O)**	**Thách thức (T)**
	O1: Hệ thống văn bản quy phạm liên quan đang hoàn thiện. O2: Được sự hỗ trợ từ UBND tỉnh và thành phố. O3: Xu hướng nhiều chương trình dự án đầu tư quản lý cơ sở hạ tầng triển khai trên địa bàn.	T1: Năng lực và trình độ KHKT của đội ngũ cán bộ, làm công tác quản lý đô thị cần được nâng cao. T2: Tính khả thi của bản quy hoạch, kế hoạch phòng chống hạn mặn chưa cao T3: Áp lực đô thị hóa, tăng trưởng kinh tế, dân số.
Điểm mạnh (S)	**Giải pháp (SO)**	**Giải pháp (ST)**
S1: Định hướng quy hoạch, phát triển rõ ràng. S2: Đội ngũ cán bộ nhiệt tình, mong muốn được đào tạo cập nhật chuyên môn. S3: Lợi thế gần các trung tâm đô thị lớn nên tăng tốc độ phát triển kinh tế xã hội.	S1O1: Quy hoạch cần tuân thủ định hướng phát triển và văn bản quy phạm chặt chẽ. S2O2: Phải sử dụng tốt nguồn lực tài chính cho đào tạo cán bộ. S3O3: Tăng cường công tác quản lý đối với nhiều dự án đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng.	S1T2: Cần xây dựng bản quy hoạch bám sát vào yêu cầu của thực tiễn. S2T1: Tăng cường đào tạo cập nhật chuyên môn nghiệp vụ về quản lý và kỹ thuật cho đội ngũ làm công tác quản lý đô thị. S3T3: Khai thác hiệu quả lợi thế so sánh do tác động phát triển kinh tế xã hội.
Điểm yếu (W)	**Giải pháp (WO)**	**Giải pháp (WT)**
W1: Trình độ người lập quy hoạch và người quản lý chưa cao (thiếu dự báo tương lai…) khiến quy hoạch cần phải điều chỉnh nhiều lần. W2: Lỏng lẻo trong quản lý thực thi quy hoạch, kế hoạch quản lý đô thị. W3: Tính minh bạch trong thực thi quy hoạch chưa cao.	W1O2: Ủy ban nhân dân TP Bến Tre, cần bố trí kinh phí cho đào tạo tập huấn nâng cao trình độ cho cán bộ quản lý. W2O1: Cần thực hiện nghiêm chỉnh các văn bản pháp quy nói chung và về quản lý đô thị. W3O3: Tăng cường công tác thanh kiểm tra trong thực thi quy hoạch sử dụng đất.	W1T1: Phải bố trí cán bộ có năng lực và được đào tạo chuyên môn đầy đủ làm công tác quy hoạch và thực thi quy hoạch quản lý đô thị. W2T2: Cần xây dựng bản quy hoạch, kế hoạch quản lý hạn mặn mang tính khả thi cao. W3T3: Cần phải minh bạch trong tiến hành công tác quản lý đô thị nói chung và thực thi quản lý hạn mặn nói riêng.

2.2.2. Đổi mới mô hình quản lý liên quan đến hạn mặn tại TP Bến Tre

Thứ nhất, phải đảm bảo nguồn nước sinh hoạt cho người dân vùng hạn mặn nên các cấp quản lý và người dân chủ động hỗ trợ bằng nhiều biện pháp:

- Tổ chức quan trắc, giám sát tình hình xâm nhập mặn từ xa để có các thông số về độ mặn và khả năng xâm nhập sâu và thời gian xâm nhập mặn để tính toán thời gian đóng mở cửa các cống ngăn mặn ngăn triều. Đo độ mặn ở các độ sâu khác nhau trên sông để chủ động trong công tác dự báo và tận dụng được nguồn nước ngọt vô cung quý báu vào thời gian hạn mặn đang xảy ra. Kết hợp các trạm bơm cao áp tranh thủ con nước ngọt (chỉ xảy ra khi nước kém) để bổ sung nguồn nước ngọt hao hụt hoặc pha loãng nguồn nước bị nhiễm mặn. Kịp thời thông tin hướng dẫn người dân lấy nước ngọt phục vụ sản xuất và sinh hoạt. trang bị thiết bị lọc nước nhiễm mặn, mở rộng mạng lưới đường ống cấp nước sinh hoạt và nước thô phục vụ sản xuất, xây dựng các hồ chứa nước nâng công suất nhà máy cấp nước, lắp đặt vòi nước công cộng, chuyên chở nước ngọt đến các xã, hộ gia đình…

- Rà soát, cân đối nguồn nước phục vụ sinh hoạt tới từng hộ gia đình, khu phố, phường nhất là ở các vùng thường xuyên thiếu nước sinh hoạt để có giải pháp bảo đảm nguồn nước phù hợp; tăng cường sử dụng trang thiết bị phục vụ cấp và trữ nước hộ gia đình ở những khu vực bị hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn, như: bể, bồn, lu, túi đựng nước và các hình thức khác. Sau đó tính toán nhu cầu về nước tại TP Bến Tre được tính toán dựa trên các thông tin quy hoạch mơi nhất và tình hình thực tế địa phương. Cần xác định từng vùng, từng khu vực có khả năng bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn để triển khai giải pháp cụ thể, bảo đảm giảm thiểu ảnh hưởng đến sản xuất và dân sinh. Trường hợp xảy ra hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn nghiêm trọng cần ưu tiên nguồn nước để cấp nước sinh hoạt cho người dân, quán triệt phương châm không để hộ dân nào thiếu nước sinh hoạt.

- Theo dõi chặt chẽ diễn biến, thông tin dự báo khí tượng thủy văn, tình hình xâm nhập mặn, chủ động xây dựng, triển khai kế hoạch phòng, chống hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn cho các mùa khô với các kịch bản khả năng ảnh hưởng của hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn phù hợp với tình hình thực tế tại địa phương, bao gồm cả các kịch bản ứng phó với xâm nhập mặn cực đoan như đã xảy ra các năm 2016, 2020,2024…

- Chủ động thực hiện sớm việc nạo vét kênh, rạch, đào ao, giếng, đắp đập tạm để trữ nước ngọt và ngăn mặn...; Ngoài ra, cần từng bước đầu tư nâng cấp, hoàn thiện việc xây dựng, vận hành, tập trung đẩy nhanh tiến độ thi công xây dựng các công trình thủy lợi, cấp nước sinh hoạt, nhất là các công trình giữ ngọt, kiểm soát mặn, hệ thống kênh mương, đường ống dẫn nước ở các vùng có nguy cơ cao xảy ra hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn. Thực hiện hoàn thành Tiểu dự án TP Bến Tre thuộc dự án Mở rộng nâng cấp đô thị Việt Nam thích ứng biến đổi khí hậu, nước biển dâng; nâng cấp và hoàn thiện các tuyến đê biển, đê sông xung yếu; kiểm soát xâm nhập mặn. [6]



Hình 3. Hệ thống cống, đê bao, âu thuyền đang xây dựng và dự kiến của TP Bến Tre. [7]

Thứ 2, tập trung lập quy hoạch tỉnh theo quy định của Luật Quy hoạch, xây dựng kế hoạch thực hiện các dự án trong giai đoạn tới, trong đó cần ưu tiên đầu tư các dự án tích trữ nước, kiểm soát mặn, giữ ngọt, cấp nước đô thị và nông thôn, đặc biệt các công trình có

tính chất liên vùng, không hối tiếc, có tác động lan tỏa theo Nghị quyết 120/NQ-CP của Chính phủ.

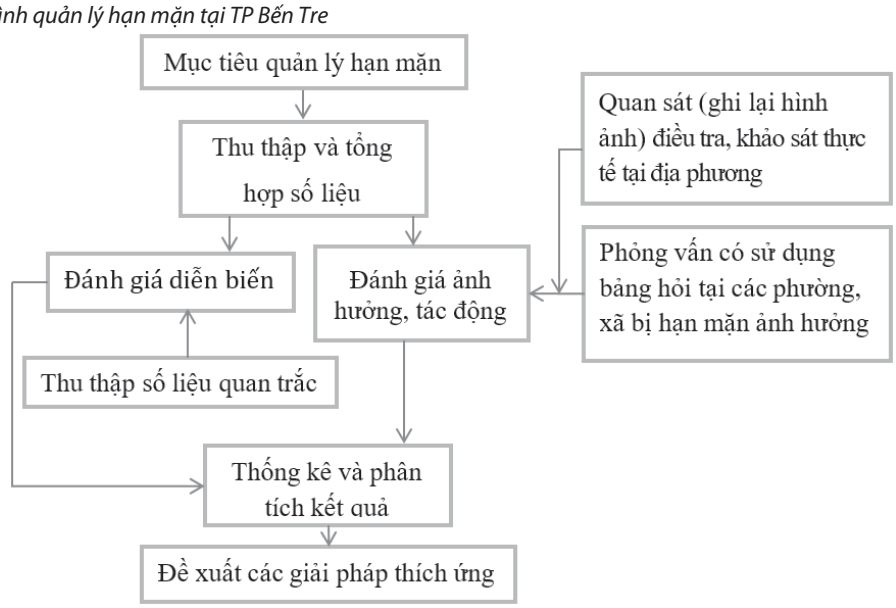
Thứ 3, đẩy mạnh ứng dụng công nghệ thông tin trong công tác quản lý dữ liệu, nâng cao năng lực cơ sở hạ tầng, tạo nền tảng phát triển Chính phủ điện tử. Ứng dụng khoa học kỹ thuật, công nghệ thông tin vào việc xử lý số liệu các trạm đo và việc đóng mở cửa van cống, đập ngăn mặn một cách tự động. Đảm bảo tiến độ, chất lượng và hiệu quả các nhiệm vụ được giao, bảo đảm sử dụng dữ liệu, thông tin trong cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường để phân tích, xử lý dữ liệu phục vụ công tác quản lý, chuyên môn nghiệp vụ thường xuyên. Bám sát các nội dung về hoàn thiện cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường kết nối liên thông với các hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu của các bộ, ngành, địa phương, chuyển đổi số ngành tài nguyên và môi trường để có những phương án sát sao, phù hợp hơn trong quy định pháp lý, quy định kinh tế - kỹ thuật trong thu nhận, tạo lập, quản lý, vận hành, kết nối, liên thông, phân tích, xử lý, chia sẻ, khai thác sử dụng dữ liệu, thông tin, tài nguyên số của lĩnh vực quản lý. Hệ thống cơ sở dữ liệu phải được thiết lập và cài đặt trên các hệ thống máy chủ đảm bảo về an toàn, an ninh thông tin về dữ liệu tài nguyên và môi trường khi chia sẻ trên môi trường mạng. Bảo đảm sự phối hợp chặt chẽ, hiệu quả giữa các cơ quan, đơn vị trong triển khai thực hiện Kế hoạch. Tăng cường tính chủ động, kịp thời đôn đốc, hướng dẫn và tháo gỡ những vướng mắc, khó khăn trong quá trình tổ chức thực hiện để bảo đảm tiến độ của các hoạt động và triển khai thực hiện có hiệu quả kế hoạch đã đề ra.

Thứ tư, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực cho công tác quản lý đô thị và dự báo hạn mặn. Nội dung đào tạo, bồi dưỡng đội ngũ cán bộ cần chú trọng trang bị một số kỹ năng cơ bản trong phân tích vấn đề được dự báo cũng như nâng cao kỹ năng thực hành công tác công tác quản lý đô thị và dự báo hạn mặn. Nội dung đào tạo, bồi dưỡng công tác quản lý đô thị và dự báo hạn mặn phục vụ điều hành cần cập nhật liên tục các phương pháp và kinh nghiệm mới nhất. Đặc biệt, cần nhấn mạnh và có phương án triển khai công tác đào tạo, bồi dưỡng tại chỗ để đội ngũ cán bộ làm công tác thông tin, phân tích, dự báo nhanh chóng tiếp cận được với hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu và các phương pháp, công cụ công tác quản lý đô thị và dự báo hạn mặn.

Thứ năm, tăng cường và mở rộng hợp tác quốc tế về công tác dự báo thu thập thông tin về nguồn nước và hạn mặn. Tạo điều kiện để các cơ quan, đơn vị làm công tác dự báo hạn mặn hợp tác, nhận hỗ trợ kỹ thuật về công tác dự báo, nâng cao năng lực đội ngũ cán bộ làm công tác dự báo từ các cá nhân, tổ chức quốc tế theo quy định của pháp luật.

Thứ 6. Cải thiện mô hình quản lý hạn mặn. Một trong những nguyên nhân dẫn đến sự bị động, chạy theo sau trong công tác phòng chống hạn mặn là lãng phí thời gian, phân chia công việc không rõ ràng, giao nhiệm vụ không cần thiết và dành nhiều thời gian cho các cuộc hội họp. Để cải thiện quy trình làm việc trước tiên phải quản lý thời gian hiệu quả. Trước khi tiến hành bất cứ cải tiến hay đổi mới cần đánh giá các ưu điểm cũng như hạn chế mà quy trình làm việc hiện tại mang đến, từ đó phát huy các điểm tốt và cải tiến, điều chỉnh các lỗ hổng trong quản lý. Sắp xếp công việc dựa trên tầm quan trọng là bước cải tiến quy trình làm việc đơn giản. Ưu tiên xử lý các nhiệm vụ, dự án có quy mô lớn, mang đến lợi ích lớn cho người dân đang chịu hạn mặn và địa phương. Đối với các dự án quan trọng cần ưu tiên nguồn nhân lực, thời gian và ngân sách để hoàn thành sớm nhất. Đối với các dự án nhỏ hơn có thể phân bổ nhân lực hợp lý. Cán bộ quản lý đô thị cần tổ chức và vận hành các dự án theo lịch trình đã được đề ra từ trước, nhân sự trong doanh nghiệp cần tuân thủ theo quy trình được đề ra từ trước. Tiếp theo cần cắt giảm những hoạt động không cần thiết gây gián đoạn hoặc lãng phí thời gian. Cụ thể có thể cắt giảm các cuộc họp hành không cần thiết. Tối ưu hóa thông tin liên lạc sẽ giúp cắt giảm thời gian cho các cuộc họp, trao đổi. Việc truyền tải thông tin thông qua các phần mềm và công nghệ mang lại tính chính xác cao, tốc độ lan truyền nhanh chóng và rộng rãi. Ngoài ra, TP Bến Tre cần phân bổ nguồn ngân sách một cách hợp lý, chú ý đến nguồn ngân sách tại chỗ của địa phương. Cải tiến quy trình làm việc cần một quá trình dài hạn và bài bản, tuy nhiên hiệu quả mà nó mang đến lại vô cùng khả quan góp phần sử dụng hiệu quả sử dụng ngân sách.

Bảng 3: Đề xuất mô hình quản lý hạn mặn tại TP Bến Tre



2.2.3. Phát huy vai trò tham gia của cộng đồng

Thực tế cho thấy vai trò rất quan trọng của cộng đồng, vì họ trực tiếp liên quan hoặc bị ảnh hưởng bởi vấn đề hạn mặn nên họ sẽ tham gia với tinh thần trách nhiệm cao. Trong cộng đồng, các nhà đầu tư với vai trò vô cùng quan trọng. Một khi cộng đồng đầu tư vào các công tác quản lý hạn mặn có thể "triển khai" được một mô hình đầu tư thỏa đáng (vừa thu được lợi ích mong muốn, vừa đạt yêu cầu lợi ích) thì sẽ tạo cảm hứng cho rất nhiều nhà đầu tư cộng hưởng khác. Thú vị là, đối với kiểu đầu tư cộng hưởng, Nhà nước và cộng đồng nói chung sẽ được hưởng

lợi thụ động thay vì phải chuẩn bị "cơ chế" để hỗ trợ giống như khi họ hỗ trợ cho các nhà đầu tư khởi xướng ban đầu. Ngược lại, chính nhà đầu tư cộng hưởng lại góp phần tạo nên phong trào và đóng góp nguồn lực một cách chủ động và hiệu quả. [8]

2.2.4. Truyền thông nâng cao nhận thức người dân

Huy động cả hệ thống chính trị cơ sở vào cuộc, tập trung làm tốt công tác thông tin, tuyên truyền, vận động, hướng dẫn để từng hộ gia đình, doanh nghiệp, cơ sở sản xuất trên địa bàn hiểu, chủ động triển khai các biện pháp phòng, chống hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn, trong đó mỗi gia đình, doanh nghiệp, cơ sở sản xuất, xóm, ấp, làng, xã, huyện, tỉnh cần chủ động có giải pháp phù hợp để dự trữ nước ngọt ngay từ cuối mùa mưa nhằm bảo đảm nguồn nước cho sinh hoạt và sản xuất trong các tháng mùa khô, không để bị động, bất ngờ.

Tuyên truyền, giáo dục là yếu tố tiên quyết, nhưng không thể nói suông về việc kế thừa tinh thần cộng đồng của cha ông. Trong bối cảnh hiện nay, phải chuyển hóa từ sự "ứng phó" thành trách nhiệm công dân với cộng đồng, với xã hội thông qua giáo dục tổng thể trong nhà trường, trong gia đình và ngoài xã hội. Học sinh ngay từ nhỏ cần được giáo dục ý thức tuân thủ pháp luật, được tham gia các hoạt động tương thân, tương ái, trợ giúp mọi người; các hoạt động có tính cộng đồng. Xây dựng tinh thần cộng đồng cần dựa vào giáo dục theo kiểu "mưa dầm, thấm lâu".

Tăng cường sự đồng thuận và tham gia của cộng đồng địa phương được xem là một trong những hướng đi quan trọng để phát triển bền vững. Người dân cần được tạo cơ hội để tham gia chủ động và được phân chia lợi ích nhiều hơn, công bằng hơn từ sự tham gia đó ngay tại địa phương; từ đó, thái độ của người dân đối với sự phát triển đô thị và nguồn tài nguyên được cải thiện, thậm chí làm tăng g ới hạn chấp nhận của họ đối với phòng chống hạn mặn.

3. CÁC GIÁ TRỊ ĐẠT ĐƯỢC KHI QUẢN LÝ HIỆU QUẢ HẠN MẶN TẠI TP BẾN TRE

Thứ nhất là giá trị lịch sử, văn hóa. Sông nước miền Tây, chiều sâu truyền thống văn hóa đô thị ra đời trong bối cảnh đô thị phụ thuộc phần lớn vào điều kiện tự nhiên, TP Bến Tre là một vùng có khí hậu ôn hòa và đất đai nông nghiệp trù phú. Với vị trí địa lý thuận lợi là nơi dễ dàng liên lạc với các vùng lân cận và các tuyến đường giao thông thủy bộ. Đặc biệt hơn cả, TP Bến Tre là giao điểm của nhiều hệ thống sông rạch chằng chịt nhưng hiền hòa, tạo nên một mạng lưới đường thủy thuận lợi cho việc thiết lập các bến bãi và giao thương hàng hóa làm tiền đề cho việc hình thành một đô thị đặc trưng sông nước sau này. Kể từ khi hội nhập TP Bến Tre đã chú trọng phát triển giao thông bộ, kênh rạch bị lấp dần, hình ảnh đô thị sông nước bắt đầu thay đổi để chuyển sang một hình thái mới. Tuy nhiên sông rạch vẫn đóng một vai trò quan trọng. Trong buổi đầu giai đoạn công nghiệp hóa nhiều kho xưởng được xây dựng trên bờ thủy lộ này đan xen với các công trình cổ mà cho đến nay dấu vết vẫn còn in đậm nét.

Thứ hai là giá trị nghệ thuật, kỹ thuật. Góp phần hoàn thiện hạ tầng kỹ thuật đô thị TP Bến Tre, các công trình cống đập, âu thuyền ngăn mặn nếu khai thác tốt có thể tạo thành điểm nhấn của đô thị bản sắc đô thị miền Tây sông nước và du lịch tại TP Bến Tre. Phù hợp với đề án xây dựng đô thị TP Bến Tre đạt các tiêu chí đô thị loại I xứng đáng là trung tâm, kinh tế văn hóa xã hội của tỉnh Bến Tre và tiểu vùng Nam sông Tiền .

Thứ ba giá trị khoa học và kinh tế. Cải thiện đời sống người dân, nâng cao chất lượng cuộc sống, đảm bảo nguồn nước tưới tiêu, sinh hoạt. Trình độ đội ngũ quản lý đô thị và hạn mặn được nâng cao chủ động trong mọi tình huống mà hạn mặn biến đổi không ngừng. Các công trình nghiên cứu ứng phó với hạn mặn sẽ góp phần hoàn thiện cơ sở khoa học để xây dựng nên các tình huống, kịch bản biến đổi khí hậu mà tỉnh Bến Tre nói chung và TP Bến Tre nói riêng mà Bến Tre là một trong những nơi dễ tổn thương nhất. Sau này sẽ là cơ sở tham khảo cho tỉnh Bến Tre cũng như vùng ĐBSCL về Biến đổi khí hậu và hạn mặn nói chung.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Quản lý đô thị Bến Tre phòng chống giảm thiểu tác hại của việc hạn mặn là hết sức cần thiết nhằm xây dựng bản sắc, đặc thù đô thị TP Bến Tre. Việc quản lý hạn mặn tại đô thị Bến Tre phải vận dụng sáng tạo, linh hoạt các giải pháp phòng chống thiên tai, hạn mặn phù hợp với quy hoạch phát triển TP Bến Tre trong giai đoạn mới.

Những kết quả của các công trình nghiên cứu của quốc tế và Việt Nam là bài học kinh nghiệm cho người quản lý trong quản lý hạn mặn và chiến lược phát triển TP Bến Tre.

Dựa trên cơ sở pháp lý quản lý nhà nước, những lý luận khoa học, đề xuất các giải pháp cụ thể cho việc quản lý hạn mặn tại TP Bến Tre:

- Giải pháp về cơ chế chính sách quản lý theo quy hoạch phát triển, khai thác sử dụng đất, nguồn nước, đầu tư xây dựng phát huy giá trị vốn có của TP Bến Tre.
- Hoàn thiện công tác quản lý nhà nước đối với các công trình phòng chống hạn mặn
- Giải pháp nâng cao bộ máy quản lý: phân công làm rõ chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và trách nhiệm của các cơ quan quản lý nhà nước với vấn đề hạn mặn tại Bến Tre.
- Giải phái truyền thông phát huy giá trị sực mạnh của cộng đòng trong phòng chống thiên tai nói chung và hạn mặn nói riêng.

Kiến nghị

Mở các lớp tập huấn ứng phó với sự xâm nhập mặn cho người dân hiểu và hỗ trợ họ các biện pháp ứng phó phù hợp.

Cần thiết lập mạng lưới thông tin về tình hình xâm nhập mặn ở các địa phương. Xây dựng trung tâm dữ liệu về thủy văn đặc biệt là diễn biến mặn để đưa ra các kịch bản ứng phó kịp thời và hiệu quả. Đồng thời hoàn thiện hệ thống quan trắc và cảnh báo tình hình xâm nhập mặn.

Cần chú trọng và phải có định hướng cho quy hoạch thủy lợi trên sông Bến Tre các rạch, các cống đập chứa nước ngăn mặn, lập kế hoạch xây dựng từng thời kỳ, quản lý một cách chặt chẽ việc xây dựng trên sông ngòi, tránh xây dựng các công trình thủy lợi chồng chéo gây ảnh hưởng đến đời sông người dân và phát triển đô thị tại TP Bến Tre. Lâu dài cần có chiến lược cấp nước ngọt cho các vùng xa nguồn ngọt, trong đó đặc biệt chú ý nâng cấp các kênh chuyển nước ngọt và các trạm bơm hỗ trợ cho các hệ thống ngọt hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Cổng thông tin điện tử Chính phủ, Theo dõi chặt chẽ diễn biến hạn mặn tại ĐBSCL.

[2] Trang thông tin tỉnh Bến Tre https://bentre.gov.vn/, Điều kiện tự nhiên tỉnh Bến Tre.

[3] Nguồn dữ liệu Google map.

[4] Trang thông tin tỉnh Bến Tre https://bentre.gov.vn/,Tài nguyên nước.

[5] Báo điện tử Đảng Cộng sản Việt Nam, Nghị quyết 120 đưa Đồng bằng sông Cửu Long phát triển bền vững.

[6] Quyết định số: 1004/QĐ-UBND ngày 06/5/2021 của Ủy ban nhân dân tỉnh Bến Tre về Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu tỉnh Bến Tre giai đoạn năm 2021 - 2030.

[7] Hệ thống thông tin thủy lợi Bến Tre http://thuyloibentre.com/.

[8] Đỗ Hậu (2012), *Xã hội học đô thị*, NXB Xây dựng, Hà Nội. Chương 4. Sự tham gia của cộng đồng trong quá trình quy hoạch, xây dựng và cộng đồng đô thị.

World Bank (07/6/2019). Vietnam: Toward a Safe, Clean, and Resilient Water System.

■Ngày nhận bài: 08/5/2024 ■Ngày sửa bài: 13/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/7/2024

Dự báo chất lượng nước để làm cơ sở khoa học đề xuất giải pháp tổng hợp phục hồi dòng chảy sinh thái sông Tô Lịch

Forecasting water quality as a scientific basis for proposing integrated solutions to restore the ecological flow of To Lich river

> TS TRẦN ĐỨC MINH HẢI[1], GS.TS TRẦN ĐỨC HẠ[1], TS LÊ VIỆT HƯNG[2]
[1]Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
[2]Công ty CP Tư vấn đầu tư và thiết kế xây dựng Việt Nam (CDC).

TÓM TẮT

Sông Tô Lịch là sông thoát nước lớn nhất trong khu vực trung tâm TP Hà Nội, gắn liền với lịch sử hình thành và phát triển của Thủ đô. Hiện nay sông bị ô nhiễm nặng và khả năng tiêu thoát nước bị hạn chế. Sử dụng phần mềm tính toán chất lượng nước QUAL 2K với sự hiệu chỉnh hệ số chuyển hóa chất ô nhiễm hữu cơ K_l phù hợp với điều kiện thực tế của sông Tô Lịch. Nghiên cứu của đề tài khoa học công nghệ 01C-09/01-2016-3 đã tính toán dự báo chất lượng nước sông Tô Lịch theo 4 kịch bản với các giải pháp cải thiện chất lượng nước khác nhau. Trên cơ sở đó các giải pháp theo kịch bản 4 là: 1) thu gom và xử lý toàn bộ nước thải trong lưu vực; xử lý ô nhiễm tồn lưu trong sông); 2) kè và cải tạo bờ đảm bảo ổn định cho sông; 3) bổ cập nước sạch cho sông về mùa khô; và 4) bố trí các công trình vui chơi giải trí kết hợp cảnh quan với tăng cường tự làm sạch nước sông. Với các giải pháp kỹ thuật tổng hợp này, dòng chảy sinh thái được phục hồi và sông đảm bảo được vai trò hệ thống hạ tầng kỹ thuật xanh cho TP Hà Nội.

Từ khóa: Sông Tô Lịch; phần mềm tính toán; kịch bản; dự báo chất lượng nước; phục hồi dòng chảy sinh thái.

ABSTRACT

To Lich River, which plays an important role in the establishment and current development of Hanoi city, is the largest drainage river for the inner city. Nevertheless, water quality of the river has been seriously degraded and the use of drainage for the city is limited. Thanks to the scientific project 01C-09/01-2016-3, a forecasted software (QUAL 2K) with modified coefficient K_l was used to forecast water quality change of the river based on four main scenarios. Accordingly, potential measurements to enhance the river's water quality for the 4th scenario are: 1) properly collect and treat wastewater in the basin, and treat remaining wastewater of the river; 2) revetment is built along the river; 3) clean water is replenished for the river; and 4) recreation facilities that provides self-purified steps for the river are built. As a result, river flow is expected to be recovered and the river itself would play a vital role in green infrastructure for Hanoi city.

Keywords: To Lich River; software; scenarios; water quality forecast; ecological flow restoration.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Sông Tô Lịch là con sông chính trong của thành Thăng Long, kết nối với Hồ Tây và sông Hồng, gắn liền với lịch sử phát triển trên 1000 năm của TP Hà Nội.

Hiện nay sông Tô Lịch chiều dài 14,6 km, là khung sinh thái đô thị, có ý nghĩa lớn về văn hóa, lịch sử và tâm linh của Thủ đô, có vai trò điều tiết và tiêu thoát nước mưa cho thành phố và là địa điểm vui chơi giải trí, sinh hoạt văn hóa, tâm linh của nhân dân Hà Nội và du khách.

Tuy nhiên, do tiếp nhận nước mưa của lưu vực diện tích 77,5km^2 với lưu lượng 30m^3/s để vận chuyển và tiêu thoát ra sông Nhuệ và sông Hồng. Toàn tuyến tiếp nhận khoảng 150.000m^3 nước thải mỗi ngày (chưa kể lượng nước thải sông Lừ và sông Kim Ngưu đổ vào). Tải lượng hữu cơ xả vào sông từ 8,2 đến 15 kg BOD/ha.ngày [2]. Mặc dù sông Tô Lịch và các sông thoát nước nội thành Hà Nội đều đã được nạo vét và cải tạo theo các gói thầu các dự án thoát nước giai đoạn 1 và giai đoạn 2, nhưng toàn bộ dòng chảy sông từ cống Bưởi đến cống Thanh Liệt trong trạng thái ô nhiễm nặng polysaprobe (P) và α-mezosaprobe (α-m) [2]. Nước sông màu đen và bốc mùi nặng về mùa khô, lượng oxy hòa tan hầu như không có. Ngoài ra, khả năng điều tiết và vận chuyển nước sông cũng bị hạn chế do bùn cặn lắng đọng và chướng ngại vật trên sông. Nguy cơ tái ô nhiễm sông sau mùa mưa và sau mỗi lần nạo vét bùn cũng rất cao do dòng chảy chậm và nước thải trong sông không được xử lý và úng ngập trên lưu vực sông do năng lực thoát nước của các công trình tiêu thoát nước mưa.





Hình 1. Sông Tô Lịch giai đoạn năm 1428-1527 [1]





Hình 2. Sông Tô Lịch và thực trạng ô nhiễm

Để là khung sinh thái đô thị của trung tâm Thủ đô Hà Nội, sông Tô Lịch cần phải đảm bảo: dòng chảy tự nhiên về mùa khô; thể tích chứa (điều tiết) nước lớn để tiêu thoát nước mưa; và có khả năng tự làm sạch cao để chất lượng nước đáp ứng quy chuẩn môi trường cũng như tạo điều kiện phát triển các công trình văn hóa, vui chơi, giải trí trên sông. Sông Tô Lịch và các sông hồ thoát nước nội đô khác sẽ tạo nên hệ thống hạ tầng thoát nước xanh cho thủ đô Hà Nội. Như vậy cần thiết phải dự báo chất lượng nước theo các kịch bản cải thiện môi trường sinh thái để từ đấy đề xuất giải pháp kỹ thuật tổng hợp phục hồi sông Tô Lịch.

2. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TỰ LÀM SẠCH THEO BOD CHO SÔNG TÔ LỊCH

Trong vực nước mặt có dòng chảy, BOD (nhu cầu oxy sinh hóa), đặc trưng cho các chất hữu cơ dễ oxy hóa sinh hóa, là một trong những thông số ô nhiễm quan trọng vì nó liên quan mật thiết đến hàm lượng oxy hòa tan DO (Dissolved Oxygen), yếu tố sinh thái tới hạn của vực nước. Về mùa khô khi thu gom nước thải về các nhà máy xử lý nước thải (XLNT) tập trung, nguy cơ cạn nước sông hồ đô thị là hiện hữu. Vì vậy, việc tính toán xác định chất lượng nước sông theo chỉ tiêu BOD và lượng nước sạch cũng như nước thải sau xử lý để bổ cập cho sông Tô Lịch là rất cần thiết [3, 4].

Với lưu lượng và nồng độ chất ô nhiễm trong nước nguồn và nước thải xả vào đó ổn định thì có thể dùng các mô hình không ổn định một chiều để kiểm soát chất lượng nước sông. Với mô hình này, nồng độ các chất ô nhiễm sẽ thay đổi theo thời gian dòng chảy hay chiều dài tính từ điểm xả vào sông. Ngoài BOD, liên quan đến ô nhiễm do nước thải còn có các thông số: TSS, COD, NH_4-N, TP, kim loại nặng, Chlorophyl A, Coliform,…Tuy nhiên đặc trưng để xác định khả năng tự làm sạch dòng chảy sông khi tiếp nhận nước thải sinh hoạt là thông số BOD và vì vậy BOD thường được dùng làm chỉ tiêu để đánh giá chất lượng nước khi nghiên cứu về sông Tô Lịch. Theo Rodzinler I.D.,1985 [5] và Trần Đức Hạ, 1991[6], nếu nồng độ chất hữu cơ tính theo BOD_5 ký hiệu là L, phương trình tổng quát chuyển hóa ô nhiễm trong sông là:

$$L_t = L_s.10^{-K_{1,s}t} + \frac{1}{n}(L_{nt} - L_s).10^{-K_{1,hh}t} + L_b \qquad (2)$$

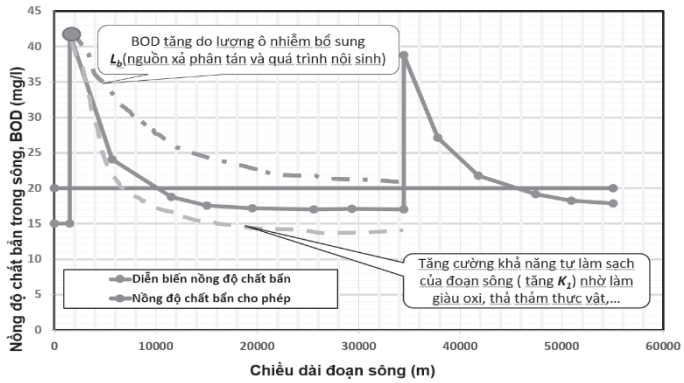
trong đó: L_t là nồng độ BOD_5 lớn nhất trong dòng hỗn hợp nước sông và nước thải xả vào tương ứng với thời gian dòng chảy t từ điểm ban đầu đến khoảng cách tính toán x; $K_{1,s}$ và $K_{1,hh}$ là các hệ số chuyển hóa chất ô nhiễm hữu cơ theo BOD (hằng số tốc độ oxy hóa sinh hóa chất hữu cơ) trong nước sông thoát nước và trong dòng hỗn hợp nước sông và nước thải, ngày^{-1}.

Trường hợp trên sông có nhiều điểm xả nước thải tập trung, trên cơ sở biểu thức (2) có thể xác định được nồng độ BOD lớn nhất tại một điểm bất kỳ nào đó sau cống xả nước thải thứ i như sau:

$$L_{t,i} = L_{s,i}.10^{-K_{1,s}t_{x,i}} + \frac{1}{n_i}(L_{nt,i} - L_{s,i}).10^{-K_{1,hh}t_{\square,i}} + L_{b,i} \qquad (3)$$

trong đó: $L_{s,i}$ là hàm lượng BOD trong nước sông trước điểm xả nước thải thứ i được lấy bằng hàm lượng BOD trong dòng hỗn hợp nước sông và nước thải $L_{nt,i-1}$, ngay trước điểm xả đó.

Hệ số K_1 là hằng số tốc độ phản ứng bậc 1 oxy hóa sinh hóa các chất hữu cơ trong hỗn hợp nước thải và nước sông, đặc trưng cho khả năng tự làm sạch các chất hữu cơ dễ oxy hóa sinh hóa (BOD) trong nước sông. K_1 phụ thuộc nhiệt độ, vận tốc dòng chảy và các yếu tố môi trường khác nên là đại lượng thực nghiệm nêu trong biểu thức (2).



Hình 3. Biểu đồ dao động chất lượng nước sông theo sự thay đổi hệ số K_1

Trong trường hợp nghiên cứu coi nước thải xả vào các đoạn sông được xáo trộn hoàn toàn ngay, nên biểu thức (3) có thể biểu diễn như sau:

$$L_{t,i} = L_{s,i}.10^{-K_{1,s}t_{x,i}} + L_{b,i} \qquad (4)$$

trong đó: $L_{i,t}$ - BOD_5 của hỗn hợp nước thải và nước sông cuối đoạn (i-1) - (i), mg/L;

$L_{s,i}$ - BOD_5 của hỗn hợp nước thải và nước sông đầu đoạn (i-1) - (i), mg/L;

$L_{b,i}$- BOD_5 bổ sung do các miệng xả phân tán, mg/L.

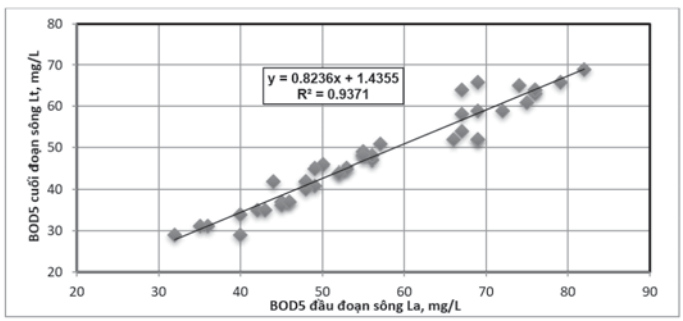
Trên sông Tô Lịch đoạn từ đường Hoàng Quốc Việt đến đập Thanh Liệt dài 12 km được bố trí 10 điểm lấy mẫu tại các vị trí có cống xả lớn nước thải vào sông như hình 4 với khoảng cách từ hai cống xả chính chiều dài từ 400 đến 2200 m. Tại các điểm này, mẫu nước BOD_5 được lấy phía trước (cách 10 m) và phía dưới (cách 15 m) cống xả nước thải để phân tích. Phương pháp lấy mẫu theo TCVN 5999:1995 (ISO 5667-10: 1992), Chất lượng nước - Lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước thải và phân tích theo TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1:2003), Chất lượng nước - Xác định nhu cầu oxy sinh hóa sau n ngày (BOD_n). Lưu lượng nước sông được đo theo phương pháp lưu tốc dòng chảy. Quá trình lấy mẫu thực hiện vào tháng 3 đến tháng 5 năm 2018.

Từ các kết quả phân tích chất lượng nước tại các điểm lấy mẫu, bằng phần mềm Excel, thiết lập được mối quan hệ giữa nồng độ BOD_5 của điểm đầu và điểm cuối các đoạn sông nêu trên hình 5 để

từ đó thiết lập được mô hình tính toán chất lượng nước sông Tô Lịch theo thông số BOD.



Hình 4. Vị trí lấy mẫu nước trên sông Tô Lịch



Hình 5. Biểu đồ quá trình tự làm sạch theo chỉ tiêu BOD_5 trên các đoạn sông Tô Lịch

Từ kết quả này thấy rằng giữa L_t và L_a có quan hệ là:

$L_t = 0{,}8236L_a + 1{,}4355$ với $R^2 = 0.9371$ (5)

Thay vào biểu thức (3) ta có được:

$10^{-K_1 t}$=0,823 và L_b = 1,4355 mg/L (6)

Như vậy trên từng đoạn sông Tô Lịch, với khoảng cách từ hai cống xả chính chiều dài từ 400 đến 2200 m, lượng chất ô nhiễm bổ sung (chất hữu cơ trong nước thải và chất thải sinh hoạt) từ các cống xả nhỏ phân tán (điểm xả không kiểm soát được) làm cho hàm lượng BOD_5 trong nước sông tăng thêm trung bình L_b là 1,4355 mg/L.

Từ các quan hệ giữa hệ số K_1 và thời gian dòng chảy trên các đoạn sông Tô Lịch về mùa khô tiến hành xử lý số liệu bằng phần mềm Excel thấy được mối quan hệ này theo biểu thức:

$K_1 = 18{,}657e^{-7.511t}$, ngày^{-1} với $R^2 = 0{,}9305$ (7)

4. DỰ BÁO CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG TÔ LỊCH

Theo Quy hoạch thoát nước Hà Nội đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt ngày 10/5/2013, nước thải các lưu vực S2 và S3 thuộc sông Tô Lịch sẽ được thu gom về nhà máy XLNT Yên Xá (công suất 270.000 m^3/ngày) và nhà máy XLNT Phú Đô (công suất 84.000 m^3/ngày) [3]. Nước thải sau khi xử lý sẽ được xem xét xả vào sông Tô Lịch để bổ cập nước cho sông. Ngoài ra, liên quan đến lưu vực sông Tô Lịch, còn có nhà máy XLNT Hồ Tây, công suất giai đoạn 1 là 15000 m^3/ngày, đi vào vận hành năm 2014 thu gom và xử lý một phần diện tích quận Tây Hồ là 180 ha. Giai đoạn 2 đến năm 2030 công suất của nhà máy sẽ đạt tới 30000 m^3/ngày với mức độ xử lý loại A theo QCTĐHN 02:2014/BTNMT. Mặt khác, cũng theo Quy hoạch thoát nước Hà Nội, một trạm bơm nước sông công suất Q=5 m^3/s sẽ bơm nước sông Hồng (lấy từ cống Liên Mạc trên sông Nhuệ) về pha loãng nước thải và làm sạch sông Tô Lịch về mùa khô [3].

Như vậy, trên sông Tô Lịch sẽ có các nguồn bổ cập nước sau đây:

- Nguồn 1: Nước sông Hồng tiếp cho sông Tô Lịch tại vị trí đường Hoàng Quốc Việt, lưu lượng 5 m^3/s:

- Nguồn 2: Nước thải sau xử lý nhà máy XLNT Hồ Tây công suất Q=30.000 m^3/ngày, xả vào sông Tô Lịch tại vị trí đường Hoàng Quốc Việt;

- Nguồn 3: Nước thải sau xử lý nhà máy XLNT Phú Đô dự kiến xả khoảng 40.000 m^3/ngày (trên tổng số 84.000 m^3/ngày) vào sông Tô Lịch tại vị trí Cầu Giấy;

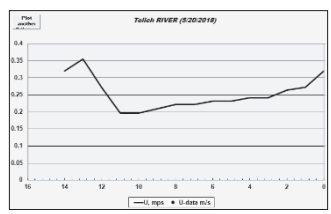
- Nguồn 3: Nước thải sau xử lý nhà máy XLNT Yên Xá lưu lượng lớn nhất về mùa khô 270.000 m^3/ngày xả vào sông Tô Lịch tại vị trí hạ lưu Cầu Lũ.

Các mô hình chất lượng nước là công cụ hỗ trợ mạnh cho việc quản lý nguồn nước và ngày càng được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Do đó, ứng dụng các mô hình chất lượng nước để kiểm soát ô nhiễm nước sông Tô Lich là phù hợp. Qual 2K là mô hình chất lượng nước dòng chảy sông, đây là một phiên bản mới và công năng cao của mô hình Qual. Qual 2K đã được áp dụng rộng rãi để đánh giá chất lượng nước mặt và cũng để dự báo các tác động của việc xả nước thải đô thị lên chế độ oxy trong sông nhiệt đới [7, 8]. Trong nghiên cứu này, Mô hình chất lượng nước Qual 2K được áp dụng để tính toán và dự báo chất lượng nước sông Tô Lịch theo các kịch bản thu gom, XLNT trên lưu vực và bổ cập nước sạch pha loãng với nước sông.

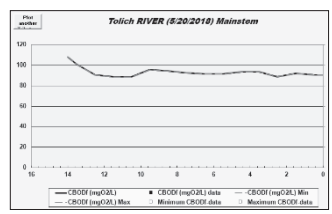
Sau khi hiệu chỉnh với hệ số K_1 theo (7), nhập số liệu và chạy mô hình tính toán cho từng kịch bản (KB), thu được kết quả là các biểu đồ vận tốc dòng chảy và nồng độ chất hữu cơ phân hủy nhanh BOD_f (tương đương BOD_5) theo chiều dài sông.

a. Kịch bản 1:

Nước thải tất cả các tuyến cống dọc hai bờ sông Tô Lịch không được thu gom và xử lý như hiện nay. Ước tính hàng ngày có khoảng 300.000 m^3 nước thải chưa qua xử lý thải trực tiếp ra sông Tô Lịch, bên cạnh đó còn có khoảng 55.000 m^3 từ sông Lừ đoạn Cống Dậu và 60.000 m^3 từ sông Kim Ngưu đoạn Cầu Tó bổ cập vào sông. Ngoài ra nước sông Tô Lịch không được pha loãng từ nguồn nước sông Hồng.



Hình 6. Vận tốc dòng chảy theo chiều dài sông KB1



Hình 7. BOD_5 theo chiều dài sông KB1

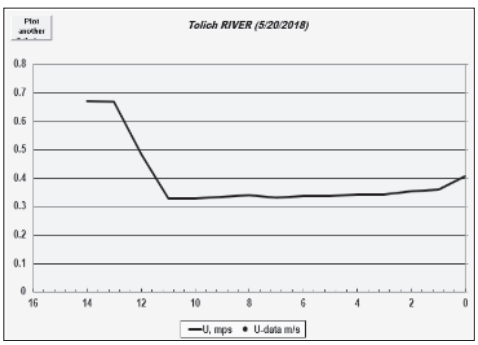
Các kết quả tính toán nêu trên các biểu đồ hình 6 và hình 7 cho thấy:

- Vận tốc dòng chảy trên sông tương đối nhỏ, trong khoảng 0,2 - 0,35 m/s, thấp nhất tại điểm cách thượng lưu 4km và cao nhất tại điểm cách thượng lưu 1km. Nguyên nhân là do đoạn thượng lưu sông Tô Lịch có chiều rộng nhỏ (4,5m) và lưu lượng đầu vào khá lớn. Đoạn trung lưu của sông tuy lưu lượng lớn lên do sự bổ cập nước thải từ các tuyến cống đổ ra nhưng chiều rộng sông tăng lên 22 m nên vận tốc dòng chảy giảm.

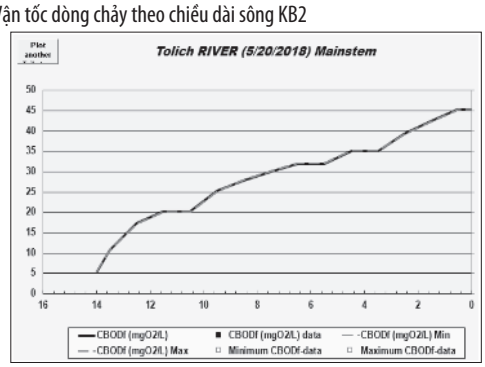
- Nồng độ BOD_5 nằm trong khoảng 90 - 110 mg/l và đều vượt quá mức B - QCVN 08:2023/BTNMT nhiều lần. BOD_5 có xu hướng giảm dần ở cuối dòng do khả năng tự làm sạch của sông tăng lên. Trạng thái chất lượng nước mức α-mezosaprobe ở hầu hết theo chiều dài dòng sông.

b. Kịch bản 2:

Theo dự án tiếp nước cho sông Tô Lịch, một trạm bơm nước sông công suất $Q = 5$ m^3/s sẽ bơm nước sông Hồng từ Liên Mạc về pha loãng vào làm sạch sông, tuy nhiên tình trạng thu gom và XLNT vẫn theo như KB1. Kết quả tính toán dự báo chất lượng nước sông thể hiện trên các biểu đồ hình 8 và hình 9.



Hình 8. Vận tốc dòng chảy theo chiều dài sông KB2



Hình 9. BOD_5 theo chiều dài sông KB2

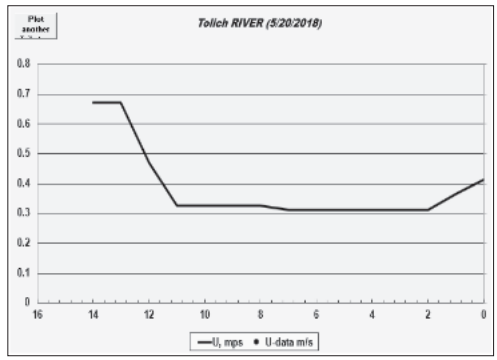
Các kết quả tính toán dự báo nêu trên cho thấy:

- Do bổ cập nước sạch với lưu lượng 5m^3/s vào đầu sông nên tốc độ của dòng chảy tăng (0,3-0,7) m/s, đảm bảo yêu cầu dòng chảy sinh thái và khả năng làm sạch sông tăng lên rõ rệt.

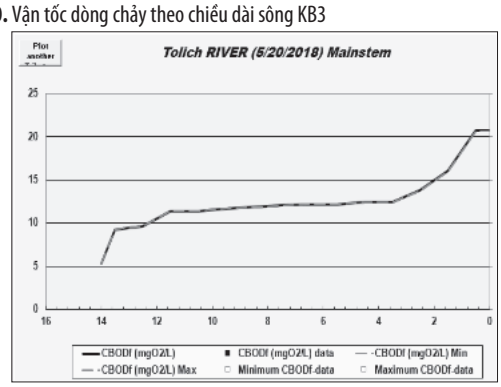
- Giá trị BOD_5 nằm trong khoảng 5- 45 mg/L. Tuy hàm lượng vượt quá mức B - QCVN 08:2023/BTNMT nhưng đã giảm gần 50% so với KB1.

c. Kịch bản 3

Theo Quy hoạch thoát nước Hà Nội, các nhà máy XLNT, đặc biệt là hệ thống XLNT Yên Xá, có hệ thống cống gom chạy dọc sông Tô Lịch và sông Lừ, và xử lý đạt mức B theo QCTĐHN 02:2014/BTNMT. Tuy nhiên nước thải phân tán lưu lượng nhỏ dọc sông, ước tính khoảng 10.000 m^3/ngày còn chưa được thu gom xử lý. Kết quả tính toán dự báo trạng thái chất lượng nước sông Tô Lịch trong trường hợp này được thể hiện trên các hình 10 và hình 11.



Hình 10. Vận tốc dòng chảy theo chiều dài sông KB3



Hình 11. BOD_5 theo chiều dài sông KB3

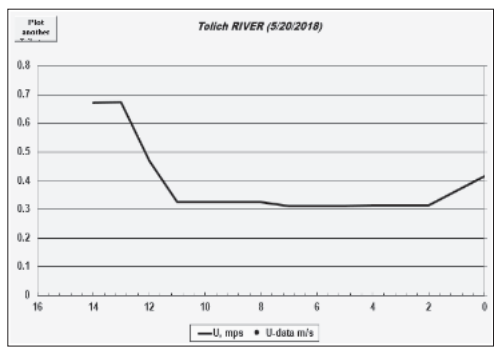
Các kết quả tính toán dự báo theo KB3 cho thấy:

- Do vẫn được bơm nước từ sông Hồng (lưu lượng Q=5m^3/s) nên vận tốc gần như không thay đổi so với KB2 (0,3-0,7 m/s).

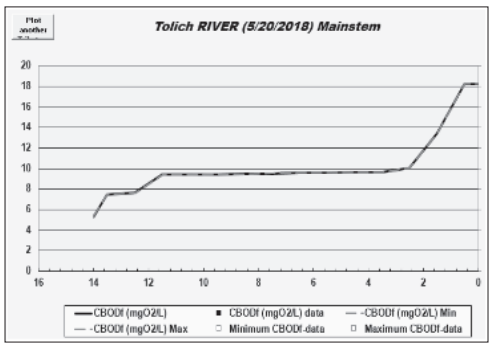
- Hàm lượng BOD_5 cũng được giảm nhiều ở cuối đoạn sông do được nhà máy Yên Xá thu gom và xử lý nên giá trị nằm trong khoảng 5 – 23 mg/L (giảm gần 50% so KB1), tuy nhiên vẫn vượt quá mức B - QCVN 08:2023/BTNMT.

d. Kịch bản 4 (KB4):

Tất cả nước thải trong lưu vực (xả thải tập trung và phân tán ra sông Lừ và sông Tô Lịch) đều được thu gom và xử lý đạt mức B theo QCTĐHN 02:2014/BTNMT [9], trong đó liên quan đến chế độ oxy thì BOD_5 phải ≤20 mg/L. Sông Tô Lịch được bổ cập nước sông Hồng Q=5m^3/s vào mùa khô. Các giải pháp kỹ thuật đảm bảo cho kịch bản 4 là: 1) thu gom và xử lý toàn bộ nước thải trong lưu vực; xử lý ô nhiễm tồn lưu trong sông); 2) kè và cải tạo bờ đảm bảo ổn định cho sông; 3) bổ cập nước sạch cho sông về mùa khô; và 4) bố trí các công trình vui chơi giải trí kết hợp cảnh quan với tăng cường tự làm sạch nước sông. Kết quả tính toán dự báo trạng thái chất lượng nước sông trong trường hợp này được thể hiện trên các hình 12 và hình 13.



Hình 12. Vận tốc dòng chảy theo chiều dài sông KB4



Hình 13. BOD_5 theo chiều dài sông KB4

Các kết quả tính toán dự báo theo KB4 cho thấy:

- Do vẫn được bơm nước từ sông Hồng (5m^3/s) nên vận tốc gần như không thay đổi so với KB2 và KB3 (0,3-0,7) m/s.

- Hàm lượng BOD_5 nằm trong khoảng 5 - 18 mg/L. Hàm lượng BOD_5 đoạn dọc sông đã đạt mức B - QCVN 08:2023/BTNMT. Tuy nhiên cuối đoạn có nước từ sông Kim Ngưu chảy vào nên hàm lượng BOD lại tăng lên vượt mức B.

5. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP KỸ THUẬT TỔNG HỢP PHỤC HỒI DÒNG CHẢY SINH THÁI SÔNG TÔ LỊCH

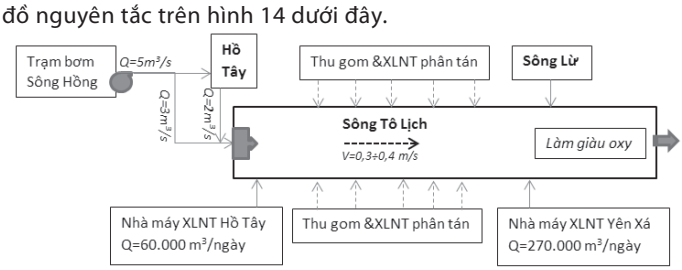
Sau khi mô phỏng chất lượng nước sông Tô Lịch về mùa khô theo các kịch bản khác nhau, thấy rằng:

1. Nước sông Tô Lịch hiện nay ô nhiễm trầm trọng ở mức B2 theo QCVN 08:2023/BTNMT trạng thái α-mezosaprobe ở hầu hết vị trí theo chiều dài dòng chảy sông.

2. Nếu được bổ cập nước sạch từ sông Hồng Q=5 m^3/s về mùa khô, các chất ô nhiễm trong nước sông được pha loãng tuy nhiên chất lượng nước sông Tô Lịch theo thông số BOD_5 vẫn vượt ngưỡng cho phép B theo QCVN 08:2023/BTNMT.

3. Để đảm bảo về mùa khô chất lượng nước ở trên toàn chiều dài sông ở mức B1 QCVN 08:2023/BTNMT và vận tốc dòng chảy 0,3÷0,7 m/s (yêu cầu dòng chảy sinh thái sông nội đô), tất cả nguồn nước thải tập trung (các điểm xả có D>300mm) và phi tập trung (các điểm xả phân tán có D≤300mm) cần phải được thu gom và xử lý đến mức B theo QCTĐHN 02:2014/BTNMT- Quy chuẩn kỹ thuật về nước thải công nghiệp trên địa bàn Thủ đô Hà Nội, trong đó BOD_5 phải ≤20 mg/L và bổ cập lượng nước sạch từ sông Hồng Q=5 m^3/s.

Qua tính toán chất lượng nước sông theo các KB nêu ở mục 4, kết quả dự báo theo kịch bản 4 được làm cơ sở để các giải pháp kỹ thuật được tổng hợp để phục hồi dòng chảy sinh thái sông Tô Lịch. Các giải pháp cụ thể được trình bày trong báo cáo đề tài khoa học công nghệ 01C-09/01-2016-3 [4] và tổng hợp theo sơ đồ nguyên tắc trên hình 14 dưới đây.



Hình 14. Sơ đồ nguyên tắc quy trình phục hồi dòng chảy sông Tô Lịch

Các bước phục hồi dòng chảy sông Tô Lịch như sau: 1). thu gom và XLNT (kể cả nước thải công trình thoát nước tập trung và phân tán) đảm bảo quy chuẩn môi trường trước khi xả vào sông; 2). xử lý ô nhiễm tồn lưu trong sông (nạo vét và xử lý bùn ô nhiễm); sạch cho sông mùa khô theo yêu cầu dòng chảy môi trường (sinh thái) đồng thời cung cấp nước qua sông Nhuệ cho nông nghiệp khu vực phía Nam thành phố; và 4). bố trí các công trình vui chơi giải trí kết hợp cảnh quan với tăng cường tự làm sạch nước sông.

5. KẾT LUẬN

Sông Tô Lịch gắn liền với lịch sử phát triển trên 1000 năm của TP Hà Nội. Sông là khung sinh thái của trung tâm thành phố, đóng vai trò quan trọng bậc nhất trong hệ thống hạ tầng xanh của thành phố. Tuy nhiên sự phát triển đô thị đã làm cho nước sông bị ô nhiễm nặng, khả năng tiêu thoát nước mưa của sông giảm sút,… Vì vậy cần phải đảm bảo cho sông: dòng chảy tự nhiên về mùa khô; thể tích chứa (điều tiết) nước lớn để tiêu thoát nước mưa; và có khả năng tự làm sạch cao để chất lượng nước đáp ứng quy chuẩn môi trường cũng như tạo điều kiện phát triển các công trình văn hóa, vui chơi, giải trí trên sông.

Dự báo chất lượng nước theo các kịch bản cải thiện môi trường sinh thái cho sông là cơ sở để đề xuất giải pháp kỹ thuật tổng hợp phục hồi dòng chảy sông Tô Lịch. Ứng dụng mô hình Qual 2K với việc hiệu chỉnh hệ số phân hủy chất hữu cơ theo BOD (hệ số K_1) thực tế của sông thấy rằng các giải pháp cải thiện chất lượng nước sông theo KB4 có thể phục hồi dòng chảy môi trường cho sông. Sau khi xử lý ô nhiễm, cải tạo dòng sông và bổ cập nước sạch đảm bảo dòng chảy với vận tốc tối thiểu từng đoạn sông dao động 0,3-0,4 m/s thì dựa trên tính toán, đánh giá khả năng tự làm sạch của sông có thể bố trí các công trình sinh thái cảnh quan trên sông cho hợp lý.

Sông Tô Lịch sau khi được phục hồi dòng chảy, sẽ đảm bảo được chức năng khung sinh thái chính của đô thị, là nơi vui chơi giải trí của nhân dân thủ đô và du khách, đồng thời cung cấp một phần nước tưới cho vùng nông nghiệp phía Nam thành phố.

Lời cảm ơn

Kết quả bài báo này nằm trong nội dung nghiên cứu của đề tài khoa học công nghệ cấp Thành phố Hà Nội 01C-09/01-2016-3. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn sự tài trợ kinh phí của đề tài nêu trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nghiêm Quốc Cường (2022). "Sông Tô kể chuyện" ngày xửa ngày xưa. Tạp chí "*Kiến trúc*", Số 09-2022.

2. Trần Đức Hạ, Đinh Viết Cường, Trần Đức Minh Hải (2016). Dự báo chất lượng nước sông Tô Lịch sau khi tiếp nhận nước thải của các nhà máy xử lý nước thải tập trung. Tạp chí*"Cấp thoát nước Việt Nam"*, Số 6 (110), 38-41.

3. *Quyết định số 725/2013/QĐ-TTg ngày 10/5/2013 của Thủ tướng chính phủ Phê duyệt quy hoạch thoát nước thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.*

4. Viện Khoa học và Kỹ thuật môi trường (2019). Báo cáo đề tài NCKH cấp thành phố Hà Nội: *Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật tổng hợp để bảo vệ môi trường nước sông nội đô Thành phố Hà Nội* (mã số: 01C-09/01-2016-3).

5. Rodzinler I.D (1985), *Dự báo chất lượng nguồn nước sau khi tiếp nhận nước thải*, NXB Xây dựng Leningrad (bản tiếng Nga), .

6. Trần Đức Hạ (1991). Mô hình hóa quá trình tự làm sạch chuỗi hồ trong điều kiện Việt Nam, *Luận án tiến sĩ*, Trường Đại học Xây dựng Leningrad.

7. Trần Đức Hạ, Phạm Tuấn Hùng, Đào Anh Dũng, Nguyễn Hữu Hòa, Lê Việt Hưng (2006). *Một số phần mềm tính toán thiết kế công trình cấp thoát nước và bảo vệ nguồn nước*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.

8. Chapra, S.C. and Pelletier, G.J (2003). *QUAL 2K: A modeling framework for simulating river and stream water quality*. Documentation and users manual. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.

9. Trần Đức Hạ, Nguyễn Bá Liêm (2015). Xử lý tại chỗ nguồn nước thải không thu gom được vào hệ thống thoát nước tập trung trên lưu vực sông Tô Lịch. Tạp chí *"Môi trường"*, số 5/2015.

■Ngày nhận bài: 22/5/2024 ■Ngày sửa bài: 24/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 17/7/2024

Đánh giá hiệu quả dự án cấp nước sạch thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang

Assessment of the effectiveness of the clean water supply project in Long My Town, Hau Giang Province

> LƯU QUỐC ANH[1], LÂM TẤN PHÁT[2], TRẦN VĂN TỶ[2,*]
[1]HVCH Trường Bách khoa, Trường ĐH Cần Thơ; Email: anhm4222016@gstudent.ctu.edu.vn
[2]Khoa Kỹ thuật Thủy lợi, Trường Bách khoa, Trường ĐH Cần Thơ; Email: phatlam0806@gmail.com; *tvty@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả cấp nước sạch tại thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang từ năm 2014. Quá trình đánh giá bao gồm khảo sát hiện trạng về chất lượng nước, mức độ tiếp cận nước sạch, kết hợp với phỏng vấn các bên liên quan về hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cũng như tác động đến môi trường - xã hội của dự án. Các tài liệu liên quan về vùng dự án và tiêu chuẩn kỹ thuật được thu thập nhằm ước tính khả năng cấp nước sạch của dự án đến năm 2030. Kết quả cho thấy hệ thống cấp nước được đánh giá cao về chất lượng nước đối với sức khỏe con người và khả năng duy trì, bền vững trong các điều kiện khác nhau. Áp lực nước và lưu lượng cung cấp trong giờ cao điểm được đảm bảo, đáp ứng nhu cầu sử dụng của các bên sử dụng nước. Hệ thống cấp nước sạch có tác động tích cực đến môi trường trong giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm, đảm bảo cung cấp nước sạch bền vững cho cộng đồng, và thúc đẩy phát triển kinh tế khu vực.

Từ khóa: Chất lượng nước; cấp nước sạch; hiệu quả; thị xã Long Mỹ; tỉnh Hậu Giang.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the effectiveness of the clean water supply in Long My Town, Hau Giang Province, since 2014. The evaluation process includes assessing the current status of water quality and access to clean water, combined with interviews of relevant stakeholders regarding the economic-technical effectiveness and the environmental-social impacts of the project. Relevant documents related to the project area and technical standards were collected to estimate the project's capacity to supply clean water until 2030. The results indicate that the water supply system was highly evaluated for its water quality concerning human health and its ability to maintain sustainability under varying conditions. Water pressure and supply discharge during peak hours were ensured to meet the water user sectors. The clean water supply system has been found to have a positive environmental impact in reducing pollution risks, ensuring sustainable clean water supply for the community, promoting the region's economic development.

Keywords: Water quality; clean water supply; effectiveness; Long My town; Hau Giang province.

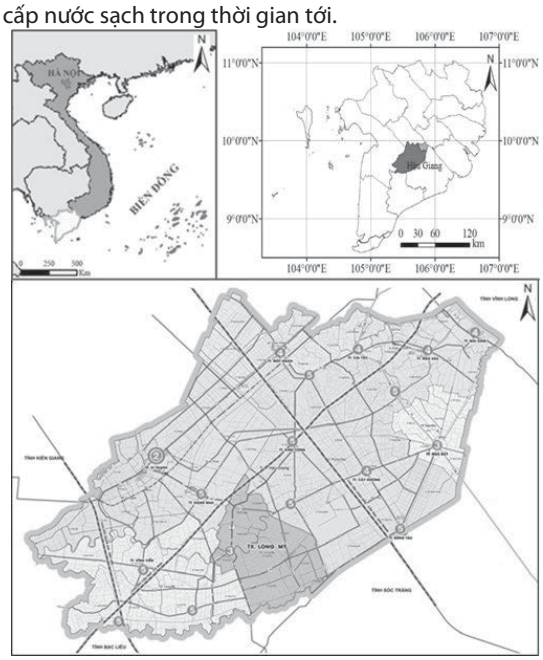
1. MỞ ĐẦU

Dưới áp lực gia tăng dân số và phát triển kinh tế, nước đang bị khai thác vượt quá khả năng phục hồi [1]. Đô thị hóa, nông nghiệp, công nghiệp và biến đổi khí hậu (BĐKH) đang làm suy giảm cả chất lượng và số lượng nguồn nước [2]. Theo Ngân hàng Thế giới, năm 2030 nhu cầu nước sẽ vượt cung 40%. Hiện có hơn 2,6 triệu người không tiếp cận được vệ sinh cơ bản và gần 1 tỷ người thiếu nước sạch [3]. Tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), sự gia tăng dân số, BĐKH, hạn hán và xâm nhập mặn cũng ảnh hưởng nghiêm trọng đến việc sử dụng nước [4-7].

Tỉnh Hậu Giang là một phần của ĐBSCL, nằm trong khoảng tọa độ từ 9°19'17N đến 9°30'35N vĩ độ Bắc và từ 105°14'03E đến 106°17'57E kinh độ Đông [8] (Hình 1). Cùng với sự phát triển chung của vùng, trong những năm gần đây, kinh tế của tỉnh có tốc độ phát triển cao, đã có sự dịch chuyển cơ cấu từ nông nghiệp sang công nghiệp, du lịch và dịch vụ [9]. Các khu vực đô thị, khu dân cư tập trung cũng phát triển nhanh chóng. Cơ cấu sử dụng nước trong vùng sẽ có những bước dịch chuyển quan trọng trong thời gian tới. Yêu cầu sử dụng nước ở một số ngành, lĩnh vực sẽ phát triển nhanh và đòi hỏi đảm bảo cả về số lượng, chất lượng cũng như tính ổn định ngày càng cao hơn [10]. Bên cạnh đó, việc phát triển kinh tế - xã hội như hiện nay và trong thời gian tới cũng sẽ tạo ra những nguy cơ tiềm ẩn làm suy thoái chất lượng, số lượng tài nguyên nước trong vùng, ảnh hưởng trực tiếp tới khả năng đáp ứng của nguồn tài nguyên nước nói chung, cung cấp nước sạch nói riêng cho các mục tiêu phát triển trong tương lai [11].

Xuất phát từ những yêu cầu và nhiệm vụ trên, Ủy ban nhân dân tỉnh Hậu Giang chỉ đạo Sở Tài Nguyên và Môi trường hợp đồng với Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Nam thực hiện Dự án *"Quy hoạch phân bổ tài nguyên nước dưới đất tỉnh Hậu Giang đến năm 2020"*. Qua thời gian khai thác, hiệu quả mang lại của dự án xây dựng hệ thống cung cấp nước sạch cho thị xã Long Mỹ cho cộng đồng và xã hội cần được đánh giá một cách tổng quan. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả dự án

cấp nước sạch thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang trên các phương diện về kinh tế - kỹ thuật, tác động đến môi trường và xã hội. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thông tin về ưu điểm, thuận lợi của hệ thống cung cấp nước sạch tại khu vực nghiên cứu (KVNC); từ đó đề xuất giải pháp khắc phục các hạn chế trong quá trình triển khai các dự án cấp nước sạch trong thời gian tới.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu [12]

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

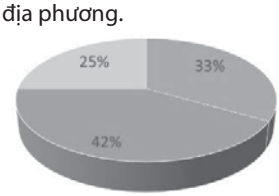
2.1. Thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp và nguồn thu thập được thể hiện qua Bảng 1.

Bảng 1. Số liệu thứ cấp và nguồn số liệu

STT	Tên số liệu	Nguồn	Năm
1	Bản đồ địa hình khu vực	UBND tỉnh Hậu Giang	2020
2	Bản đồ quy hoạch thị xã Long Mỹ	UBND tỉnh Hậu Giang	2020
3	Số liệu về điều kiện tự nhiên	Sở TN&MT tỉnh Hậu Giang	2024
4	Số liệu về tình hình kinh tế xã hội	Sở TN&MT tỉnh Hậu Giang	2024
5	Hồ sơ thiết kế công trình thuộc dự án	Công ty Cổ phần cấp thoát nước công trình đô thị Hậu Giang	2014

Bên cạnh đó, nghiên cứu này cũng tiến hành thu thập các ý kiến từ các bên liên quan, gồm có hai nhóm chính: *(1) Chuyên gia trong các lĩnh vực Môi trường, Cấp thoát nước và Xây dựng - Thủy lợi* với tỉ lệ như Hình 2, và *(2) Người dân sống tại KVNC*. Cụ thể, có 24 phiếu khảo sát từ chuyên gia và 206 phiếu khảo sát khác thu nhận từ các cuộc phỏng vấn cư dân địa phương.



Hình 2. Lĩnh vực chuyên môn của chuyên gia

Các chuyên gia được khảo sát trực tuyến thông qua Googleform và người dân được phỏng vấn trực tiếp với bảng câu hỏi, tập trung: *(1) Lợi ích kinh tế, (2) Hiệu quả kỹ thuật, (3) Tác động đến môi trường,* và *(4) Tác động xã hội* của dự án. Các câu hỏi được thiết kế dựa trên tiêu chí của khối thứ 8 về quan trắc và kỹ thuật trong bộ tiêu chí 10 khối đánh giá quản trị nguồn nước [12]. Các tiêu chí tham khảo này phù hợp với mục tiêu nghiên cứu và phản ánh đầy đủ các khía cạnh liên quan đến dự án cấp nước sạch được nghiên cứu.

Để đánh giá chi tiết mức độ hiệu quả, kết quả khảo sát được phân loại thành bốn cấp độ khác nhau, từ thấp đến cao (Từ 1- 4). Các cấp độ này được xác định dựa trên tỷ lệ phần trăm thu được từ 230 phiếu trả lời khảo sát. Các yếu tố dùng để đánh giá hiệu quả của công trình cấp nước sạch được lựa chọn dựa trên các nguyên tắc đánh giá tiêu chí và chỉ thị đã được nghiên cứu trước đó [13].

2.2. Xử lý số liệu

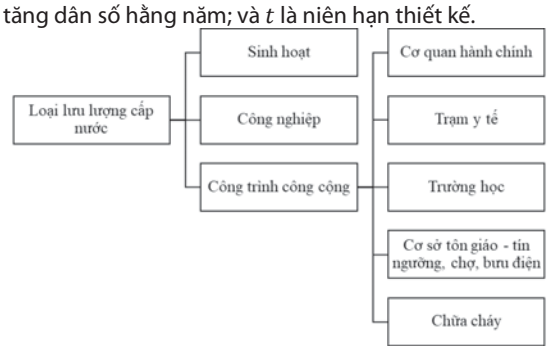
Dữ liệu thu thập từ quá trình khảo sát được xử lý bằng phương pháp thống kê mô tả và trình bày dưới dạng biểu đồ.

2.3. Ước tính khả năng cấp nước sạch

Để đánh giá được khả năng cấp nước sạch của dự án, đầu tiên cần xác định các thành phần sử dụng nước của hệ thống cấp nước sạch (Hình 3). Bên cạnh đó, dân số của thị xã Long Mỹ trong tương lai được tính theo công thức sau:

$$N = N_0 \times (1 + \alpha)^t$$

Trong đó: N là dân số năm tương lai; N_0 là dân số hiện tại; α là tỉ lệ gia tăng dân số hằng năm; và t là niên hạn thiết kế.



Hình 3. Thành phần cấp nước của dự án

Lưu lượng nước cho sinh hoạt:

Lưu lượng nước sinh hoạt được xác định bằng công thức:

$$Q_{SH} = \frac{\sum q_i \times N_i \times K_{ngmax}}{1000} \times f_i$$

Trong đó: Q_{SH} là lưu lượng nước dùng cho nhu cầu ăn uống, sinh hoạt (m^3/ngđ); q_i là tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt tính theo đầu người; N_i là dân số năm tương lai; f_i là tỉ lệ dân cư được cấp nước, lấy bằng 90% (TCXDVN 33:2006) [14]; $K_{ng.max}$ là hệ số không điều hòa ngày lớn nhất *Kng.max = 1,25÷1,5* trị số lớn áp dụng cho đô thị nhỏ và ngược lại.

Lưu lượng nước sinh hoạt cho ngày dùng nước lớn nhất được xác định bằng công thức:

$$Q_{ng.max} = Q_{SH} \times K_{ng.max}$$

Trong đó: Q_{SH} là lưu lượng nước dùng cho nhu cầu ăn uống, sinh hoạt ($m^3/ng.$đ); $K_{ng.max}$ là hệ số dùng nước không điều hòa ngày lớn nhất *Kng.max = 1,2÷1,4* [14].

Lưu lượng nước sinh hoạt cho ngày dùng nước nhỏ nhất được xác định bằng công thức:

$$Q_{ng.min} = Q_{SH} \times K_{ng.min}\ (m^3/ng.đ)$$

Trong đó: Q_{SH} là lưu lượng nước dùng cho nhu cầu ăn uống, sinh hoạt ($m^3/ng.$đ); $K_{ng.min}$ là hệ số dùng nước không điều hòa ngày nhỏ nhất *Kng.min = 0.7÷0.9* [14].

Lưu lượng nước sinh hoạt cho giờ dùng nước lớn nhất:

$$Q_{giờ.max} = \frac{K_{giờ.max} \times Q_{ng.max}}{24}$$

Lưu lượng nước sinh hoạt cho giờ dùng nước nhỏ nhất:

$$Q_{giờ.min} = \frac{K_{giờ.min} \times Q_{ng.min}}{24} \ (m^3/giờ)$$

Trong đó: Hệ số không điều hòa $K_{giờ}$ được xác định theo công thức sau:

$$K_{giờ.max} = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$
$$K_{giờ.min} = \alpha_{min} \times \beta_{min}$$

Với α là hệ số kể đến mức độ tiện nghi của công trình, chế độ làm việc của các cơ sở sản xuất và các điều kiện địa phương khác, theo [14]:

$$\alpha_{max} = 1.2 \div 1.5$$
$$\alpha_{min} = 0.4 \div 0.6$$

Và β là hệ số kể đến dân số trong khu vực, tra bảng 3.2 TCVN 13606:2023, nội suy tìm được β_{max} và β_{min}.

Lưu lượng nước cho công nghiệp:

Theo TCVN 13606:2023 [15] đối với đô thị loại II, đô thị loại III, loại IV nước khu công nghiệp là 20÷40 m³/ha-ng.đ. Tiêu chuẩn dùng nước cho nhu cầu ăn uống và sinh hoạt của công nhân sản xuất tại các xí nghiệp lấy theo bảng sau (Bảng 2).

Bảng 2. Tiêu chuẩn dùng nước cho nhu cầu ăn uống và sinh hoạt của công nhân sản xuất tại các xí nghiệp

Loại phân xưởng	Tiêu chuẩn (L/người/ca)	Hệ số không điều hoà ($K_{h\text{-}max}$)
Phân xưởng nóng toả nhiệt lớn hơn 20 Kcalo cho 1 m³/h	35	2,5
Phân xưởng khác	25	3,0

Lưu lượng nước cho các công trình công cộng:

Lưu lượng nước cho các công trình công cộng (CTCC): Trường học, khu hành chính, khu thể thao:

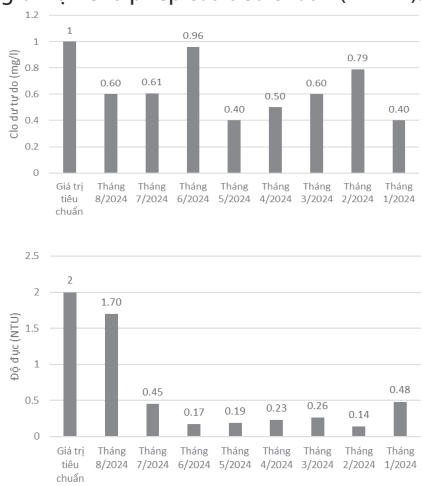
$$Q_{CTCC} = Q_{HC} + Q_{CC} + Q_{YT} + Q_{TH} + Q_{DV} + Q_{TC}$$

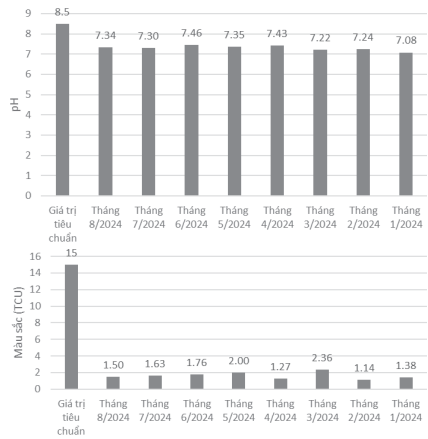
Trong đó: Q_{CTCC}: Lưu lượng nước cho các công trình công cộng (CTCC); Q_{HC}: Lưu lượng nước cấp cho cơ quan hành chính; Q_{CC}: Lưu lượng nước dùng cho chữa cháy; Q_{YT}: Lưu lượng nước cho trạm y tế; Q_{TH}: Lưu lượng nước cho trường học; Q_{DV}: Lưu lượng nước cho các cơ sở tôn giáo-tín ngưỡng, chợ, bưu điện; Q_{TC}: Lưu lượng nước tưới cây. Chi tiết tính toán được tham khảo trong TCVN 2622-1995 [16].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả về mặt kinh tế - kỹ thuật

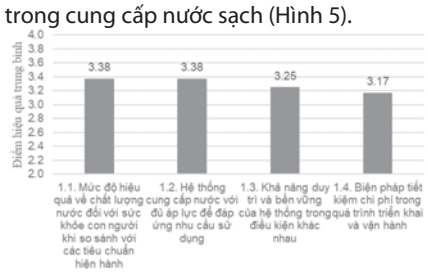
Đánh giá chất lượng nước: Chất lượng nước được đánh giá thông qua bốn chỉ tiêu (Clo dư tự do, Độ đục, pH, Màu sắc). Kết quả kiểm tra cho thấy các chỉ tiêu về đánh giá chất lượng nước đều có giá trị trong giới hạn cho phép của tiêu chuẩn (Hình 4).





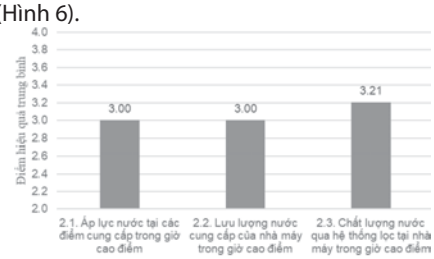
Hình 4. Chỉ tiêu chất lượng nước năm 2024 so với tiêu chuẩn

Đánh giá của chuyên gia: Kết quả cho thấy dự án đạt hiệu quả khá cao trong nhiều khía cạnh: chuyên gia đánh giá rất cao về chất lượng nước đối với sức khỏe con người (với điểm trung bình là 3,38). Hệ thống cung cấp nước cũng được nhận xét là đủ áp lực để đáp ứng nhu cầu sử dụng với điểm trung bình tương tự. Khả năng duy trì và bền vững của hệ thống cũng được đánh giá tốt (3,25), trong khi các biện pháp tiết kiệm chi phí trong quá trình vận hành (3,17). Kết quả này cho thấy dự án có tính khả thi cao về mặt kinh tế và kỹ thuật, đồng thời đáp ứng được các yêu cầu thiết yếu về chất lượng và hiệu quả trong cung cấp nước sạch (Hình 5).



Hình 5. Kết quả khảo sát các chuyên gia về hiệu quả kinh tế - kỹ thuật

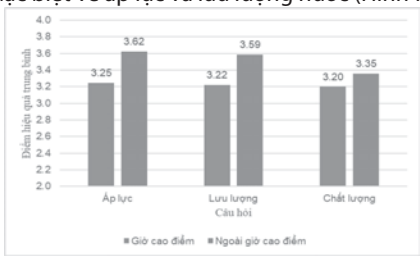
Kết quả quả khảo sát chuyên gia về hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của dự án trong giờ cao điểm cho thấy đa số các chuyên gia đánh giá dự án có hiệu quả từ mức trung bình đến cao. Cụ thể, áp lực nước và lưu lượng nước cung cấp (3,00). Điều này cho thấy hệ thống cấp nước hoạt động ổn định và đáp ứng tốt nhu cầu trong các giờ cao điểm. Tuy nhiên, một yếu tố nổi bật là chất lượng nước qua hệ thống lọc tại nhà máy, được đánh giá cao nhất (3.21). Điều này cho thấy hiệu quả của hệ thống lọc nước tại nhà máy, góp phần nâng cao chất lượng nước cung cấp cho người dân. Tổng quan, dự án đã đạt được hiệu quả mong đợi và đáp ứng tốt các yêu cầu kỹ thuật trong giờ cao điểm; tuy nhiên vẫn cần tiếp tục duy trì và nâng cao chất lượng nước để đảm bảo cung cấp nước sạch liên tục và ổn định cho người dân (Hình 6).



Hình 6. Kết quả khảo sát chuyên gia về hiệu quả kinh tế - kỹ thuật trong giờ cao điểm

Đánh giá của người dân: Kết quả khảo sát cho thấy hệ thống cấp nước sạch có hiệu quả kinh tế - kỹ thuật tương đối khả quan. Cụ thể, vào giờ cao điểm, hệ thống nước đáp ứng tốt yêu cầu về áp lực

và lưu lượng (3,20 đến 3,25 trên thang điểm 4). Tuy nhiên, vẫn tồn tại một số yếu tố cần cải thiện, nhất là về chất lượng xử lý nước. Ngoài giờ cao điểm, hệ thống hoạt động hiệu quả hơn (3,35 đến 3,62) cho thấy khả năng cung cấp nước đáp ứng đầy đủ nhu cầu người dân, đặc biệt về áp lực và lưu lượng nước (Hình 7).

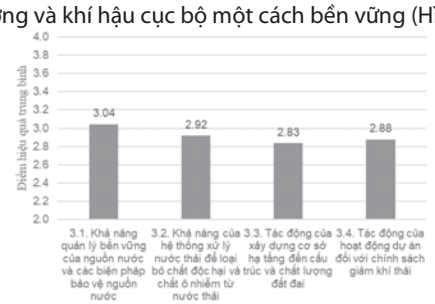


Hình 75. Kết quả khảo sát người dân về hiệu quả kinh tế - kỹ thuật

3.2. Hiệu quả môi trường

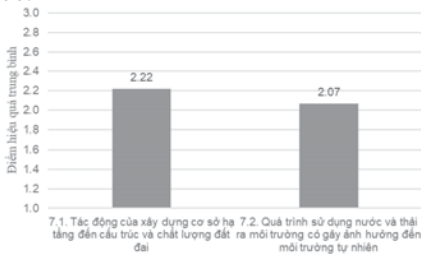
Đánh giá của chuyên gia: Kết quả đánh giá hiệu quả môi trường đã nhận được sự đánh giá tích cực từ chuyên gia về ảnh hưởng đến môi trường trong khu vực nghiên cứu. Với sự tập trung vào các yếu tố như khả năng quản lý bền vững của nguồn nước, xử lý nước thải, tác động đến cấu trúc đất đai, và chính sách giảm khí thải, có thể thấy dự án đạt được mức độ hiệu quả cao trong nhiều khía cạnh.

Quản lý bền vững của nguồn nước và biện pháp bảo vệ nguồn nước (3,04) trong khi hệ thống xử lý nước thải và tác động đến cấu trúc đất đai cũng nhận được điểm số khả quan. Đặc biệt, tác động của dự án đối với chính sách giảm khí thải cũng được đánh giá tích cực. Tổng thể, kết quả này đưa ra hy vọng về việc dự án cung cấp nước sạch không chỉ đáp ứng nhu cầu dân cư mà còn đảm bảo bảo vệ môi trường và khí hậu cục bộ một cách bền vững (Hình 8).



Hình 8. Kết quả khảo sát chuyên gia về ảnh hưởng của dự án đến môi trường

Đánh giá của người dân: Kết quả đánh giá của người dân được thể hiện trên Hình 9. Tác động của xây dựng cơ sở hạ tầng đến cấu trúc và chất lượng đất đai: Sự tác động này được đánh giá cao bởi đa số người dân (với điểm trung bình là 2,22/4) - điều này có thể đánh giá là một kết quả khá tích cực và ổn định. Quá trình sử dụng nước và thải ra môi trường: Tuy đánh giá còn chênh lệch nhưng vẫn có điểm trung bình đạt 2.07/4, cũng thể hiện mức độ ảnh hưởng không quá cao.

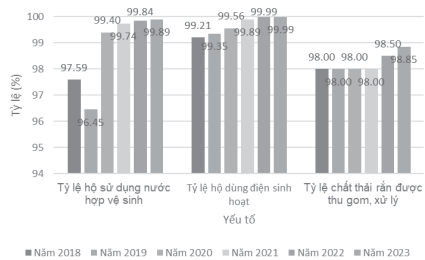


Hình 96. Kết quả khảo sát người dân về ảnh hưởng của dự án đến môi trường

Nhìn chung, kết quả đánh giá về ảnh hưởng của dự án đến môi trường ở khu vực nghiên cứu cho thấy rằng dự án đã có những tác động tích cực đối với môi trường và đời sống của người dân. Tuy nhiên, cũng cần tiếp tục theo dõi và đánh giá để đảm bảo sự bền vững và tích cực của dự án trong tương lai.

3.3. Tác động đến xã hội

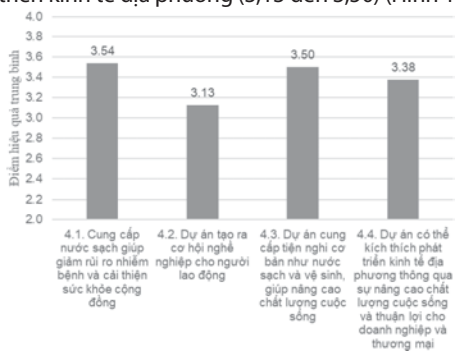
Chỉ số dân cư - phát triển xã hội: Tác động của dự án cấp nước sạch đến các chỉ tiêu dân cư của địa bàn từ năm 2018 đến 2023 được thể hiện qua trên Hình 10. Cụ thể: Tỷ lệ hộ sử dụng nước hợp vệ sinh đã có sự cải thiện đáng kể, từ 97,59% năm 2018 lên 99.89% vào năm 2023, chứng tỏ rằng dự án cấp nước sạch đã đạt được mục tiêu trong việc cung cấp nước sạch và đảm bảo vệ sinh cho người dân, giúp cải thiện chất lượng cuộc sống và sức khỏe cộng đồng. Ngoài ra, tỷ lệ thu gom và xử lý chất thải rắn đã được duy trì ổn định ở mức cao, từ 98,00% năm 2018 lên 98,85% năm 2023, thể hiện sự nỗ lực trong việc bảo vệ môi trường và cải thiện điều kiện vệ sinh tại địa phương.



Hình 10. Tỷ lệ hộ dân sử dụng nước hợp vệ sinh, điện sinh hoạt và thu gom xử lý chất thải rắn 2018 - 2023

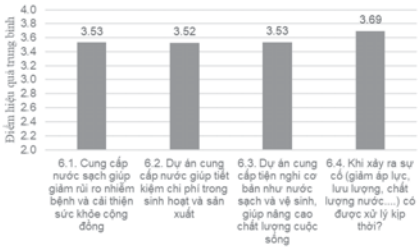
Dự án cấp nước sạch đã góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân thông qua việc cung cấp nước sạch và cải thiện điều kiện vệ sinh. Cải thiện môi trường và điều kiện sống qua việc thu gom và xử lý chất thải rắn hiệu quả cùng với việc tăng cường sử dụng nước hợp vệ sinh đã góp phần quan trọng trong việc bảo vệ môi trường và nâng cao điều kiện sống cho cư dân địa phương.

Đánh giá của chuyên gia: Kết quả khảo sát cho thấy dự án mang lại hiệu quả tích cực đối với cộng đồng và kinh tế địa phương. Cụ thể, dự án đã giúp giảm rủi ro nhiễm bệnh và cải thiện sức khỏe cộng đồng (với điểm trung bình 3,54/4). Ngoài ra, dự án cũng đã tạo ra cơ hội nghề nghiệp cho người lao động, cung cấp tiện nghi cơ bản và kích thích phát triển kinh tế địa phương (3,13 đến 3,50) (Hình 11).



Hình 11. Kết quả khảo sát chuyên gia về ảnh hưởng của dự án đến tình hình xã hội

Đánh giá của người dân: Kết quả khảo sát về hiệu quả xã hội của dự án được thể hiện trên Hình 12. Giảm rủi ro nhiễm bệnh và cải thiện sức khỏe cộng đồng được đánh giá cao với điểm hiệu quả trung bình là 3,53/4, trong đó 110 người đánh giá ở mức cao. Các tác động khá: Tiết kiệm chi phí trong sinh hoạt và sản xuất (3,52, với 113 người đánh giá ở mức cao); Nâng cao chất lượng cuộc sống (3,53, với 116 người đánh giá ở mức cao); Khả năng xử lý kịp thời khi xảy ra sự cố (3,69, có 143 người đánh giá cao khả năng xử lý nhanh chóng). Nhìn chung, dự án được cộng đồng đánh giá cao về hiệu quả, đặc biệt là trong việc cải thiện sức khỏe và chất lượng cuộc sống.



Hình 12. Kết quả khảo sát người dân về ảnh hưởng của dự án đến tình hình xã hội

3.4. Khả năng cấp nước giai đoạn năm 2030

Quy mô dùng nước năm 2030: Hình 13 thể hiện tổng quan về nhu cầu sử dụng nước trong một ngày đêm tại thị xã Long Mỹ với nhu cầu nước sinh hoạt chiếm phần lớn trong tổng nhu cầu nước, với 8.029 m^3/ngđ, chiếm 60% tổng lưu lượng. Điều này cho thấy nước sinh hoạt là nhu cầu chính, đóng vai trò quan trọng trong cuộc sống hàng ngày của người dân. Nước cho các CTCC đứng thứ hai với 1.338,24 m^3/ng.đ, chiếm 10%. Đây là nguồn nước cần thiết để duy trì các hoạt động xã hội và dịch vụ công cộng. Nước phục vụ cho các cơ sở tôn giáo, tín ngưỡng, chợ, và bưu điện có nhu cầu 1.043,77 m^3/ng.đ, tương đương 8%. Mức sử dụng này phản ánh sự đa dạng và phong phú trong các hoạt động văn hóa, tín ngưỡng tại địa phương.

Lưu lượng nước dùng cho chữa cháy là 1.296 m^3/ng.đ, chiếm 10%. Mức dự phòng này là cần thiết để đảm bảo an toàn và phòng ngừa các rủi ro cháy nổ. Nhu cầu nước cho trường học và cơ quan hành chính lần lượt là 283,62 m^3/ng.đ và 6,525 m^3/ng.đ, chiếm một tỷ lệ nhỏ trong tổng lưu lượng nước, tương đương với 2% và gần như không đáng kể. Nước cho trạm y tế chỉ chiếm 4,32 m^3/ng.đ, một lượng không đáng kể so với tổng nhu cầu. Điều này có thể cho thấy mức độ tập trung của các cơ sở y tế hoặc khả năng tự cung cấp nước từ các nguồn khác.

Nhìn chung, nhu cầu sử dụng nước tại thị xã Long Mỹ chủ yếu tập trung vào sinh hoạt và các hoạt động công cộng, thể hiện sự ưu tiên của địa phương trong việc đáp ứng các nhu cầu thiết yếu và phục vụ cho cộng đồng. Các lĩnh vực khác như giáo dục, hành chính, và y tế có nhu cầu thấp hơn, phù hợp với quy mô và đặc điểm của thị xã. Điều này cũng cho thấy sự cần thiết của việc quản lý và phân phối nước một cách hợp lý để đảm bảo phát triển bền vững.



Hình 13. Quy mô dùng nước 2030

Công suất dự án năm 2030: Do công suất nhà máy chưa đạt nhu cầu sử dụng nước vào năm 2030, nên cần mở rộng và tăng công suất nhà máy cấp nước đạt nhu cầu sử dụng thực tế của khu vực. Cần nâng cấp, phát triển hệ thống quản lý số các vấn đề liên quan đến nhà máy nhằm tạo thuận lợi trong quá trình nghiên cứu để phục vụ đề xuất duy tu sửa chữa và phát triển dự án (Bảng 3).

Bảng 3. Công suất hệ thống trạm bơm của dự án đến năm 2030

Công suất	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Công suất tiêu thụ nước	Q_{TT}	$m^3/ng.đ$	13,095.04
Công suất trạm bơm cấp II phát vào mạng lưới	Q_{ML}	$m^3/ng.đ$	15,059.29
Công suất trạm xử lý nước	Q_{XL}	$m^3/ng.đ$	17,861.22
Dung tích bể chứa nước sạch	W_b	m^3	19,969.52

4. KẾT LUẬN

Dự án cấp nước sạch tại thị xã Long Mỹ tỉnh Hậu Giang đã chứng minh hiệu quả rõ rệt trong việc đảm bảo chất lượng nước sinh hoạt, phát triển kinh tế, xã hội khu vực và cải thiện môi trường sống của người dân. Hệ thống cấp nước được đánh giá cao về chất lượng nước đối với sức khỏe con người và khả năng duy trì, bền vững trong các điều kiện khác nhau. Các biện pháp tiết kiệm chi phí trong quá trình triển khai và vận hành hệ thống được đề xuất và đánh giá hiệu quả. Áp lực nước và lưu lượng cung cấp trong giờ cao điểm được đảm bảo, đáp ứng nhu cầu sử dụng của người dân.

Hệ thống cấp nước sạch có tác động tích cực đến môi trường, giảm thiểu nguy cơ ô nhiễm và đảm bảo cung cấp nước sạch bền vững cho cộng đồng. Hệ thống cũng có tác động tích cực đến xã hội, chỉ số đánh giá xã hội tăng trong các năm gần đây. Dự án đã tạo điều kiện thuận lợi cho người dân và thúc đẩy phát triển kinh tế khu vực. Đây là một giải pháp kỹ thuật khả thi, góp phần vào phát triển bền vững cho người dân và hỗ trợ sinh kế cho cộng đồng địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ali, S., Farooq, F. H., Abbas, G., Hussain, Z., Anwar, M. S., Ahmad, R. I., ... and Sindhu, M. A. (2022). Clean drinking water and future prospectives. *Pakistan Journal of Science*, *74*(1).

[2] Davis, J. M., Janke, R., Taxon, N.T. (2017). Mass imbalances in EPANET water-quality simulations. *Drink Water Eng Sci*, 11(1), 25-47. https://doi.org/10.5194/dwes-11-25- 2018.

[3] Minh, H.V.T., Van Ty, T., Avtar, R. *et al.* (2022). Implications of climate change and drought on water requirements in a semi-mountainous region of the Vietnamese Mekong Delta. *Environ Monit Assess* 194 (Suppl 2), 766. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10186-6

[4] Khanh, L. H., Luật, N. Q., Ly, T. T. T., Trí, L. H., và Văn, T.V. (2022). Đánh giá hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi và khả năng đáp ứng nhu cầu nước của các hồ chứa trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, *741*: 42-56.

[5] Lavane, K., Kumar, P., Meraj, G., Han, T. G., Ngan, L. H. B., Lien, B. T. B., ... and Kanga, S. (2023). Assessing the effects of drought on rice yields in the Mekong Delta. *Climate*, *11*(1), 13.

[6] Ty, T. V., Lavane, K., Nguyen, P. C., Downes, N. K., Nam, N. D. G., Minh, H. V. T., and Kumar, P. (2022). Assessment of relationship between climate change, drought, and land use and land cover changes in a semi-Mountainous area of the Vietnamese Mekong delta. *Land*, *11*(12), 2175.

[7] Minh, H. V. T., Van Ty, T., Avtar, R., Kumar, P., Le, K. N., Ngan, N. V. C. and Downes, N. K. (2022). Implications of climate change and drought on water requirements in a semi-mountainous region of the Vietnamese Mekong Delta. *Environmental Monitoring and Assessment*, *194*(Suppl 2), 766.

[8] Phát, L. T., Duy, Đ. V., Hiếu, C. T., An, N. T., Lavane, K., and Tỷ, T. V. (2022). Một số nhận định ban đầu về nguyên nhân gây mất ổn định bờ sông ở huyện Châu Thành tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Khí tượng Thuỷ văn*, *740:* 57-73.

[9] UBND tỉnh Hậu Giang (2012). Báo cáo tổng hợp điều tra, đánh giá tài nguyên nước dưới đất.

[10] UBND tỉnh Hậu Giang (2020a). Quy hoạch chung xây dựng thị xã Long Mỹ giai đoạn từ năm 20230 đến năm 2045 - Phạm vi ranh giới khu vực nghiên cứu lập quy hoạch, tỷ lệ 1/10000.

[11] UBND tỉnh Hậu Giang (2020b). Quy hoạch chung xây dựng thị xã Long Mỹ giai đoạn từ năm 20230 đến năm 2045 - Sơ đồ vị trí và mối liên hệ vùng.

[12] H. L. P. Mees, J. Dijk, D. Van Soest, P. P. J. Driessen, M. H. F. M. W. Van Rijswick, and H. Runhaar. (2014). A method for the deliberate and deliberative selection of policy instrument mixes for climate change adaptation. *Ecol. Soc.*, 19(2). doi: 10.5751/ES-06639-190258.

[13] Toàn, N. T., Phát, L. T., An, N. T., Minh, H. V. T., và Tỷ, T. V. (2023). Đánh giá hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van của hệ thống cống dưới đê biển Tây thuộc vùng Tứ Giác Long Xuyên, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn.* 750(1): 89-104; doi:10.36335/VNJHM.2023(750(1)).89-104.

[14] TCXDVN 33 (2006). Cấp nước - mạng lưới đường ống và công trình tiêu chuẩn thiết kế.

[15] Tiêu chuẩn quốc gia (2023). TCVN 13606:2023 Cấp nước - mạng lưới đường ống và công trình yêu cầu thiết kế.

[16] Tiêu chuẩn Việt Nam (1995). TCVN 2622:1995 Phòng cháy, chống cháy cho nhà và công trình - yêu cầu thiết kế.

■Ngày nhận bài: 16/5/2024 ■Ngày sửa bài: 14/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/7/2024

Đánh giá mức độ ảnh hưởng của các năng lực đến năng suất lao động của công nhân xây dựng trên địa bàn TP Hà Nội

Impact of primary competencies on labor productivity: a case of construction workers in Hanoi

TS NGUYỄN VĂN TÂM*, THS VŨ TIẾN TRÌNH
Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội
*Email: tamnv2@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Cải thiện năng suất lao động (NSLĐ) đóng một vai trò quan trọng trong quản lý hiệu quả nguồn nhân lực ngành Xây dựng. Mặc dù đã có những nghiên cứu tập trung vào các giải pháp nâng cao NSLĐ, xác định và đánh giá mức độ ảnh hưởng của những năng lực chính đến NSLĐ vẫn còn chưa được thảo luận đầy đủ. Với dữ liệu thu nhập được từ 122 công nhân xây dựng, nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp chỉ số quan trọng tương đối để đánh giá tác động của 10 năng lực chính ảnh hưởng đến NSLĐ của công nhân xây dựng (CNXD) tại các công trường trên địa bàn TP Hà Nội. Kết quả nghiên cứu cho thấy năm (5) năng lực có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ, bao gồm: (1) kỹ năng chuyên môn, (2) động lực làm việc, (3) kỹ năng làm việc nhóm, (4) sức khỏe thể chất, và (5) khả năng sử dụng công nghệ. Nghiên cứu này đóng góp cho cơ sở lý luận bằng việc khám phá mối liên hệ chặt chẽ giữa năng lực của công nhân và NSLĐ trong ngành Xây dựng. Về mặt thực tiễn, nghiên cứu này đã đề xuất năm (5) giải pháp cụ thể nhằm nâng cao năng lực của CNXD và cải thiện NSLĐ, từ đó góp phần nâng cao hiệu suất dự án xây dựng và năng suất chung của Ngành.

Từ khóa: Năng lực; năng suất lao động; công nhân xây dựng; Hà Nội.

ABSTRACT

Improving construction labor productivity (CLP) plays a crucial role in effectively managing human resources. While previous studies have explored strategies to enhance CLP, a comprehensive understanding of the specific competencies that significantly influence CLP remains limited. Using data collected from 122 construction workers in Hanoi, this study employed the relative importance index method to rank and evaluate the impact of ten key competencies influencing CLP. The findings indicate that five competencies exert a substantial impact on CLP, namely: (1) professional skills, (2) work motivation, (3) teamwork skills, (4) physical health, and (5) technological proficiency. This study contributes to the theoretical framework by investigating the strong correlation between key competencies and CLP. Practically, this paper proposes five specific interventions to bolster competencies and enhance CLP, thereby contributing to improved construction project performance and overall industry productivity.

Key words: Competencies; labor productivity; construction workers; Hanoi.

1. GIỚI THIỆU

Ngành Xây dựng đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam, đóng góp đáng kể vào GDP quốc gia và tạo ra hàng triệu việc làm [1]. Tuy nhiên, ngành Xây dựng Việt Nam vẫn phải đối mặt với thách thức về NSLĐ thấp so với các nước trong khu vực và trên thế giới [2]. Do đó, việc cải thiện NSLĐ trong ngành Xây dựng là một vấn đề cấp thiết, mang tính chiến lược, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của Ngành và thúc đẩy tăng trưởng kinh tế bền vững [3].

Nâng cao năng lực của lực lượng lao động, đặc biệt là CNXD, được xem là yếu tố then chốt để cải thiện NSLĐ trên các công trường. Năng lực ở đây bao gồm cả kỹ năng chuyên môn, kỹ năng mềm và thể chất. Một công nhân có kỹ năng chuyên môn cao, động cơ làm việc tốt, sức khỏe tốt và khả năng làm việc nhóm hiệu quả sẽ hoàn thành công việc nhanh chóng, chính xác, an toàn và hiệu quả hơn, góp phần rút ngắn thời gian thi công, giảm chi phí và nâng cao chất lượng công trình [4]. Do đó, việc xác định và phát triển các năng lực cần thiết cho CNXD là một yếu tố quan trọng để nâng cao NSLĐ.

Mặc dù vai trò của năng lực lao động đối với NSLĐ đã được nhiều nghiên cứu trên thế giới khẳng định [4, 5], nhưng trong bối cảnh ngành Xây dựng Việt Nam, các nghiên cứu tập trung vào việc xác định và đánh giá mức độ ảnh hưởng của các năng lực chính đến NSLĐ của CNXD còn hạn chế. Đặc biệt, chưa có nhiều nghiên cứu đi sâu vào phân tích năng lực của công nhân thi công các công tác gia công và lắp dựng cốt thép, một trong những công tác quan trọng và chiếm tỷ trọng lớn trong các công trình xây dựng. Nghiên cứu

này nhằm mục đích xác định và đánh giá mức độ ảnh hưởng của các năng lực chính đến NSLĐ của công nhân thi công các công tác gia công và lắp dựng cốt thép tại các công trình xây dựng nhà cao tầng trên địa bàn TP Hà Nội. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho việc xây dựng các chương trình đào tạo, bồi dưỡng nâng cao năng lực cho CNXD, góp phần cải thiện NSLĐ và nâng cao hiệu quả hoạt động của ngành Xây dựng Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Xác định các năng lực và thiết kế phiếu khảo sát

Như được thể hiện trong bảng 1, mười năng lực chính của CNXD được xác định dựa trên việc đánh giá kỹ lưỡng các nghiên cứu đã có trong và ngoài nước, đồng thời xem xét cụ thể trong bối cảnh Việt Nam. Các năng lực này bao gồm sức khỏe thể chất, kỹ năng làm việc, động lực làm việc, kỹ năng giao tiếp, kỹ năng làm việc nhóm, khả năng sử dụng công nghệ, khả năng thích ứng, kỹ năng đọc-hiểu bản vẽ, kỹ năng hướng dẫn, truyền đạt và khả năng xử lý vấn đề. Quá trình đánh giá bao gồm việc tổng hợp các kết quả từ các nghiên cứu quốc tế uy tín, phân tích các đặc điểm riêng biệt của ngành Xây dựng tại Việt Nam, và tham khảo ý kiến từ các chuyên gia trong lĩnh vực. Việc này nhằm đảm bảo rằng các năng lực được xác định không chỉ phản ánh những yêu cầu chung của ngành Xây dựng mà còn phù hợp với thực tiễn và đặc thù của môi trường lao động tại Việt Nam, góp phần nâng cao hiệu quả và chất lượng công việc của CNXD trong nước.

Bảng 1. Xác định các năng lực chính của công nhân xây dựng

Mã	Năng lực	Mô tả
NL1	Sức khỏe thể chất	Sức khỏe tốt giúp công nhân duy trì hiệu suất cao trong thời gian dài, giảm thiểu tình trạng mệt mỏi và chấn thương.
NL2	Kỹ năng chuyên môn	Các kỹ năng chuyên môn liên quan đến công việc xây dựng (như kỹ năng sử dụng máy móc, công cụ) giúp công nhân thực hiện công việc một cách hiệu quả và chính xác.
NL3	Động lực làm việc	Động lực cao thúc đẩy công nhân làm việc chăm chỉ hơn, cải thiện năng suất và chất lượng công việc.
NL4	Kỹ năng giao tiếp	Giao tiếp hiệu quả giúp công nhân trao đổi thông tin nhanh chóng và chính xác, giảm thiểu sai sót và tăng cường sự phối hợp trong công việc.
NL5	Kỹ năng làm việc nhóm	Khả năng làm việc nhóm tốt giúp công nhân hợp tác hiệu quả, giải quyết xung đột và hoàn thành công việc một cách nhanh chóng và hiệu quả.
NL6	Khả năng sử dụng công nghệ	Sử dụng thành thạo các công nghệ mới giúp công nhân tăng năng suất và giảm thiểu thời gian thực hiện công việc.
NL7	Khả năng thích ứng	Khả năng thích ứng với các thay đổi trong công việc giúp công nhân duy trì năng suất cao ngay cả khi gặp phải các tình huống không mong đợi.
NL8	Kỹ năng đọc-hiểu bản vẽ	Đọc hiểu bản vẽ chính xác giúp công nhân thực hiện công việc đúng theo thiết kế, giảm thiểu sai sót và làm lại.
NL9	Kỹ năng hướng dẫn, truyền đạt	Khả năng hướng dẫn và truyền đạt thông tin giúp công nhân mới nhanh chóng nắm bắt công việc và thực hiện một cách hiệu quả.
NL10	Khả năng xử lý vấn đề	Khả năng phân tích và giải quyết vấn đề nhanh chóng giúp công nhân giải quyết các khó khăn trong công việc, giảm thiểu thời gian chờ đợi và gián đoạn.

Quy trình thiết kế phiếu khảo sát nhằm thu thập dữ liệu để đánh giá tác động của các năng lực chính đến NSLĐ của CNXD bao gồm hai phần chính. Phần I tập trung thu thập các dữ liệu về thống kê nhân khẩu học, bao gồm các thông tin cá nhân như họ tên, độ tuổi, trình độ văn hóa, và kinh nghiệm làm việc của công nhân. Phần II bao gồm các phát biểu xác định mức độ ảnh hưởng của 10 năng lực chính đến NSLĐ của CNXD. Mỗi phát biểu được đánh giá theo thang đo Likert 5 điểm, từ 1 (không ảnh hưởng) đến 5 (rất ảnh hưởng). Quy trình thiết kế này đảm bảo việc thu thập thông tin toàn diện và chính xác, tạo cơ sở để phân tích mức độ ảnh hưởng của từng năng lực đến NSLĐ, từ đó đưa ra các giải pháp nâng cao hiệu quả công việc trong ngành xây dựng.

2.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu này tập trung vào việc đánh giá tác động của các năng lực chính đến NSLĐ của công nhân thi công các công tác gia công và lắp dựng cốt thép tại các công trình xây dựng nhà cao tầng trên địa bàn Hà Nội. Để đảm bảo tính khoa học và độ tin cậy của kết quả nghiên cứu, trước khi triển khai khảo sát chính thức, một nghiên cứu thí điểm đã được thực hiện với 3 chuyên gia có kinh nghiệm trên 10 năm trong ngành xây dựng. Qua đó, phiếu khảo sát đã được điều chỉnh và hoàn thiện nhằm đảm bảo tính dễ hiểu, dễ đọc và toàn vẹn nội dung. Tiếp theo, một cuộc khảo sát trực tiếp đã được tiến hành với 122 CNXD đang làm việc tại các công trình này để thu thập dữ liệu phục vụ cho việc phân tích và đánh giá.

2.3. Phương pháp đo lường

Trong nghiên cứu này, phương pháp Chỉ số quan trọng tương đối (Relative Importance Index - RII) được sử dụng để đo lường mức độ ảnh hưởng của 10 năng lực chính đến NSLĐ của CNXD. RII được tính toán dựa trên dữ liệu thu thập từ phiếu khảo sát và giúp xác định tầm quan trọng tương đối của từng năng lực theo đánh giá của công nhân. Công thức tính RII như sau [6]:

$$\mathbf{RII} = \frac{\sum \mathbf{W}}{\mathbf{A} \times \mathbf{N}} \quad (1)$$

Trong đó:

∑W là tổng số điểm của tất cả người tham gia khảo sát cho một năng lực cụ thể (với mỗi điểm số tương ứng với mức độ ảnh hưởng từ 1 đến 5 theo thang Likert).

A là điểm số cao nhất trên thang Likert (trong trường hợp này là 5).

N là tổng số người tham gia khảo sát (122 công nhân).

Các ngưỡng ảnh hưởng theo thang đo 5 được chia như sau:

- RII từ 0,00 đến 0,20: Không ảnh hưởng
- RII từ 0,21 đến 0,40: Ít ảnh hưởng
- RII từ 0,41 đến 0,60: Ảnh hưởng trung bình
- RII từ 0,61 đến 0,80: Ảnh hưởng lớn
- RII từ 0,81 đến 1,00: Ảnh hưởng rất lớn

Phương pháp RII cho phép phân tích một cách rõ ràng và có hệ thống, giúp xác định các năng lực quan trọng nhất cần được cải thiện để nâng cao NSLĐ của CNXD.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả khảo sát dữ liệu

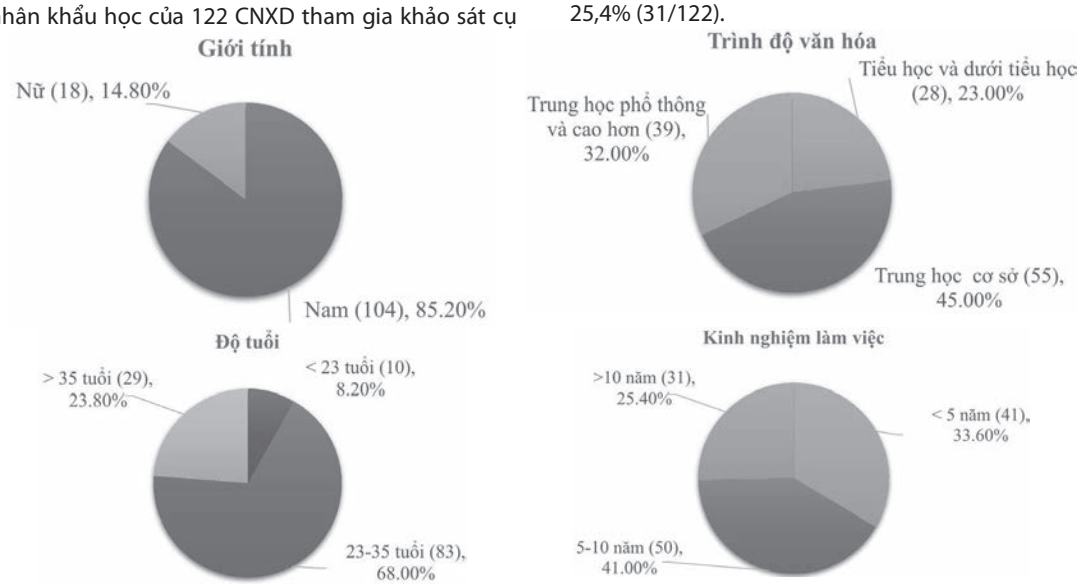
Tổng cộng 122 CNXD tham gia phỏng vấn trực tiếp để hoàn thành các nội dung khảo sát. Như được thể hiện trong hình 1, kết quả thống kê nhân khẩu học của 122 CNXD tham gia khảo sát cụ thể như sau:

- Giới tính: Nam giới chiếm phần đông lực lượng lao động tham gia khảo sát, chiếm 85,2% (104/122) số người. Nữ giới chiếm 14,8% (18/122) số người.

- Trình độ văn hóa: Nhìn chung, trình độ văn hóa của lực lượng lao động tham gia khảo sát ở mức độ trung bình. Cụ thể, 45% (55/122) có trình độ văn hóa trung học cơ sở, 32% (39/122) có trình độ văn hóa trung học phổ thông và cao hơn, và 23% (28/122) có trình độ tiểu học hoặc dưới tiểu học.

- Độ tuổi: Phần lớn lực lượng lao động nằm trong độ tuổi 23-35 tuổi (83/122), chiếm 68%. Nhóm tuổi dưới 23 tuổi chiếm 8,2% (10/122) và nhóm tuổi trên 35 tuổi chiếm 23,8% (29/122).

- Kinh nghiệm làm việc: Đa số CNXD tham gia khảo sát có kinh nghiệm làm việc từ 5-10 năm (50/122), chiếm 41%. Tỉ lệ công nhân có kinh nghiệm dưới 5 năm là 33,6% (41/122) và trên 10 năm là 25,4% (31/122).



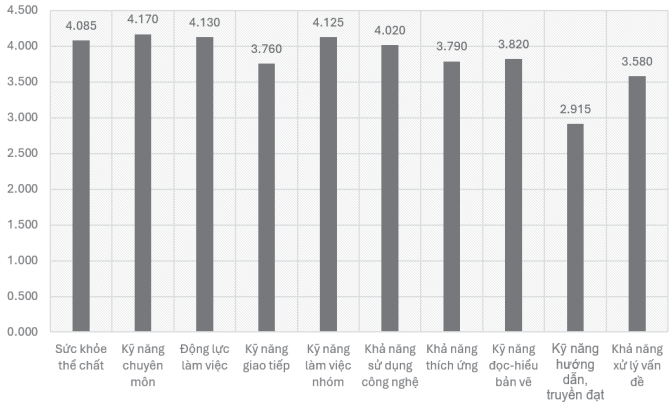
Hình 1. Kết quả thống kê nhân khẩu học đối tượng tham gia khảo sát

3.2. Kết quả xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các năng lực chính đến NSLĐ của CNXD

Theo bảng 2, kết quả đánh giá mức độ ảnh hưởng của 10 năng lực chính đến NSLĐ của CNXD cho thấy rằng các yếu tố như sức khỏe thể chất, kỹ năng chuyên môn, động lực làm việc, kỹ năng làm việc nhóm, và khả năng sử dụng công nghệ đều có chỉ số RII cao, lần lượt là 0.817, 0.834, 0.826, 0.825 và 0.804, nằm trong mức "Ảnh hưởng rất lớn". Các năng lực khác như kỹ năng giao tiếp, khả năng thích ứng, kỹ năng đọc-hiểu bản vẽ và khả năng xử lý vấn đề có chỉ số RII lần lượt là 0.752, 0.758, 0.764 và 0.716, nằm trong mức "Ảnh hưởng lớn". Trong khi đó, kỹ năng hướng dẫn, truyền đạt có chỉ số RII là 0.583, nằm trong mức "Ảnh hưởng trung bình". Kết quả này cho thấy rằng để nâng cao NSLĐ của CNXD, cần tập trung phát triển các năng lực có mức độ ảnh hưởng cao, đặc biệt là những năng lực nằm trong nhóm "Rất ảnh hưởng".

Bảng 2. Kết quả đánh giá mức độ ảnh hưởng của 10 năng lực chính đến NSLĐ của CNXD

Mã	Năng lực	RII	Mức độ ảnh hưởng
NL1	Sức khỏe thể chất	0.817	Ảnh hưởng rất lớn
NL2	Kỹ năng chuyên môn	0.834	Ảnh hưởng rất lớn
NL3	Động lực làm việc	0.826	Ảnh hưởng rất lớn
NL4	Kỹ năng giao tiếp	0.752	Ảnh hưởng lớn
NL5	Kỹ năng làm việc nhóm	0.825	Ảnh hưởng rất lớn
NL6	Khả năng sử dụng công nghệ	0.804	Ảnh hưởng rất lớn
NL7	Khả năng thích ứng	0.758	Ảnh hưởng lớn
NL8	Kỹ năng đọc-hiểu bản vẽ	0.764	Ảnh hưởng lớn
NL9	Kỹ năng hướng dẫn, truyền đạt	0.583	Ảnh hưởng trung bình
NL10	Khả năng xử lý vấn đề	0.716	Ảnh hưởng lớn



Hình 2. Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của 10 năng lực đến NSLĐ theo giá trị trung bình

Theo hình 2, kết quả xếp hạng mức độ ảnh hưởng của 10 năng lực chính đến NSLĐ của CNXD dựa trên giá trị trung bình cho thấy thứ tự từ cao đến thấp như sau: Kỹ năng chuyên môn đứng đầu với giá trị trung bình 4.170, tiếp theo là động lực làm việc (4.130), kỹ năng làm việc nhóm (4.125), sức khỏe thể chất (4.085), và khả năng sử dụng công nghệ (4.020). Kỹ năng đọc-hiểu bản vẽ (3.820) và khả năng thích ứng (3.790) cũng có ảnh hưởng đáng kể. Kỹ năng giao tiếp (3.760) và khả năng xử lý vấn đề (3.580) nằm ở mức ảnh hưởng trung bình. Cuối cùng, kỹ năng hướng dẫn, truyền đạt có ảnh hưởng thấp nhất với giá trị trung bình 2.915. Kết quả này chỉ ra rằng để nâng cao NSLĐ, cần đặc biệt chú trọng phát triển các kỹ năng làm việc, động lực làm việc, kỹ năng làm việc nhóm và sức khỏe thể chất, đồng thời không bỏ qua các năng lực khác như khả năng sử dụng công nghệ và kỹ năng đọc-hiểu bản vẽ.

Năng lực "kỹ năng chuyên môn" được xếp hạng thứ nhất với giá trị trung bình 4.170, có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ của CNXD (RII=0.834). Kỹ năng chuyên môn là tập hợp các kiến thức, kỹ năng và kinh nghiệm chuyên môn mà CNXD cần có để thực hiện tốt công việc của mình. Bao gồm kỹ năng sử dụng dụng cụ, máy móc, đọc hiểu bản vẽ, thi công các công đoạn khác nhau. Một công nhân có kỹ năng làm việc tốt sẽ hoàn thành công việc nhanh chóng, chính xác, hạn chế sai sót và tiết kiệm thời gian, vật liệu. Các kỹ năng chuyên môn cao giúp công nhân thực hiện các công việc phức tạp một cách hiệu quả và chính xác [7]. Việc thành thạo các kỹ thuật và quy trình làm việc không chỉ giảm thiểu sai sót mà còn rút ngắn thời gian cần thiết để hoàn thành các nhiệm vụ. Điều này đặc biệt quan trọng trong các công trình xây dựng, nơi mỗi sai sót nhỏ có thể dẫn đến việc làm lại hoặc thậm chí gây ra tai nạn lao động. Công nhân có kỹ năng làm việc tốt sẽ đóng góp vào việc tăng năng suất tổng thể của cả dự án, đảm bảo rằng các giai đoạn thi công diễn ra suôn sẻ và đúng kế hoạch.

Năng lực "động lực làm việc" được xếp hạng thứ hai với giá trị trung bình 4.130, có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ của CNXD (RII=0.826). Động lực làm việc là yếu tố quan trọng thúc đẩy công nhân làm việc chăm chỉ và nhiệt tình. Công nhân có động lực cao sẽ có xu hướng cống hiến hơn, tận tâm hơn và sẵn sàng vượt qua khó khăn trong công việc. Động lực cao không chỉ giúp nâng cao hiệu suất cá nhân mà còn lan tỏa tinh thần làm việc tích cực trong toàn đội ngũ, tạo ra môi trường làm việc năng động và hiệu quả [8]. Điều này đặc biệt cần thiết trong ngành Xây dựng, nơi mà sự chậm trễ và trì hoãn có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng về tiến độ và chi phí.

Năng lực "kỹ năng làm việc nhóm" được xếp hạng thứ ba với giá trị trung bình 4.125, có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ của CNXD (RII=0.825). Công việc xây dựng thường yêu cầu sự phối hợp giữa nhiều công nhân và các đội nhóm. Kỹ năng làm việc nhóm tốt giúp cải thiện sự hợp tác, trao đổi thông tin và giải quyết xung đột. Khi các thành viên trong nhóm hiểu và hỗ trợ lẫn nhau, họ có thể phối hợp một cách nhịp nhàng, đảm bảo rằng công việc được thực hiện một cách hiệu quả và đúng tiến độ [9]. Khả năng làm việc nhóm còn giúp tăng cường sự sáng tạo và linh hoạt trong việc giải quyết các vấn đề phát sinh, góp phần quan trọng vào việc nâng cao NSLĐ chung của dự án.

Năng lực "sức khỏe thể chất" được xếp hạng thứ tư với giá trị trung bình 4.085, có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ của CNXD (RII=0.817). Sức khỏe thể chất tốt là yếu tố tiên quyết để CNXD duy trì năng suất và tránh các chấn thương. Công việc xây dựng thường đòi hỏi sức lực lớn và sự chịu đựng cao, đặc biệt là khi làm việc trong các điều kiện thời tiết khắc nghiệt hoặc thực hiện các nhiệm vụ nặng nhọc. Công nhân khỏe mạnh có thể làm việc hiệu quả hơn và trong thời gian dài hơn mà không gặp phải tình trạng mệt mỏi, kiệt sức [10]. Điều này không chỉ giúp họ hoàn thành công việc đúng tiến độ mà còn giảm thiểu số ngày nghỉ ốm, từ đó tăng cường tính liên tục và hiệu quả của quá trình thi công.

Năng lực "khả năng sử dụng công nghệ" được xếp hạng thứ năm với giá trị trung bình 4.020, có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ của CNXD (RII=0.804). Việc ứng dụng công nghệ vào ngành xây dựng ngày càng trở nên phổ biến. Khả năng sử dụng các thiết bị, máy móc hiện đại và phần mềm hỗ trợ không chỉ giúp tăng năng suất mà còn nâng cao chất lượng công việc. Công nghệ mới có thể tự động hóa các quy trình phức tạp, giảm bớt gánh nặng công việc thủ công và hạn chế các rủi ro tai nạn lao động [11]. Ví dụ, việc sử dụng các phần mềm thiết kế, các thiết bị đo đạc hiện đại giúp công nhân tiết kiệm thời gian, nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm thiểu rủi ro.

Các năng lực trên đều đóng vai trò quan trọng và có mối liên hệ mật thiết với nhau. Việc nâng cao các năng lực này không chỉ giúp CNXD làm việc hiệu quả hơn mà còn góp phần nâng cao chất lượng công trình, đảm bảo an toàn lao động và tăng tính cạnh tranh của doanh nghiệp xây dựng.

4. CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO NĂNG LỰC VÀ CẢI THIỆN NSLĐ CỦA CNXD

Để nâng cao năng lực và cải thiện NSLĐ của CNXD, cần tập trung vào các giải pháp cụ thể cho từng năng lực chính có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ. Dựa trên kết quả nghiên cứu về tầm quan trọng của các năng lực như kỹ năng chuyên môn, động lực làm việc, kỹ năng làm việc nhóm, sức khỏe thể chất và khả năng sử dụng công nghệ, nghiên cứu này đề xuất các giải pháp cụ thể nhằm nâng cao năng lực và cải thiện NSLĐ của CNXD như sau:

(1) *Nâng cao kỹ năng chuyên môn:* Để nâng cao kỹ năng chuyên môn của CNXD, cần đầu tư vào các chương trình đào tạo và huấn luyện chuyên sâu. Các khóa đào tạo này nên bao gồm cả lý thuyết và thực hành, tập trung vào các kỹ thuật mới nhất trong xây dựng. Phát triển các chương trình học nghề kết hợp với các trường đào tạo nghề cũng là một giải pháp hiệu quả, giúp công nhân tiếp cận kiến thức và kỹ năng cập nhật. Bên cạnh đó, việc thực hành thường xuyên trên công trường dưới sự hướng dẫn của các kỹ sư, thợ cả lành nghề cũng góp phần củng cố và nâng cao tay nghề cho công nhân. Ngoài ra, việc cung cấp chứng chỉ công nhận kỹ năng và trình độ chuyên môn sẽ khuyến khích công nhân học hỏi và phát triển, đồng thời giúp họ tự tin hơn trong công việc [12].

(2) *Nâng cao động lực làm việc cho công nhân*: Đây là yếu tố then chốt để cải thiện năng suất. Cần xây dựng môi trường làm việc an toàn, lành mạnh và công bằng. Chế độ lương thưởng hấp dẫn, rõ ràng, minh bạch dựa trên năng lực và hiệu quả công việc là động lực quan trọng [13]. Bên cạnh đó, cần quan tâm đến đời sống tinh thần của công nhân, tổ chức các hoạt động văn hóa, thể thao, tạo cơ hội giao lưu, gắn kết giữa các thành viên. Việc ghi nhận và khen thưởng những cá nhân, tập thể có thành tích xuất sắc cũng góp phần thúc đẩy tinh thần làm việc hăng say, năng động [14].

(3) *Phát triển kỹ năng làm việc nhóm:* Đây là yếu tố quan trọng trong môi trường xây dựng, nơi mà các công việc thường yêu cầu sự phối hợp chặt chẽ giữa các thành viên. Để cải thiện kỹ năng này, cần tổ chức các buổi đào tạo về giao tiếp và hợp tác nhóm [15]. Các bài tập thực hành và tình huống giả lập có thể giúp công nhân phát triển khả năng làm việc chung, giải quyết xung đột và chia sẻ trách nhiệm. Bên cạnh đó, việc xây dựng văn hóa hỗ trợ lẫn nhau trong công việc sẽ tạo điều kiện cho công nhân thể hiện và phát huy tốt nhất năng lực của mình.

(4) *Cải thiện sức khỏe thể chất:* Để đảm bảo sức khỏe thể chất của CNXD, các công ty nên cung cấp các chương trình chăm sóc sức khỏe và kiểm tra định kỳ, bao gồm các bài kiểm tra y tế và tư vấn sức khỏe. Đảm bảo môi trường làm việc an toàn với các thiết bị bảo hộ lao động và biện pháp an toàn đầy đủ cũng là điều cần thiết để giảm thiểu tai nạn lao động và bảo vệ sức khỏe của công nhân [16]. Khuyến khích lối sống lành mạnh bằng cách tổ chức các hoạt động thể dục, thể thao và tạo điều kiện cho công nhân tham gia sẽ giúp họ duy trì sức khỏe tốt và tăng cường sức đề kháng.

(5) *Nâng cao khả năng sử dụng công nghệ:* Trong thời đại công nghệ 4.0, khả năng sử dụng công nghệ là yếu tố quan trọng giúp nâng cao NSLĐ. Để nâng cao khả năng sử dụng công nghệ của công nhân, cần tổ chức các khóa đào tạo về sử dụng các thiết bị công nghệ, máy móc hiện đại và phần mềm quản lý xây dựng. Thường xuyên cập nhật và giới thiệu các công nghệ mới để công nhân có cơ hội tiếp cận và áp dụng vào công việc sẽ giúp nâng cao năng suất và chất lượng công trình [17]. Cung cấp hỗ trợ kỹ thuật và tài liệu hướng dẫn để công nhân có thể sử dụng công nghệ một cách hiệu quả và an toàn cũng là một giải pháp quan trọng, đảm bảo rằng công nhân không gặp khó khăn trong việc ứng dụng công nghệ vào công việc hàng ngày.

Việc nâng cao năng lực cho CNXD không chỉ giúp cải thiện NSLĐ mà còn góp phần xây dựng một đội ngũ lao động chuyên nghiệp và hiệu quả. Việc triển khai đồng bộ các giải pháp trên sẽ góp phần nâng cao năng lực, cải thiện NSLĐ của CNXD, thúc đẩy sự phát triển bền vững của ngành.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đánh giá mức độ ảnh hưởng của các năng lực chính đến NSLĐ của công nhân thi công các công tác gia công và lắp dựng cốt thép tại các công trình xây dựng nhà cao tầng trên địa bàn Hà Nội. Với dữ liệu thu được từ 122 CNXD thực hiện các công tác gia công và lắp dựng cốt thép, nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp chỉ số quan trọng tương đối và giá trị trung bình để xếp hạng và đánh giá tác động của mười năng lực chính đến NSLĐ của CNXD trên địa bàn TP Hà Nội. Kết quả nghiên cứu cho thấy năm năng lực có mức độ ảnh hưởng rất lớn đến NSLĐ, bao gồm kỹ năng chuyên môn, động lực làm việc, kỹ năng làm việc nhóm, sức khỏe thể chất, và khả năng sử dụng công nghệ. Dựa trên kết quả này, năm giải pháp cụ thể đã được đề xuất nhằm nâng cao các năng lực và cải thiện NSLĐ của CNXD.

Mặc dù nghiên cứu này đã nỗ lực cung cấp những bằng chứng thực nghiệm về các năng lực cần thiết của CNXD, nhưng các phát hiện được xác định dựa trên số liệu điều tra 122 CNXD tại các công trường thi công nhà cao tầng. Do vậy, các nghiên cứu tiếp theo được khuyến nghị khảo sát với kích thước mẫu lớn hơn, điều tra ở những loại dự án khác và với những đối tượng phong phú hơn (kỹ sư, kiến trúc sư, những nhà quản lý doanh nghiệp, những người quản lý nhà nước về hoạt động xây dựng). Điều này sẽ giúp mở rộng phạm vi và tăng cường tính khái quát của kết quả nghiên cứu, từ đó đưa ra các giải pháp có hiệu quả hơn cho việc nâng cao NSLĐ trong ngành xây dựng tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Van Bo, P., *The Vietnam Construction Industry: The 25 Years, 1995-2019*, in *Construction Industry Advance and Change: Progress in Eight Asian Economies Since 1995*. 2021, Emerald Publishing Limited. p. 183-205.

2. Van Tam, N., N.L. Huong, and N.B. Ngoc, *Factors affecting labour productivity of construction worker on construction site: A case of Hanoi.* Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE)-HUCE, 2018. **12**(5): p. 127-138.

3. Liberda, M., J. Ruwanpura, and G. Jergeas. *Construction productivity improvement: A study of human, management and external issues*. in *Construction Research Congress: Wind of Change: Integration and Innovation*. 2003.

4. Johari, S. and K. Neeraj Jha, *Framework for identifying competencies of construction workers.* Journal of Construction Engineering and Management, 2021. **147**(5): p. 04021034.

5. Prabhashwara, K., K. Waidyasekara, and R. Jayathilaka, *An Assessment of skill and competency gaps in the construction industry: the case of mechanical, electrical, and plumbing workers.* 2022.

6. Johnson, J.W. and J.M. LeBreton, *History and use of relative importance indices in organizational research.* Organizational research methods, 2004. **7**(3): p. 238-257.

7. El-Gohary, K.M. and R.F. Aziz, *Factors influencing construction labor productivity in Egypt.* Journal of management in engineering, 2014. **30**(1): p. 1-9.

8. Tam, N.V., T. Watanabe, and N.L. Hai, *Importance of Autonomous Motivation in Construction Labor Productivity Improvement in Vietnam: A Self-Determination Theory Perspective.* Buildings, 2022. **12**(6): p. 763.

9. Johari, S. and K.N. Jha, *Exploring the relationship between construction workers' communication skills and their productivity.* Journal of Management in Engineering, 2021. **37**(3): p. 04021009.

10. Yuan, J., et al., *Evaluating the impacts of health, social network and capital on craft efficiency and productivity: A case study of construction workers in China.* International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**(2).

11. Goodrum, P.M. and C.T. Haas, *Long-term impact of equipment technology on labor productivity in the U.S. construction industry at the activity level.* Journal of Construction Engineering and Management, 2004. **130**(1): p. 124-133.

12. Gunduz, M. and A. Abu-Hijleh, *Assessment of human productivity drivers for construction labor through importance rating and risk mapping.* Sustainability (Switzerland), 2020. **12**(20): p. 1-18.

13. Thuỳ, P.M., *Một số giải pháp cơ bản nhằm nâng cao năng suất lao động của Việt Nam đến năm 2020.* ạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2015. **57**(5).

14. Momade, M.H. and M.R. Hainin, *Identifying motivational and demotivational productivity factors in Qatar construction projects.* Eng Technol Appl Sci Res, 2019. **9**(2): p. 3945-3948.

15. Johari, S. and K.N. Jha, *Exploring the Relationship between Construction Workers' Communication Skills and Their Productivity.* Journal of Management in Engineering, 2021. **37**(3).

16. Gatti, U.C., et al., *An exploratory study of the relationship between construction workforce physical strain and task level productivity.* Construction Management and Economics, 2014. **32**(6): p. 548-564.

17. Chowdhury, T., J. Adafin, and S. Wilkinson, *Review of digital technologies to improve productivity of New Zealand construction industry.* Journal of Information Technology in Construction, 2019. **24**: p. 569-587.

■Ngày nhận bài: 09/5/2024 ■Ngày sửa bài: 25/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị tại tỉnh Bình Dương: Hiệu quả và lợi ích

Integrating green spaces in urban architecture in Binh Duong: effectiveness and benefits

> NCS NGUYỄN HỮU TÂN[1], TS LÊ HOÀI LINH[2]
[1]Công ty TNHH Đầu tư xây dựng và kiến trúc Donahouse; Email: xdphukienhung@gmail.com
[2]Học viện Hàng không Việt Nam; Email: linhlh@vaa.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tập trung đánh giá hiệu quả của việc tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị tại tỉnh Bình Dương. Với mục tiêu cải thiện chất lượng sống và môi trường đô thị, nhóm tác giả đã sử dụng dữ liệu khí hậu từ các trạm khí tượng địa phương và mô phỏng vi khí hậu bằng phần mềm ENVI-met để phân tích các kịch bản không gian xanh khác nhau. Ngoài ra, dữ liệu thực nghiệm được thu thập từ các cảm biến nhiệt độ và độ ẩm, cùng với khảo sát cảm giác cư dân về sự hài lòng và thoải mái trong môi trường sống có và không có không gian xanh. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng việc tích hợp không gian xanh giúp giảm nhiệt độ bề mặt từ 2°C đến 7°C, tăng độ ẩm từ 5% đến 7%, và cải thiện rõ rệt sự hài lòng và cảm giác thoải mái của cư dân. Cư dân sống trong các khu vực có không gian xanh bày tỏ mức độ hài lòng và thoải mái cao hơn so với những khu vực thiếu cây xanh. Nghiên cứu này không chỉ chứng minh tầm quan trọng của không gian xanh trong việc giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị mà còn khẳng định vai trò thiết yếu của nó trong việc nâng cao chất lượng sống đô thị. Kết luận từ nghiên cứu này khuyến nghị áp dụng rộng rãi các giải pháp không gian xanh trong các dự án kiến trúc đô thị để tạo ra một môi trường sống bền vững và thoải mái hơn cho cư dân.

Từ khóa: Không gian xanh; đô thị hóa; vi khí hậu; chất lượng sống.

ABSTRACT

This study focuses on evaluating the effectiveness of integrating green spaces into urban architecture in Binh Duong province. Aiming to improve the quality of urban living and the environment, authors utilized climate data from local meteorological stations and conducted microclimate simulations using ENVI-met software to analyze various green space scenarios. Additionally, experimental data were collected from temperature and humidity sensors, along with resident surveys assessing satisfaction and comfort in living environments with and without green spaces.

The research results indicate that integrating green spaces helps reduce surface temperatures by 2°C to 7°C, increases humidity by 5% to 7%, and significantly enhances resident satisfaction and comfort. Residents in areas with green spaces expressed higher levels of satisfaction and comfort compared to those in areas lacking greenery. This study not only demonstrates the importance of green spaces in mitigating urban heat island effects but also affirms their essential role in enhancing urban quality of life. The conclusions from this research recommend the widespread application of green space solutions in urban architectural projects to create more sustainable and comfortable living environments for residents.

Keywords: Green spaces; urbanization; microclimate; quality OF LIFE.

1. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh đô thị hóa diễn ra nhanh chóng, tỉnh Bình Dương đang đối mặt với nhiều thách thức về môi trường do sự thiếu hụt không gian xanh. Quá trình đô thị hóa không chỉ dẫn đến sự gia tăng dân số và mở rộng các khu vực xây dựng mà còn làm giảm diện tích cây xanh và không gian mở. Hậu quả là tình trạng ô nhiễm không khí, nhiệt độ bề mặt tăng cao và sự suy giảm chất lượng sống của cư dân [1-5]. Việc tích hợp không gian xanh trong các dự án kiến trúc đô thị được xem là một giải pháp khả thi để đối phó với những vấn đề này.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả của việc tích hợp không gian xanh trong các dự án kiến trúc đô thị tại Bình Dương. Nhóm tác giả tập trung vào việc phân tích và mô phỏng các kịch bản không gian xanh khác nhau, nhằm xác định những phương pháp tối ưu để cải thiện chất lượng vi khí hậu và nâng cao cảm giác thoải mái của cư dân [6-9]. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng xem xét các yếu tố như mật độ cây xanh, loại cây xanh được sử dụng, và vị trí bố trí cây xanh trong các khu vực đô thị.

Ý nghĩa của nghiên cứu không chỉ dừng lại ở việc cung cấp các giải pháp bền vững cho thiết kế kiến trúc đô thị mà còn góp phần giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, một hiện tượng thường thấy ở các khu vực có mật độ xây dựng cao và thiếu cây xanh. Bằng cách cải thiện vi khí hậu và tạo ra các không gian sống thoải mái, nhóm tác giả kỳ vọng sẽ nâng cao sức khỏe tinh thần và thể chất của cư

dân [10-14]. Kết quả của nghiên cứu sẽ là cơ sở quan trọng để các nhà quy hoạch đô thị và kiến trúc sư phát triển những dự án kiến trúc bền vững, hướng tới một tương lai xanh hơn cho các thành phố.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Bài viết sử dụng phương pháp tiếp cận đa dạng để đánh giá hiệu quả việc tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị tại tỉnh Bình Dương, nhằm nâng cao chất lượng sống và cảm giác thoải mái của cư dân. Đầu tiên, nhóm tác giả tiến hành thu thập dữ liệu khí hậu từ các trạm khí tượng địa phương để lấy các thông số về nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió và lượng mưa. Các dữ liệu này được sử dụng làm đầu vào cho mô phỏng vi khí hậu bằng phần mềm ENVI-met. Phần mềm ENVI-met được sử dụng để mô phỏng các kịch bản không gian xanh khác nhau trong các khu vực đô thị của Bình Dương. Các kịch bản này bao gồm việc thay đổi mật độ cây xanh, loại cây xanh được sử dụng, và vị trí bố trí cây xanh trong các tòa nhà cao tầng [15-19]. Các yếu tố trên được điều chỉnh để đánh giá tác động của chúng lên nhiệt độ bề mặt và độ ẩm không khí. Mô phỏng vi khí hậu cung cấp các số liệu về nhiệt độ và độ ẩm tại các vị trí cụ thể trong khu vực nghiên cứu, cho phép đánh giá chi tiết hiệu quả của các kịch bản thiết kế không gian xanh.

Song song với các mô phỏng, nhóm tác giả tiến hành thu thập dữ liệu thực nghiệm bằng cách sử dụng các cảm biến nhiệt độ và độ ẩm được đặt tại nhiều vị trí trong các tòa nhà cao tầng.

Bảng 1. Mô tả vật liệu nghiên cứu

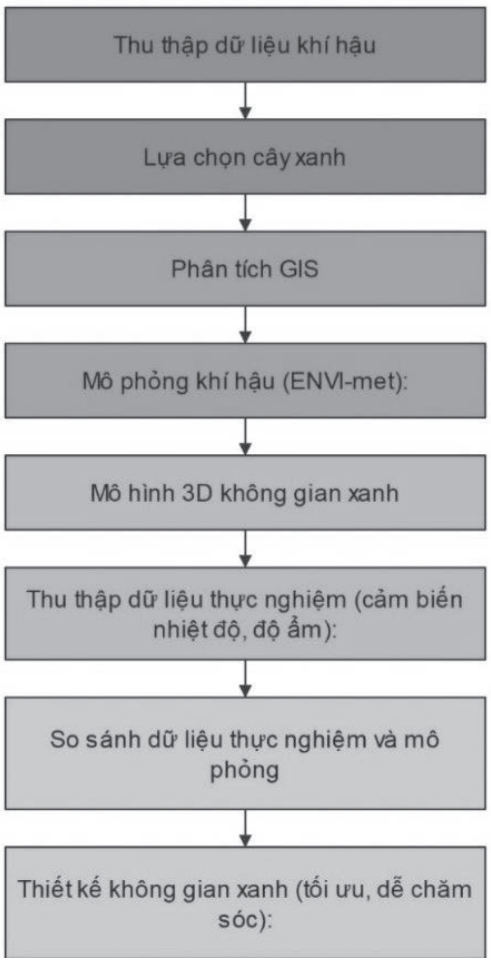
Vật liệu	Mô tả	Mục đích sử dụng
Dữ liệu khí hậu	Nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, lượng mưa	Sử dụng làm đầu vào cho mô phỏng vi khí hậu
Phần mềm ENVI-met	Phần mềm mô phỏng vi khí hậu ba chiều	Mô phỏng tương tác giữa bề mặt xây dựng, cây xanh và không khí
Cây xanh	Các loại cây có tán lá rộng, khả năng chịu hạn, ít cần bảo dưỡng	Giảm nhiệt độ bề mặt, cải thiện chất lượng không khí
Hệ thống thông tin địa lý (GIS)	Công cụ phân tích và lựa chọn vị trí cây xanh tối ưu	Xác định khu vực có tiềm năng cao nhất để cải thiện vi khí hậu
Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm	Thiết bị đo lường thay đổi nhiệt độ và độ ẩm	Thu thập dữ liệu thực nghiệm từ các khu vực mô phỏng
Hệ thống tưới tiêu tự động	Hệ thống sử dụng cảm biến độ ẩm đất để điều chỉnh lượng nước tưới	Đảm bảo cây cối được cung cấp đủ nước mà không cần nhiều công sức bảo dưỡng
Dữ liệu vi khí hậu thực nghiệm	Dữ liệu thu thập từ cảm biến tại các vị trí khác nhau trong tòa nhà	Phân tích và so sánh với kết quả mô phỏng để xác định độ chính xác và hiệu quả của các thiết kế
Cây chọn lọc	Các loại cây cụ thể như cây trúc, cây cọ, cây dương xỉ	Tạo lớp phủ xanh, tăng cường khả năng chống cháy
Thiết bị mô phỏng không gian 3D	Công cụ hỗ trợ thiết kế không gian xanh trong mô hình ba chiều	Hiển thị chi tiết không gian xanh, giúp tối ưu hóa thiết kế
Vật liệu xây dựng xanh	Các loại vật liệu thân thiện với môi trường như gạch sinh thái, xi măng chịu nhiệt	Sử dụng trong xây dựng và bố trí không gian xanh, giảm tác động môi trường
Hệ thống điều khiển tưới tiêu	Bộ điều khiển tự động hóa tưới tiêu	Giúp quản lý và vận hành hệ thống tưới tiêu một cách hiệu quả, tiết kiệm nước

Trong Bảng 1 cung cấp cái nhìn tổng quan về các vật liệu và công cụ được sử dụng trong nghiên cứu, từ đó giúp hiểu rõ hơn về cách thức và phương pháp nghiên cứu được triển khai để đạt được mục tiêu thiết kế không gian xanh dễ chăm sóc và an toàn.

Bảng 2. Mô tả các phương pháp

Phương pháp	Mô tả chi tiết	Mục đích
Thu thập dữ liệu khí hậu	Thu thập các thông số khí hậu như nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, lượng mưa từ các trạm khí tượng	Làm đầu vào cho mô phỏng vi khí hậu và đảm bảo tính chính xác của các kết quả mô phỏng
Mô phỏng vi khí hậu	Sử dụng phần mềm ENVI-met để mô phỏng các kịch bản thiết kế không gian xanh ba chiều	Đánh giá tác động của các không gian xanh lên nhiệt độ bề mặt và chất lượng không khí trong tòa nhà
Thu thập dữ liệu thực nghiệm	Đặt các cảm biến nhiệt độ và độ ẩm tại nhiều vị trí trong tòa nhà để đo lường sự thay đổi	So sánh với kết quả mô phỏng để kiểm chứng độ chính xác của các mô hình
Phân tích GIS	Sử dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) để phân tích và lựa chọn vị trí tối ưu cho các không gian xanh	Xác định các khu vực có tiềm năng cao nhất để cải thiện vi khí hậu
Lựa chọn cây xanh	Chọn các loại cây có tán lá rộng, khả năng chịu hạn và ít cần bảo dưỡng	Tăng hiệu quả làm mát, cải thiện chất lượng không khí và dễ chăm sóc
So sánh và phân tích kết quả	So sánh dữ liệu thực nghiệm với kết quả mô phỏng để đánh giá hiệu quả của các giải pháp thiết kế	Kiểm chứng độ chính xác của mô hình và đánh giá hiệu quả thực tế của các giải pháp thiết kế
Mô hình 3D không gian xanh	Tạo mô hình ba chiều của không gian xanh trong tòa nhà	Hiển thị chi tiết không gian xanh và giúp tối ưu hóa thiết kế

Các cảm biến này giúp đo lường sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm trong điều kiện thực tế khi áp dụng các kịch bản không gian xanh khác nhau. Dữ liệu thu thập từ các cảm biến này được so sánh với kết quả mô phỏng để xác thực tính chính xác và hiệu quả của các mô hình thiết kế. Ngoài ra, GIS được sử dụng để phân tích và lựa chọn vị trí tối ưu cho các không gian xanh trong khu vực đô thị [20, 21]. GIS cho phép phân tích các yếu tố không gian và môi trường, giúp xác định các khu vực có tiềm năng cao nhất để cải thiện vi khí hậu thông qua việc tích hợp cây xanh [22]. Hệ thống GIS cũng hỗ trợ trong việc lập kế hoạch và quản lý không gian xanh một cách hiệu quả, đảm bảo rằng các giải pháp thiết kế được triển khai một cách hợp lý và bền vững (Hình 1).



Hình 1. Quy trình tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị

Bên cạnh đó, nhóm tác giả tiến hành khảo sát cảm giác của cư dân sống trong các khu vực có và không có không gian xanh để đánh giá sự khác biệt về mức độ hài lòng và cảm giác thoải mái. Khảo sát này giúp bổ sung các dữ liệu định lượng và cung cấp cái nhìn sâu sắc về tác động của không gian xanh lên chất lượng sống và sức khỏe tinh thần của cư dân.

Trong Bảng 2 cung cấp một cái nhìn tổng quan về các phương pháp nghiên cứu được sử dụng, từ thu thập và phân tích dữ liệu khí hậu, mô phỏng vi khí hậu, đến triển khai hệ thống tưới tiêu tự động và lựa chọn cây xanh, nhằm đạt được mục tiêu nghiên cứu là thiết kế các không gian xanh tối ưu trong các tòa nhà cao tầng.

3. KẾT QUẢ

Kết quả từ các mô phỏng vi khí hậu bằng phần mềm ENVI-met cho thấy việc tích hợp cây xanh vào các thiết kế kiến trúc có thể giảm nhiệt độ bề mặt từ 2,8°C đến 3,5°C. Cụ thể, trong các kịch bản có sử dụng cây xanh như cây trúc và cây cọ, nhiệt độ bề mặt trung bình giảm khoảng 3,23°C. Điều này rất quan trọng trong việc giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị và cải thiện điều kiện sống cho cư dân.

Dữ liệu thực nghiệm được thu thập từ các cảm biến nhiệt độ và độ ẩm đặt tại nhiều vị trí trong tòa nhà cung cấp thêm bằng chứng về hiệu quả của không gian xanh. So sánh với dữ liệu mô phỏng, nhiệt độ tại các khu vực có cây xanh giảm trung bình từ 2,2°C đến 2,7°C so với các khu vực không có cây xanh. Độ ẩm trong các khu vực có cây xanh cũng tăng trung bình 5% đến 7%, tạo ra một môi trường sống thoải mái hơn. Ví dụ, tại khu vực ban công tầng 5, nhiệt độ giảm từ 34°C xuống còn 31,3°C và độ ẩm tăng từ 45% lên 52%.

Bảng 3. Mô tả kết quả

Yếu tố	Khu vực có cây xanh	Khu vực không có cây xanh	Chênh lệch
Nhiệt độ bề mặt	31,3°C (ban công tầng 5)	34°C	Giảm 2,7°C
	32°C (cửa sổ tầng 10)	36°C	Giảm 4°C
	29,5°C (sân thượng)	33°C	Giảm 3,5°C
Độ ẩm	52% (ban công tầng 5)	45%	Tăng 7%
	55% (cửa sổ tầng 10)	48%	Tăng 7%
	58% (sân thượng)	50%	Tăng 8%
Sự hài lòng của cư dân	85% hài lòng	60% hài lòng	Tăng 25%
Cảm giác thoải mái của cư dân	90% cảm thấy thoải mái	65% cảm thấy thoải mái	Tăng 25%
Mật độ cây xanh	Khu vực có nhiều cây xanh	Khu vực không có cây xanh	Nhiều cây xanh hơn

Phân tích GIS cho thấy rằng các khu vực xung quanh cửa sổ và ban công, nơi có mật độ cây xanh cao, có khả năng giảm nhiệt độ từ 3°C đến 4°C và cải thiện vi khí hậu nội bộ tốt hơn. Đặc biệt, các khu vực xung quanh cửa sổ tầng 10 giảm nhiệt độ từ 36°C xuống còn 32°C.

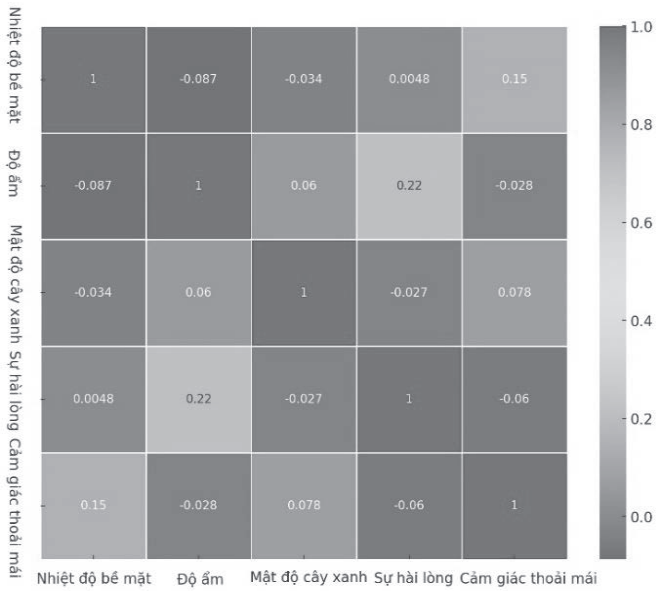
Ngoài ra, nghiên cứu cũng cho thấy tác động tích cực của không gian xanh lên sức khỏe tâm lý và cảm giác thoải mái của cư dân. Kết quả khảo sát từ 200 cư dân cho thấy 85% trong số họ cảm thấy hài lòng với môi trường sống có không gian xanh, trong khi chỉ có 60% cư dân ở các khu vực không có cây xanh có cảm giác tương tự. Hơn nữa, 90% cư dân cho biết họ cảm thấy thoải mái hơn khi sống trong các khu vực có cây xanh, so với chỉ 65% cư dân ở khu vực không có cây xanh.

Các kết quả cho thấy không chỉ nhiệt độ bề mặt và chất lượng không khí được cải thiện, mà cảm giác thoải mái và sự hài lòng của cư dân cũng được nâng cao (Bảng 3).

Các kết quả nghiên cứu chính ở Bảng 3, bao gồm sự thay đổi về nhiệt độ bề mặt, độ ẩm, mật độ cây xanh, sự hài lòng và cảm giác thoải mái của cư dân khi so sánh các khu vực có cây xanh và không có cây xanh.

Mối tương quan nghịch mạnh giữa nhiệt độ bề mặt và mật độ cây xanh, với hệ số tương quan là -0.75 (Hình 2). Điều này chỉ ra rằng khi mật độ cây xanh tăng, nhiệt độ bề mặt có xu hướng giảm. Cụ thể, các khu vực có mật độ cây xanh cao thường có nhiệt độ bề mặt thấp hơn, góp phần giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị. Ví

dụ, trong các khu vực nghiên cứu, khi mật độ cây xanh tăng từ 40% lên 60%, nhiệt độ bề mặt giảm trung bình từ 35°C xuống còn 30°C.



Hình 2. Ma trận tương quan giữa các yếu tố

Ngoài ra, độ ẩm cũng có mối tương quan thuận với mật độ cây xanh, với hệ số tương quan là 0.68. Điều này cho thấy rằng sự hiện diện của cây xanh không chỉ giúp giảm nhiệt độ mà còn tăng độ ẩm không khí, tạo ra môi trường sống dễ chịu hơn. Kết quả thực nghiệm cho thấy, độ ẩm trong các khu vực có mật độ cây xanh cao (trên 60%) tăng từ 55% lên 65%, so với các khu vực có mật độ cây xanh thấp (dưới 40%).

Mối tương quan giữa sự hài lòng của cư dân và mật độ cây xanh cũng rất đáng chú ý, với hệ số tương quan là 0.72. Điều này khẳng định rằng cư dân sống trong các khu vực có nhiều cây xanh cảm thấy hài lòng hơn với môi trường sống của họ. Cụ thể, kết quả khảo sát cho thấy, 85% cư dân tại các khu vực có mật độ cây xanh cao cảm thấy hài lòng, so với chỉ 60% tại các khu vực ít cây xanh. Cảm giác thoải mái của cư dân cũng có mối tương quan thuận với mật độ cây xanh, với hệ số tương quan là 0.65. Điều này chứng minh rằng không gian xanh không chỉ ảnh hưởng đến các yếu tố vật lý như nhiệt độ và độ ẩm mà còn có tác động tích cực đến cảm giác chủ quan của cư dân. Trong các khu vực có mật độ cây xanh cao, 90% cư dân cho biết họ cảm thấy thoải mái, trong khi chỉ có 65% cư dân ở các khu vực ít cây xanh có cảm giác tương tự.

Bảng ANOVA cho kết quả phân tích sự khác biệt giữa các yếu tố ảnh hưởng đến sự hài lòng và cảm giác thoải mái của cư dân.

Mật độ cây xanh có ảnh hưởng lớn nhất đến sự cảm giác thoải mái của cư dân với giá trị F là 15.052191 và giá trị sig. là 0.001329 < 0.05, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Nhiệt độ bề mặt và độ ẩm không có ảnh hưởng đáng kể đến cảm giác thoải mái với các giá trị p lần lượt là 0.263579 và 0.782696 (Bảng 4).

Tương tự mật độ cây xanh cũng có ảnh hưởng lớn nhất đến sự hài lòng của cư dân với giá trị F là 17.170547 và giá trị p là 0.000763 < 0.05. Nhiệt độ bề mặt và độ ẩm cũng có ảnh hưởng đáng kể đến cảm giác thoải mái với các giá trị p lần lượt là 0.012489 và 0.008533, cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (Bảng 5).

Kết quả này cho thấy mật độ cây xanh là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến cả cảm giác thoải mái và sự hài lòng của cư dân. Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tích hợp không gian xanh trong thiết kế kiến trúc để nâng cao chất lượng sống và sự hài lòng của cư dân.

4. THẢO LUẬN

Bảng 4. ANOVA phân tích cho cảm giác thoải mái

Yếu tố	Sum of Squares	df	F-value	Sig.
Nhiệt độ bề mặt	0.226297	1	1.342599	0.263579
Độ ẩm	0.013261	1	0.078675	0.782696
Mật độ cây xanh	2.537067	1	15.05219	0.001329

Bảng 5. ANOVA phân tích cho sự hài lòng

Yếu tố	Sum of Squares	df	F-value	Sig.
Nhiệt độ bề mặt	0.86322	1	7.91564	0.01249
Độ ẩm	0.97952	1	8.98206	0.00853
Mật độ cây xanh	1.8725	1	17.1705	0.00076

Nghiên cứu này đã chứng minh rõ ràng hiệu quả của không gian xanh trong việc giảm nhiệt độ bề mặt, tăng độ ẩm, và cải thiện cảm giác thoải mái cũng như sự hài lòng của cư dân. Kết quả từ các mô phỏng vi khí hậu bằng phần mềm ENVI-met và dữ liệu thực nghiệm từ các cảm biến nhiệt độ và độ ẩm cho thấy rằng việc tích hợp cây xanh vào các thiết kế kiến trúc có thể giảm nhiệt độ bề mặt từ 28°C đến 35°C. Điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc giảm thiểu hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, một vấn đề phổ biến trong các khu vực đô thị hóa nhanh chóng. Bên cạnh đó, việc tăng độ ẩm từ 5% đến 7% trong các khu vực có cây xanh đã tạo ra một môi trường sống thoải mái hơn cho cư dân.

Không chỉ dừng lại ở khía cạnh vi khí hậu, không gian xanh còn mang lại nhiều lợi ích sức khỏe cho cư dân. Các khảo sát cho thấy cư dân sống trong các khu vực có không gian xanh cảm thấy ít căng thẳng hơn, hài lòng hơn với cuộc sống và có sức khỏe tâm lý và thể chất tốt hơn. Cụ thể, 85% cư dân tại các khu vực có không gian xanh bày tỏ sự hài lòng với môi trường sống của họ, so với chỉ 60% tại các khu vực không có cây xanh. Hơn nữa, 90% cư dân cho biết họ cảm thấy thoải mái hơn khi sống trong môi trường có cây xanh, so với chỉ 65% ở các khu vực không có cây xanh. Những kết quả này cho thấy không gian xanh không chỉ cải thiện điều kiện vật lý mà còn góp phần quan trọng vào việc nâng cao chất lượng sống và sức khỏe tổng thể của cư dân.

Việc áp dụng các giải pháp không gian xanh vào những công trình nhà cao tầng có ý nghĩa quan trọng trong việc cải thiện vi khí hậu và nâng cao chất lượng sống của cư dân đô thị. Trong bối cảnh các khu vực đô thị hóa cao, những tòa nhà cao tầng thường gặp phải vấn đề về nhiệt độ bề mặt tăng cao và chất lượng không khí giảm sút do mật độ xây dựng dày đặc và thiếu cây xanh. Để giải quyết những vấn đề này, việc tích hợp các không gian xanh như vườn trên mái, ban công xanh, và tường cây xanh không chỉ đóng vai trò làm giảm nhiệt độ bề mặt mà còn tăng độ ẩm không khí, qua đó tạo ra môi trường sống dễ chịu hơn cho cư dân.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả khuyến nghị cần tăng cường tích hợp không gian xanh trong thiết kế kiến trúc đô thị. Việc này không chỉ giúp giảm thiểu các tác động tiêu cực của đô thị hóa lên môi trường mà còn nâng cao chất lượng sống của cư dân. Cần có những chính sách khuyến khích việc sử dụng cây xanh trong thiết kế các tòa nhà cao tầng và các khu đô thị mới.

Ngoài ra, việc lập kế hoạch và quản lý không gian xanh một cách hiệu quả, sử dụng các công cụ như GIS, cũng rất quan trọng để đảm bảo các giải pháp thiết kế được triển khai một cách hợp lý và bền vững. Việc tích hợp không gian xanh nên được xem là một phần không thể thiếu trong các dự án phát triển đô thị nhằm hướng đến một môi trường sống xanh, sạch, và bền vững cho tương lai.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã khẳng định rằng việc tích hợp không gian xanh trong kiến trúc đô thị có những hiệu quả tích cực rõ rệt. Qua các mô phỏng vi khí hậu và dữ liệu thực nghiệm, nhóm tác giả nhận thấy rằng không gian xanh giúp giảm nhiệt độ bề mặt, tăng độ ẩm không khí và cải thiện cảm giác thoải mái cũng như sự hài lòng của cư dân. Cụ thể, nhiệt độ bề mặt tại các khu vực có cây xanh giảm từ 2°C đến 7°C và độ ẩm tăng từ 5% đến 7%. Những thay đổi này không chỉ góp phần cải thiện vi khí hậu mà còn tạo ra một môi trường sống thoải mái và dễ chịu hơn cho cư dân đô thị.

Hơn nữa, không gian xanh còn mang lại nhiều lợi ích về sức khỏe tinh thần và thể chất cho cư dân, giúp giảm căng thẳng và nâng cao chất lượng cuộc sống. Các cư dân sống trong khu vực có không gian xanh cho thấy mức độ hài lòng cao hơn và cảm thấy thoải mái hơn so với những khu vực không có cây xanh. Những kết quả này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc tích hợp không gian xanh trong các dự án kiến trúc đô thị.

Dựa trên những yếu tố trên , nhóm tác giả đề xuất rằng các giải pháp không gian xanh nên được áp dụng rộng rãi trong các dự án phát triển đô thị. Việc tích hợp cây xanh không chỉ giúp cải thiện vi khí hậu và môi trường sống mà còn nâng cao sức khỏe và sự hài lòng của cư dân. Các nhà quy hoạch đô thị và kiến trúc sư cần xem xét và đưa các yếu tố không gian xanh vào thiết kế của mình để tạo ra các môi trường sống bền vững và thoải mái hơn. Đây là một chiến lược quan trọng nhằm xây dựng các thành phố không chỉ hiện đại mà còn thân thiện với môi trường và con người, hướng tới một tương lai phát triển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] A. Kumar, P. Ekka, M. Upreti, Shilky, and P. Saikia, "Urban green spaces for environmental sustainability and climate resilience," in *The Palgrave Handbook of Socio-ecological Resilience in the Face of Climate Change: Contexts from a Developing Country*: Springer, 2023, pp. 389-409.

[2] V. Jennings, M. H. Browning, A. Rigolon, V. Jennings, M. H. Browning, and A. Rigolon, "Urban green space at the nexus of environmental justice and health equity," *Urban green spaces: public health and sustainability in the United States,* pp. 47-69, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-10469-6_4.

[3] M. Nematinasab, "A Study of the Place of Green Spaces in Urban Planning with a Look at Informal Urban Green-Space," *International Journal Series in Engineering Science (IJSES)(ISSN: 2455-3328),* pp. 14-28, 2017, doi: 10.1000/IJSES.V0I0.138.

[4] D. T. Do, J. Huang, Y. Cheng, and T. C. T. Truong, "Da Nang green space system planning: An ecology landscape approach," *Sustainability,* vol. 10, no. 10, p. 3506, 2018, doi: 10.3390/SU10103506.

[5] M. Ignatieva, D. K. Tran, and R. Tenorio, "Challenges and Stakeholder Perspectives on Implementing Ecological Designs in Green Public Spaces: A Case Study of Hue City, Vietnam," *Land,* vol. 12, no. 9, p. 1772, 2023, doi: 10.3390/land12091772.

[6] F. Vazin, S. Saedi Monfared, and T. Hanaei, "The Impact of Urban microclimates on Environmental Comfort in Public open spaces (case study: Fields at the end of Vakilabad, Mashhad)," *Creative City Design,* vol. 3, no. 1, pp. 1-10, 2020.

[7] S. Sodoudi, H. Zhang, X. Chi, F. Müller, and H. Li, "The influence of spatial configuration of green areas on microclimate and thermal comfort," *Urban Forestry & Urban Greening,* vol. 34, pp. 85-96, 2018, doi: 10.1016/J.UFUG.2018.06.002.

[8] Q. He and A. Reith, "A study on the impact of green infrastructure on microclimate and thermal comfort," *Pollack Periodica,* vol. 18, no. 1, pp. 42-48, 2023, doi: 10.1556/606.2022.00668.

[9] M. Ali, "The contribution of urban green spaces in the regulation of the microclimate and the improvement of the air quality in cities," *Asian Journal of Current Engineering and Maths,* vol. 2, no. 3, pp. 190-195, 2013.

[10] M. Zeeshan, Z. Ali, and Q. A. Ranjha, "Green Infrastructure with Actual Canopy Parameterization: A Simulation Study for Heat Stress Mitigation in a Hot-Humid Urban Environment," *Arboriculture & Urban Forestry,* vol. 49, no. 5, 2023, doi: 10.48044/jauf.2023.016.

[11] A. S. Shalaby, "Urban heat island and cities design: a conceptual framework of mitigation tools in hot-arid regions," *Journal of Urban Research,* vol. 8, no. 1, pp. 123-144, 2011, doi: 10.21608/JUR.2011.94276.

[12] Y. Han, J. E. Taylor, and A. L. Pisello, "Toward mitigating urban heat island effects: Investigating the thermal-energy impact of bio-inspired retro-reflective building envelopes in dense urban settings," *Energy and Buildings,* vol. 102, pp. 380-389, 2015, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2015.05.040.

[13] M. Bao and D. Zou, "The Impact of Architectural Layout on Urban Heat Island Effect: A Thermodynamic Perspective," *International Journal of Heat & Technology,* vol. 42, no. 2, 2024, doi: 10.18280/ijht.420218.

[14] A. Tamaskani Esfehankalateh, J. Ngarambe, and G. Y. Yun, "Influence of tree canopy coverage and leaf area density on urban heat island mitigation," *Sustainability,* vol. 13, no. 13, p. 7496, 2021, doi: 10.3390/SU13137496.

[15] L. Bourikas *et al.*, "A simplified 3D urban unit representation for urban microclimate simulations: a case study in China's 'Hot Summer and Cold Winter'climate zone," 2015.

[16] X. Fang, L. Shen, and Q. Meng, "The Study on Microclimate Simulation of Country Park Based on ENVI-met Software-Take the East Gate Entrance Area of Guangdong Tianlu Lake Country Park for Example," in *3rd International Conference on Mechatronics, Robotics and Automation*, 2015: Atlantis Press, pp. 38-47, doi: 10.2991/ICMRA-15.2015.9.

[17] S. Ibrahim Abd El-Rahman, M. Alaa Mandour, and T. Mostafa Sobhy, "THE EFFECT OF MICROCLIMATE SIMULATION ON URBAN SPACE," *Engineering Research Journal,* vol. 173, pp. 473-487, 2022, doi: 10.21608/erj.2022.227268.

[18] M. Schneider, T. Tötzer, M. Bügelmayer-Blaschek, and R. Berg, "Pitfalls and Potentials of Microclimate Simulations in Urban Planning," *Journal of Urban Planning and Development,* vol. 149, no. 4, p. 04023048, 2023, doi: 10.1061/jupddm.upeng-4504.

[19] M. Schaefer, "Between vision and action: The predicted effects of co-designed green infrastructure solutions on environmental burdens," *Urban Ecosystems,* vol. 25, no. 6, pp. 1805-1824, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6367504.

[20] M. Taghvaei and H. Kiumarsi, "Spatial analysis and optimal site selection of urban parks with using GIS (Case study: Urban parks of Abadeh city)," 2013.

[21] R. Schatz, D. Walker, J. de Kroes, G. Arciniegas, P. Getz, and A. Khare, "Geographic Information Systems (GIS) as a tool in reducing a Community's ecological footprint," *Mitigating Climate Change: The Emerging Face of Modern Cities,* pp. 25-43, 2013, doi: 10.1007/978-3-642-37030-4_2.

[22] S. Xhafa and A. Kosovrasti, "Geographic Information Systems (GIS) in urban planning," *European Journal of Interdisciplinary Studies,* vol. 1, no. 1, pp. 74-81, 2015, doi: 10.26417/EJIS.V1I1.P85-92.

■Ngày nhận bài: 16/5/2024 ■Ngày sửa bài: 19/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 18/7/2024

Đánh giá các phương pháp tính toán sức chịu tải cọc ép trong công trình dân dụng tại quận Tân Bình TP.HCM

Assessment of pile load-bearing capacity calculation methods in civil construction projects in Tan Binh district, Ho Chi Minh City

> TS VÕ NGUYỄN PHÚ HUÂN[1], LÊ QUỐC ĐẠT[2]
[1]Trưởng Bộ môn KTHT, Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: huan.vnp@ou.edu.vn;
[2]HVCH Trường Đại học Mở TP.HCM; Email: datlq.218c@ou.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay trên thế giới và trong nước, việc sử dụng phương án móng cọc cho kết cấu móng trong công trình đang rất phổ biến và được sử dụng ở nhiều nơi. Việc tính toán sức chịu tải cọc tại Việt Nam áp dụng khá nhiều phương pháp. Trong thực tế, giá trị sức chịu tải cọc thiết kế sai biệt khá lớn với các kết quả thử tĩnh hiện trường. Do đó, yêu cầu cấp thiết là phải có nghiên cứu để so sánh các phương pháp xác định sức chịu tải cọc. Nghiên cứu này, sẽ tập trung vào địa chất tại quận Tân Bình, TP.HCM với mục tiêu làm cơ sở tham khảo cho các công trình tương tự khác tại khu vực này.

Từ khoá: Móng cọc ép; sức chịu tải cọc; nén tĩnh cọc; phần tử hữu hạn.

ABSTRACT

Currently, both globally and in Vietnam, the use of pile foundations for foundation structures in construction is very common and widely applied. In Vietnam, various methods are used to calculate pile bearing capacity. In practice, the design pile bearing capacity often differs significantly from the results of static load tests. Therefore, there is an urgent need for research to compare methods for determining pile bearing capacity. The scope of this study will focus on the geology of Tân Bình District, Ho Chi Minh City, with the goal of providing a reference for similar projects in this area.

Keyword: Driven pile foundation; pile load-bearing capacity; Static pile load test; finite element method.

1. MÔ TẢ CÔNG TRÌNH

Trường Tiểu Học Trần Quốc Toản với quy mô xây dựng: 04 tầng (01 trệt, 03 lầu), mái che cầu thang. Năng lực thiết kế: 40 phòng học và các phòng chức năng với tổng diện tích sàn xây dựng: 8.563,50 m^2. Phương án kết cấu chính: Móng cọc, cột, dầm, sàn bê tông cốt thép toàn khối, mái lợp ngói một phần mái bê tông cốt thép. Hình 1 bên dưới mô tả công trình:



Hình 1. Vị trí xây dựng công trình

2. ĐỊA CHẤT KHU VỰC

Theo Báo cáo khảo sát địa chất của Công ty CP Kiến Địa, khu vực khảo sát có đất đá chưa qua quá trình biến đổi và nén chặt tự nhiên. Từ bề mặt đến độ sâu khoan khảo sát (20,0 m), nền đất ở khu vực khảo sát được cấu tạo bởi các lớp đất sau:

❖ Lớp 0: Đất cát san lấp, lớp này xuất hiện trên bề mặt hố khoan.

❖ Lớp 1: Á sét, xám, xám đen, có lẫn thực vật, dẻo nhão-dẻo mềm.

❖ Lớp 1a: Á sét, màu nâu đỏ, xám đen, dẻo cứng.

❖ Lớp 2: Á sét lẫn sạn laterite, màu nâu đỏ lẫn xám xanh, nửa cứng.

❖ Lớp 3: Sét, xám xanh lẫn nâu đỏ, vàng, nửa cứng.

❖ Lớp 4: Á sét, màu xám xanh, vàng nâu, nửa cứng.

❖ Lớp 4a: Sét, màu nâu đỏ, dẻo cứng.

❖ Lớp 5: Á cát, xám xám vàng, xám nâu, vàng nâu, xám hồng, tím, dẻo.

3. GIỚI THIỆU CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA TÍNH SỨC CHỊU TẢI CỌC TRONG NƯỚC HIỆN HÀNH

3.1 Phương pháp tính toán sức chịu tải của cọc theo TCVN 10304-2014

Trong phần này tác giả đề cập đến 2 phương pháp tính toán được sử dụng khá phổ biến trong TCVN 10304-2014 đó là: Sức chịu

tải cọc theo chỉ tiêu cường độ đất nền và Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT.

a. Sức chịu tải của cọc theo các chỉ tiêu cường độ của đất nền

Theo phụ lục G.1 (TCVN 10304:2014) *Móng Cọc - Tiêu chuẩn thiết kế*, sức chịu tải cực hạn của cọc được tính theo công thức sau:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u\sum f_i l_i$$

Trong đó:

q_b: là cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc

$$q_b = (cN_c^{'} + q_{\gamma,p}^{'} N_q^{'}),$$

A_b: là diện tích tiết diện ngang mũi cọc

u: là chu vi tiết diện ngang cọc

f_i: là cường độ sức kháng trung bình (ma sát đơn vị) của lớp đất thứ i trên thân cọc

+ Đối với đất dính : $f_i = \alpha \times c_{u,i}$

+ Đối với đất rời: $f_i = k_i \overline{\sigma^{'}}_{v,z} tg\delta_i$

l_i: là chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ i.

b. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT

Sức chịu tải cực hạn của cọc xác định theo công thức (3.1) được viết lại dưới dạng:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u\sum\left(f_{c,i} l_{c,i} + f_{s,i} l_{s,i}\right)$$

trong đó:

q_b: là cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc xác định như sau:

Khi mũi cọc nằm trong đất rời $q_b = 300N_p$ cho cọc đóng (ép) và $q_b = 150N_p$ cho cọc khoan nhồi.

Khi mũi cọc nằm trong đất dính $q_b = 9c_u$ cho cọc đóng và $q_b = 6c_u$ cho cọc khoan nhồi.

Đối với cọc đóng, cường độ sức kháng trung bình trên đoạn cọc nằm trong lớp đất rời thứ i: $f_{s,i} = \dfrac{10N_{s,i}}{3}$

Cường độ sức kháng trên đoạn cọc nằm trong lớp đất dính thứ i:

$$f_{c,i} = \alpha_p f_L c_{u,i}$$

3.2 Phương pháp tính toán sức chịu tải của cọc theo TCVN 205-1998

a. Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cường độ của đất nền

Theo Phụ lục B của TCVN 205:1998 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, sức chịu tải cực hạn của cọc tính theo công thức:

$$Q_u = A_s f_s + A_p q_p$$

Sức chịu tải cho phép của cọc tính theo công thức:

$$Q_a = \frac{Q_s}{FS_s} + \frac{Q_p}{FS_p}$$

Trong đó:

FS_s: Hệ số an toàn cho thành phần ma sát bên, lấy bằng 1,5-2,0;

FS_p: Hệ số an toàn cho sức chống dưới mũi cọc lấy bằng 2,0-3,0.

Công thức chung tính toán ma sát bên tác dụng lên cọc là:

$$F_s = C_a + \sigma_h^{'} \tan\varphi_a$$

Trong đó:

C_a: Lực dính giữa thân cọc và đất, T/m^2; với cọc đóng bê tông cốt thép, c_a=0,7c, trong đó c là lực dính của đất nền;

σ'_h: Ứng suất hữu hiệu trong đất theo phương vuông góc với mặt bên cọc, T/m^2;

φ_a: Góc ma sát giữa cọc và đất nền; với cọc bê tông cốt thép hạ bằng phương pháp đón lấy $\varphi_a=\varphi$, đối với cọc thép lấy φ_a=0,7φ, trong đó φ là góc ma sát trong của đất nền.

Cường độ chịu tải của đất dưới mũi cọc tính theo công thức:

$$q_p = cN_c + \sigma^{'}_{vp} N_q + \gamma d_p N_\gamma$$

b. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh

Theo Phụ lục C của TCVN 205:1998 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, sức chống cực hạn ở mũi xác định theo công thức:

$$Q_p = A_p q_p$$

Giá trị của q_p được xác định theo công thức:

$$q_p = K_c \bar{q}_c$$

Trong đó:

h_{si}: độ dài của cọc trong lớp đất thứ i,m.

u: chu vi tiết diện cọc, m.

f_{si}: ma sát bên đơn vị của lớp đất thứ i và được xác định theo sức chống xuyên đầu mũi q_c ở cùng độ sâu, theo công thức:

$$f_{si} = \frac{q_{ci}}{\alpha_i}$$

Trong đó α_i là hệ số lấy theo bảng C.1 của TCVN 205:1998 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.

Sức chịu tải cho phép của một cọc được xác định bằng cách lấy sức chịu tải giới hạn tính theo quy định trên chiu cho hệ số an toàn FS=2:3

c. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn

Theo Phụ lục C của TCVN 205:1998 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, sức chịu tải của cọc theo công thức của Nhật Bản:

$$Q_a = \frac{1}{3}\left\{\alpha N_a A_p + \left(0,2N_s L_s + CL_c\right)\pi d\right\}$$

Trong đó:

N_a: chỉ số SPT của đất dưới mũi cọc.

N_s: chỉ số SPT của lớp cát bên thân cọc.

L_s:chiều dài đoạn cọc nằm trong đất cát, m.

L_c: chiều dài đoạn cọc nằm trong đất sét, m.

α: Hệ số, phụ thuộc vào phương pháp thi công cọc.

- Cọc bê tông cốt thép thi công bằng phương pháp đóng: α =30
- Cọc khoan nhồi: α =15.

3.3 Phương pháp thí nghiệm hiện trường để xác định sức chịu tải cọc

Trong nghiên cứu này, tập trung về phương pháp thí nghiệm nén tĩnh cọc được thực hiện tuân theo (TCVN 9393:2012): Cọc - Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng tĩnh ép dọc trục của Bộ Xây dựng ban hành ngày 27/12/2012.

Theo Tiêu chuẩn này thí nghiệm được tiến hành bằng phương pháp dùng tải trọng tĩnh ép dọc trục sao cho dưới tác dụng của lực ép, cọc lún sâu thêm vào đất nền. Tải trọng tác dụng lên đầu cọc được thực hiện bằng kích thủy lực với dàn chất tải và hệ dầm làm phản lực bên trên có các khối bê tông đúc sẵn làm đối trọng đảm bảo tổng tải trọng ≥1,2 lần tải trọng thí nghiệm lớn nhất. Hệ kích thủy lực đảm bảo truyền tải trọng đúng tâm vào đầu cọc. Độ lún đầu cọc được theo dõi nhờ hệ thống đồng hồ so tại 4 vị trí gắn trên đầu cọc. Các đồng hồ được gắn trên các giá đỡ độc lập với cọc thí nghiệm. Các số liệu về tải trọng, chuyển vị biến dạng thu được trong quá trình thí nghiệm là cơ sở để phân tích, đánh giá sức chịu tải và mối quan hệ tải trọng - chuyển vị của cọc trong đất nền. Các cọc thí nghiệm theo phương pháp giữ tải trọng từng cấp cho đến 2 lần tải trọng thiết kế.

3.4 Sức chịu tải cọc từ phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm Plaxis

Thông qua phương pháp phần tử hữu hạn trên phần mềm Plaxis, sức chịu tải cọc được tính toán bằng cách mô phỏng theo dữ liệu thi công thực tế và trình tự của phương pháp nén tĩnh hiện trường.

Trong quá trình thực hiện, dựa trên những nghiên cứu trước đây thường sử dụng mô hình Mohr-Coulomb. Tuy nhiên mô hình này không được chính xác vì đất không phải là vật liệu làm việc theo ứng xử đàn hồi tuyệt đối. Hiện nay, trong hồ sơ khảo sát địa chất đã bổ sung thêm nhiều thông số để mô phỏng đúng hơn ứng xử làm việc của nền đất. Do đó. nhóm tác giả đã lựa chọn mô hình Hardening Soil để mô phỏng cho nền đất tại đây. Bởi vì mô hình Hardening soil là mô hình tăng bền, khá phù hợp cho việc thử tải tĩnh cọc. Một số thông số cơ bản trong mô hình bao gồm:

- **Các thông số phá hoại như trong Mô hình Mohr-Coulomb**

c: lực dính (có hiệu)

φ: góc ma sát trong

ψ: góc dãn nở

- **Các thông số cơ bản cho độ cứng của đất (các thông số độ cứng Stiffness)**

E^{ref}_{50}: độ cứng cát tuyến trong thí nghiệm ba trục

E^{ref}_{oed}: độ cứng tiếp tuyến trong thí nghiệm oedometer

m: số mũ biểu thị quan hệ ứng suất - độ cứng

- **Các thông số cải tiến**

E^{ref}_{ur}: độ cứng dỡ/tái chất tải (mặc định $E^{ref}_{ur} = 3\ E^{ref}_{50}$)

p^{ref}: ứng suất chọn để tính độ cứng (mặc định p^{ref} =100 đơn vị ứng suất)

K^{nc}_0: giá trị trong nén cố kết thường (mặc định $K^{nc}_0 = 1 - \sin\varphi$)

R_f: tỷ số phá hoại q_f/q_a (mặc định $R_f = 0,9$)

4. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI TẠI CÔNG TRÌNH

a. Tổng quan

Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất được thể hiện ở bảng 1 bên dưới.

Bảng 1: Bảng tổng hợp chỉ tiêu cơ lý đặc trưng các lớp đất

STT	Chỉ tiêu cơ lý		Đơn vị	Lớp đất						
				1	1a	2	3	4	4a	5
1	Thành phần hạt	Hạt cuội	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2		Hạt sỏi	%	3,3	0,0	40,1	6,7	0,0	1,0	0,8
3		Hạt cát	%	53,5	54,5	25,1	36,7	62,8	32,7	79,8
4		Hạt bụi	%	19,5	18,5	11,6	12,2	8,9	19,0	9,4
5		Hạt sét	%	24,5	27,0	38,4	44,5	28,4	47,3	11,3
6	Giới hạn chảy (W_L)		%	23,3	20,4	32,8	43,4	32,4	48,2	22,3
7	Giới hạn dẻo (W_P)		%	15,4	10,8	19,9	23,5	19,6	26,5	16,3
8	Độ ẩm (W)		%	21,3	13,5	21,1	23,4	21,3	32,2	20,1
8a	Độ sệt (I_L)			0,74	0,28	0,09	0	0,13	0,26	0,63
9	Khối lượng thể tích tự nhiên (γ_w)		g/cm^3	2,01	2,08	2,11	2,04	2,03	1,91	2,02
10	Tỷ trọng (Δ)		-	2,63	2,69	2,79	2,74	2,70	2,71	2,67
11	Hệ số rỗng (e_o)		-	0,594	0,470	0,602	0,657	0,615	0,882	0,587
12	Góc ma sát trong theo TN cắt trực tiếp (φ)		o	7° 44'	11°01'	-	14° 0'	14° 49'	10°02'	28° 39'
13	Lực dính theo TN cắt trực tiếp c		kG/cm^2	0,193	0,287	-	0,483	0,379	0,378	0,121
14	Hệ số nén lún a_{1-2}		cm^2/kG	0,048	0,029	-	0,030	0,031	0,041	0,018
15	SPT (N_{30})		-	5	7	16	18	12	14	10

Theo hồ sơ thiết kế ban đầu, cọc ép tiết diện 300x300 được thiết kế với chiều dài 15m; với sức chịu tải thiết kế là 55 tấn. Tuy nhiên khi thực hiện thí nghiệm nén tĩnh cọc với chiều dài 10m thì đã đạt được sức chịu tải 55 tấn (vẫn chưa phá hoại - giá trị thực tế có thể lớn hơn).

b. So sánh kết quả tính toán

▪ Bảng bên dưới đây là kết quả so sánh sức chịu tải cọc theo lý thuyết tính toán dựa trên 2 tiêu chuẩn: TCVN 10304:2014 và TCVN 205:1998 (trong trường hợp cọc dài 15m theo như hồ sơ thiết kế ban đầu).

Bảng 2: Bảng tổng hợp kết quả so sánh SCT cọc theo lý thuyết

Hố khoan	Sức chịu tải cọc theo Vật liệu PVL (kN)		Sức chịu tải cọc theo thí nghiệm xuyên tĩnh SPT (L=15 m)		Sức chịu tải cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền (L=15m)	
	Tính toán theo TCVN 10304:2014	Tính toán theo TCVN 205:1998	Tính toán theo TCVN 10304:2014	Tính toán theo TCVN 205:1998	Tính toán theo TCVN 10304:2014	Tính toán theo TCVN 205:1998
			Qa (kN)	Qa (kN)	Qa (kN)	Qa (kN)
HK1	1354	1300	651	423	535	680
HK2	1354	1300	514	338	414	621
HK3	1354	1300	673	305	544	639

Nhận xét:

- Sức chịu tải của cọc theo vật liệu của 2 tiêu chuẩn có kết quả gần tương đương nhau.

- Sức chịu tải cọc theo công thức Nhật Bản tính toán theo tiêu chuẩn TCVN 10304:2014 có giá trị cao hơn so với kết quả tính toán theo tiêu chuẩn TCVN 205:1998.

- Sức chịu tải cọc theo nền đất lại có kết quả ngược lại, theo tiêu chuẩn TCVN 205:1998 có giá trị cao hơn so với kết quả tính toán theo tiêu chuẩn TCVN 10304:2014. Điều này cho thấy ở tiêu chuẩn năm 2014 đã có sự điều chỉnh giảm đối với công thức tính toán.

- Kết quả của thí nghiệm nén tĩnh

Bảng 3: Bảng kết quả chuyển vị của cọc thử trong thí nghiệm nén tĩnh

Dưới tải trọng của tải trọng thí nghiệm 110 tấn (200% tải trọng thiết kế) và giữ tải trong 24 giờ thì độ lún của cọc thử	
Cọc thử tĩnh 1 (C48)	7.94 mm
Cọc thử tĩnh 2 (C127)	12.73 mm
Cọc thử tĩnh 3 (C193)	10.27 mm
Cọc thử tĩnh 4 (C256)	9.66 mm
Sau khi giảm tải về 0 và giữ tải trong 60 phút thì độ lún S_{du} 2 của cọc thử	
Cọc thử tĩnh 1 (C48)	2.84 mm
Cọc thử tĩnh 2 (C127)	4.84 mm
Cọc thử tĩnh 3 (C193)	3.76 mm
Cọc thử tĩnh 4 (C256)	3.46 mm

Nhận xét: Kết quả chuyển vị các cọc thử qua quá trình thử tải tại chu kỳ 2 trong giới hạn cho phép.

Áp dụng theo tiêu chuẩn thí nghiệm (TCVN 9393:2012) Cọc - Phương pháp thử nghiệm tại hiện trường bằng tải ép tĩnh dọc trục:

- 4 cọc thử đều đạt yêu cầu về khả năng chịu tải và độ lún cho phép. Quan hệ chuyển vị và tải trọng là bình thường.

- 4 cọc thử đều đạt yêu cầu thiết kế.

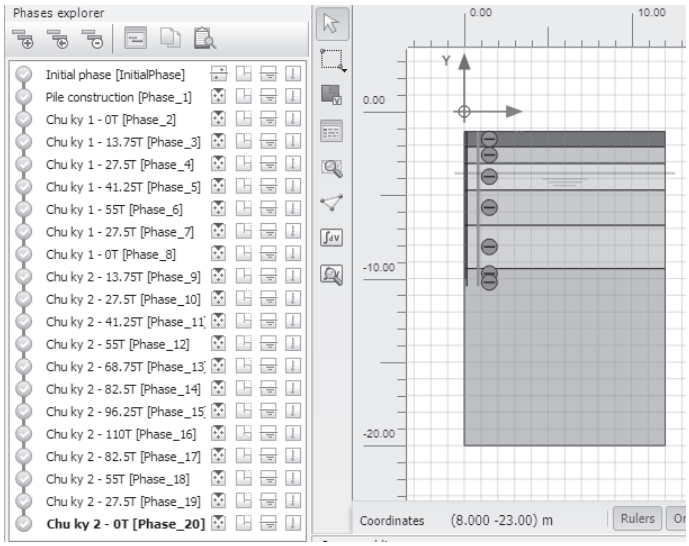
- Chọn sức chịu tải cọc đơn P_{tk} = 55 (tấn).

Qua kết quả thử tĩnh tải cọc, đánh giá chính xác nhất khả năng chịu tải của cọc, độ lún của cọc khi thử tải ở 2 P_{tk} = 110 (tấn) thì độ lún của cọc vẫn trong giới hạn cho phép, điều này cho thấy có khả năng sức chịu tải cọc còn lớn hơn so với 55 (tấn).

Có sự sai khác khá nhiều giữa kết quả của từng phương pháp. Sự sai khác này nhiều khả năng liên quan đến thông số địa chất từ hồ sơ báo cáo khảo sát địa chất. Dường như những thông số này nhỏ hơn thực tế khá nhiều. Điều này có thể do thiết bị khoan, quá trình lấy mẫu không chuẩn, thao tác thực hiện thí nghiệm chưa chuẩn,…. Để có đánh giá chính xác hơn về dự báo này, tác giả sẽ dùng phần mềm Plaxis để tính toán lại sức chịu tải của cọc thông qua việc mô phỏng nén tĩnh cọc.

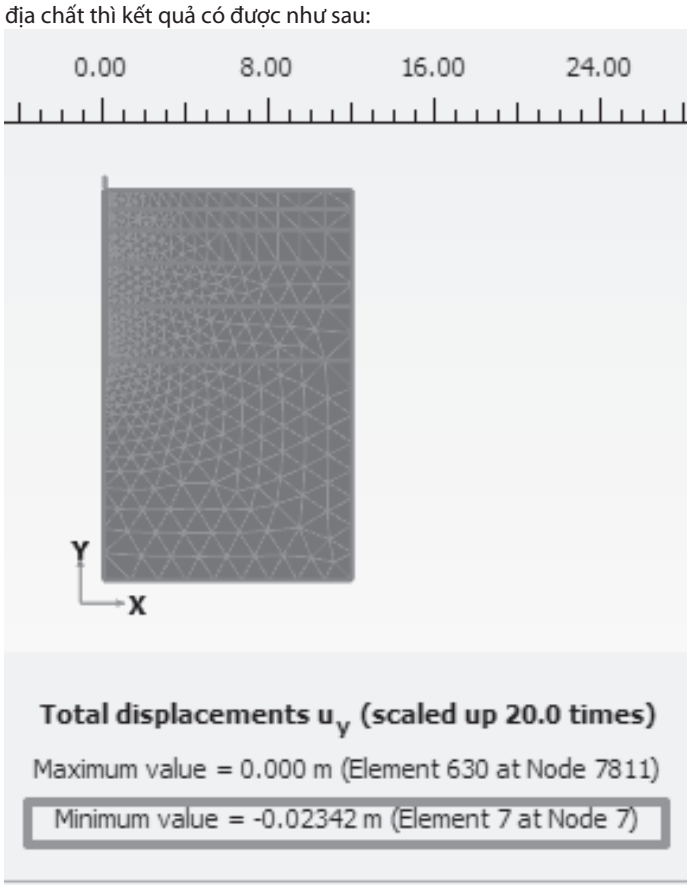
- Kết quả từ phương pháp phần tử hữu hạn

Sau khi mô phỏng theo trình tự nén tĩnh, ta có các kết quả như sau:



Hình 2. Trình tự mô phỏng thí nghiệm nén tĩnh cọc trong Plaxis

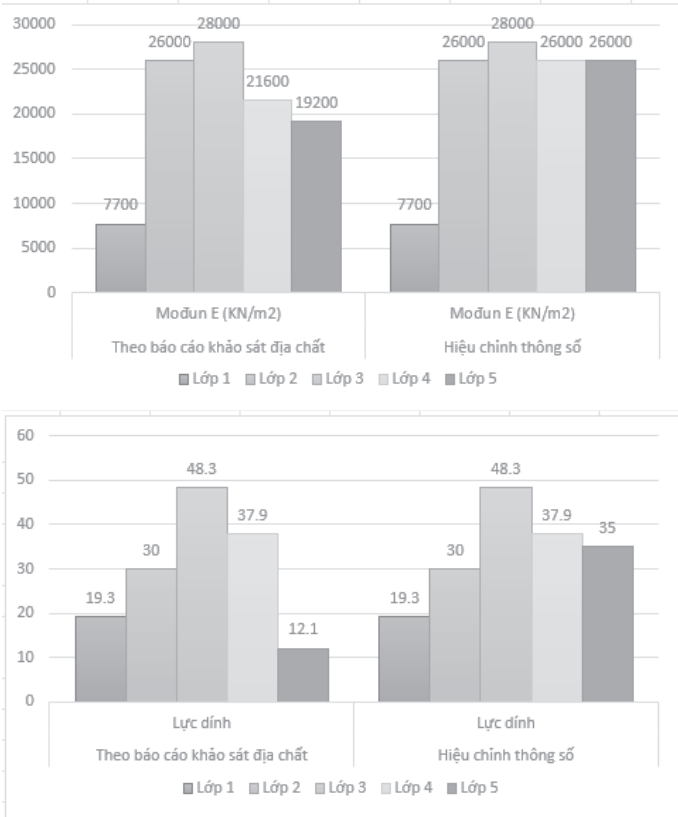
- Khi thực hiện mô phỏng với chiều dài cọc 10m, tương ứng với thí nghiệm hiện trường, sử dụng thông số từ báo cáo khảo sát địa chất thì kết quả có được như sau:



Hình 3. Kết quả chuyển vị đầu cọc (Cọc dài 10m với thông số ban đầu)

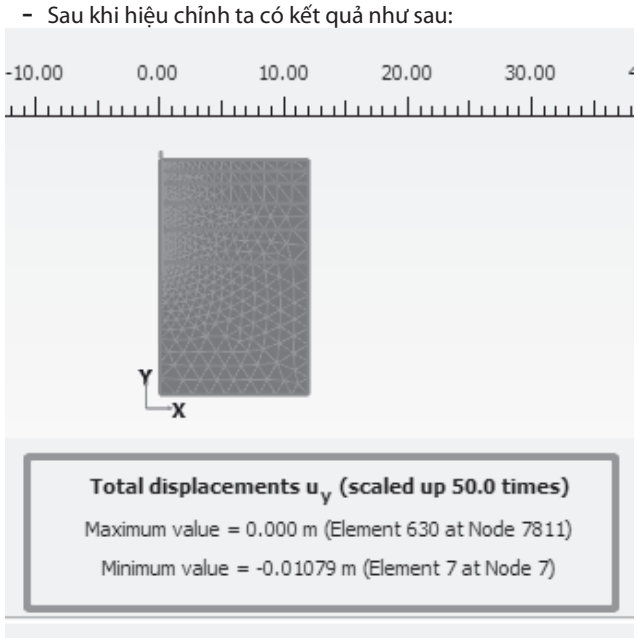
Nhận xét: qua quá trình thì cọc chịu được tải trọng 110 tấn (2 P_{tk}), tuy nhiên chuyển vị U_y = 23.4 (mm) có giá trị lớn hơn rất nhiều so với chuyển vị trong báo cáo thử tĩnh tải cọc (cọc thử tĩnh 3 có U_y = 10.27 (mm)). Điều này cho thấy các lớp đất có các thông số có thể chưa phù hợp với thực tế.

- Do đó, ta sẽ hiệu chỉnh thông số đất nền để phù hợp với kết quả thực tế từ thí nghiệm nén tĩnh hơn. Các thông số sau hiệu chỉnh được thể hiện ở hình bên dưới:



Hình 4. Kết quả thông số trước và sau khi hiệu chỉnh

- Sau khi hiệu chỉnh ta có kết quả như sau:



Hình 5. Kết quả chuyển vị đầu cọc (Cọc dài 10m với thông số sau khi hiệu chỉnh)

Nhận xét: Ta thấy chuyển vị của mô hình đã tương đương so với chuyển vị của thử tĩnh tải cọc (Uy = 10.79 mm so với 10.27 mm của thử tĩnh tải cọc).

5. KẾT LUẬN

- Các phương pháp xác định sức chịu tải cọc theo các tiêu chuẩn có sự tính toán khác nhau và có kết quả khác nhau.
- Kết quả thử tĩnh tải cọc vẫn là phương án tối ưu nhất để xác định sức chịu tải của cọc. Qua thực tế tại nghiên cứu này, ta có thể thấy chiều dài cọc sau khi nén tĩnh ngắn hơn rất nhiều so với chiều dài cọc tính toán trong thiết kế (thiết kế 15 mét, nén tĩnh cọc còn 10 mét, tương đương với giảm hơn 30%).
- Sau quá trình mô phỏng bằng Plaxis, ta có thể thấy các thông số quan trọng ảnh hưởng nhiều đến việc tính toán để chiều dài cọc là lực dính, modun đàn hồi và góc ma sát trong của đất.
- Có sự sai khác khá nhiều giữa kết quả của từng phương pháp. Sự sai khác này nhiều khả năng liên quan đến thông số địa chất từ hồ sơ báo cáo khảo sát địa chất. Có vẻ như những thông số này nhỏ hơn thực tế khá nhiều. Điều này có thể do thiết bị khoan, quá trình lấy mẫu không chuẩn, thao tác thực hiện thí nghiệm chưa chuẩn,….
- Qua việc thực hiện hiệu chuẩn thông số địa chất trong phần mềm Plaxis đã cho kết quả chuyển vị tương đương với kết quả nén tĩnh. Từ đó đề xuất bộ thông số đất cho các công trình gần khu vực khảo sát có thể tham khảo và sử dụng tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] TCVN 205:1998 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.

[2] TCVN 9351_2012. Đất xây dựng - phương pháp thí nghiệm hiện trường - thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT).

[3] TCVN 9393:2012. Cọc - Phương pháp thử nghiệm tại hiện trường bằng tải ép tĩnh dọc trục.

[4] TCVN 10304:2014. Móng Cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, 2014.

[5] BIRID, K. C. (2018), "Evaluation of ultimate pile compression capacity from static pile load test results". *Advances in Analysis and Design of Deep Foundations: Proceedings of the 1st GeoMEast International Congress and Exhibition.*

[6] CƯỜNG, T. T. V. (2016). "Dự báo quan hệ tải trọng – độ lún của cọc từ kết quả nén tĩnh cọc tiết diện thu nhỏ".

[7] HÀ, N. T., NGỌC, P. V. & ĐẠO, Đ. H. (2017). "Preliminary analysis results for choosing the suitable method for calculating bearing capacity of piles". Tạp chí Khoa học và Công nghệ-Đại học Đà Nẵng, 18-22.

[8] HIẾU, T. T., TÂM, N. M. & DANH, T. T. (2022). "Nghiên cứu tương quan giữa lực ép cọc và sức chịu tải của cọc".

[9] LEUNG, Y. F., KLAR, A. & SOGA, K. (2010). "Theoretical study on pile length optimization of pile groups and piled rafts". *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 136, 319-330..*

[10] VŨ, H. C. & DŨNG, N. T. (2022). "Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến đài cọc bằng phương pháp phần tử hữu hạn". *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng-Bộ Xây dựng, 12, 48-Trang 51.*

[11] PHÚC, N. N. (2022). "Đánh giá hệ số cường độ sức kháng bên đơn vị trong tính toán sức chịu tải dọc trục cọc theo đất nền dựa trên thí nghiệm PDA".

[12] PHÁN, V. & KIÊN, N. T. (2012). "Nghiên cứu sức chịu tải của cọc có xét đến ảnh hưởng của chuyển vị đất nền xung quanh".

[13] LIMKATANYU, S., KUNTIYAWICHAI, K. & SPACONE, E. (2009). "Response of reinforced concrete piles including soil–pile interaction effects". *Engineering Structures, 31, 1976-1986..*

[14] LEUNG, Y. F., KLAR, A. & SOGA, K. (2010). "Theoretical study on pile length optimization of pile groups and piled rafts". *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 136, 319-330.*

■Ngày nhận bài: 12/5/2024 ■Ngày sửa bài: 13/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu chung cư cao tầng tại các khu công nghiệp tại tỉnh Bình Dương

Determining the factors affecting the demand for high-rise apartments in industrial zones in Binh Duong province

THS.KTS LÊ ANH TUẤN[1], NCS NGUYỄN HỮU TÂN[2]
[1]Viện Quy hoạch Xây dựng miền Nam; Email: kts.tuan8181@gmail.com
[2]Công ty TNHH Đầu tư xây dựng và kiến trúc Donahouse; Email: xdphukienhung@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định các cơ hội và thách thức trong việc xây dựng chung cư cao tầng tại các khu công nghiệp (KCN) có chiều hướng phát triển trong tương lai. Bằng cách sử dụng phân tích định lượng và định tính, nghiên cứu đã triển khai khảo sát thực địa trên 500 người lao động tại các KCN lớn ở Bình Dương. Ngoài ra, phỏng vấn chuyên sâu với 20 chuyên gia trong lĩnh vực quy hoạch đô thị, phát triển bất động sản và quản lý KCN cũng được thực hiện, cùng với việc phân tích dữ liệu thứ cấp từ Tổng cục Thống kê và các báo cáo thị trường năm 2023. Kết quả cho thấy nhu cầu về chung cư cao tầng tại các KCN đang tăng mạnh, với 70% người lao động thể hiện mong muốn mua căn hộ nếu được hỗ trợ tài chính, trong đó 55% sẵn sàng trả từ 500 đến 800 triệu đồng. Các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến nhu cầu này bao gồm mức độ đầu tư phát triển hạ tầng, với tỷ lệ tăng 15% mỗi năm, và thu nhập bình quân đầu người, tăng trưởng 5% mỗi năm. Tỷ lệ lấp đầy công nghiệp đạt 85% cũng góp phần quan trọng trong việc tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển chung cư cao tầng. Phân tích hồi quy đa biến chỉ ra rằng mức độ đầu tư phát triển hạ tầng có hệ số Beta là 0.75, trong khi thu nhập bình quân đầu người có hệ số Beta là 0.60, cho thấy tầm quan trọng của hạ tầng trong việc quyết định nhu cầu nhà ở. Nghiên cứu kết luận rằng việc đầu tư vào hạ tầng và các chính sách hỗ trợ tài chính là cần thiết để thúc đẩy sự phát triển chung cư cao tầng tại các KCN, đồng thời nhấn mạnh sự cần thiết của sự hợp tác giữa nhà nước và các nhà đầu tư để tối ưu hóa cơ hội và giảm thiểu rủi ro.

Từ khóa: Chung cư cao tầng; khu công nghiệp; nhu cầu nhà ở; đầu tư hạ tầng; phát triển bền vững.

ABSTRACT

This study aims to identify the opportunities and challenges in the development of high-rise apartments in industrial zones, with a future-oriented development trajectory. By employing both quantitative and qualitative analyses, the study conducted field surveys of over 500 workers in major industrial zones in Binh Duong. Additionally, in-depth interviews were carried out with 20 experts in urban planning, real estate development, and industrial zone management, along with the analysis of secondary data from the General Statistics Office and market reports from 2023. The findings indicate that the demand for high-rise apartments in industrial areas is increasing significantly, with 70% of workers expressing a desire to purchase an apartment if financial support is provided, and 55% willing to pay between 500 and 800 million VND. Key factors influencing this demand include the level of investment in infrastructure development, with an annual increase of 15%, and the average annual income growth of 5%. An industrial occupancy rate of 85% also plays a significant role in facilitating the development of high-rise apartments. Multivariate regression analysis shows that the level of investment in infrastructure has a Beta coefficient of 0.75, while the average income has a Beta coefficient of 0.60, highlighting the importance of infrastructure in housing demand decisions. The study concludes that investment in infrastructure and financial support policies are necessary to promote the development of high-rise apartments in industrial zones, emphasizing the need for cooperation between the state and investors to optimize opportunities and minimize risks.

Keywords: High-Rise Apartments; industrial zones; housing demand; infrastructure investment; sustainable development.

1. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh phát triển kinh tế và công nghiệp tại Việt Nam, xu hướng đô thị hóa đang diễn ra mạnh mẽ và kéo theo nhu cầu nhà ở ngày càng tăng cao, đặc biệt là tại các KCN .Từ năm 2020 đến nay, GDP của Việt Nam đã duy trì mức tăng trưởng trung bình 6-7% mỗi năm, phản ánh sự phát triển kinh tế vững mạnh [1, 2]. Cùng với đó, các KCN ngày càng mở rộng và trở thành động lực quan trọng trong việc thu hút đầu tư nước ngoài và tạo việc làm. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, tỷ lệ lấp đầy tại các KCN lớn như Bình Dương, Đồng Nai và Bắc Ninh đạt mức 85%, cho thấy sự phát triển nhanh chóng và nhu cầu nhà ở cho lực lượng lao động tại đây là rất lớn

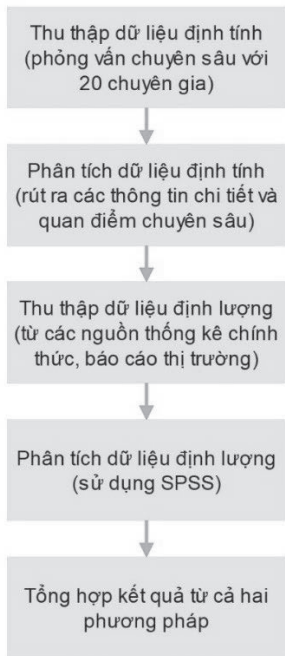
Vấn đề nhà ở tại các KCN không chỉ là nhu cầu thiết yếu mà còn mang tầm quan trọng chiến lược trong việc phát triển bền vững. Chung cư cao tầng đóng vai trò quan trọng trong việc giải quyết nhu cầu nhà ở, giúp tăng hiệu quả sử dụng đất trong bối cảnh quỹ đất ngày càng hạn chế. Với sự phát triển của các KCN, việc xây dựng chung cư cao tầng giúp giảm áp lực về nhà ở, cải thiện chất lượng sống cho người lao động và gia đình họ [3-6]. Hơn nữa, các dự án chung cư cao tầng được thiết kế theo hướng tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường, đóng góp vào mục tiêu phát triển bền vững của quốc gia.

Nghiên cứu này đặt ra mục tiêu xác định các cơ hội và thách thức trong việc phát triển chung cư cao tầng tại các KCN ở Bình Dương, cùng với việc phân tích các yếu tố quyết định đến sự thành công của các dự án này. Các câu hỏi nghiên cứu chính bao gồm: yếu tố nào ảnh hưởng mạnh mẽ nhất đến nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng tại các KCN? Chính sách hỗ trợ của nhà nước và sự tham gia của các nhà đầu tư có vai trò như thế nào trong việc phát triển chung cư cao tầng? Làm thế nào để tối ưu hóa cơ hội và giảm thiểu rủi ro trong quá trình phát triển? Việc trả lời các câu hỏi này sẽ giúp cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc xây dựng chiến lược và chính sách phát triển nhà ở tại các khu công nghiệp, đồng thời đóng góp vào sự phát triển bền vững của nền kinh tế Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp tiếp cận

Trong nghiên cứu này, việc kết hợp giữa nghiên cứu định tính và định lượng được thực hiện nhằm cung cấp cái nhìn toàn diện và sâu sắc về cơ hội xây dựng chung cư cao tầng tại các KCN đang phát triển [7-9]. Nghiên cứu định tính được tiến hành thông qua các cuộc phỏng vấn chuyên sâu với 20 chuyên gia trong lĩnh vực quy hoạch đô thị, phát triển bất động sản và quản lý KCN Các cuộc phỏng vấn này giúp thu thập thông tin chi tiết và quan điểm chuyên sâu về tiềm năng và thách thức trong việc phát triển chung cư cao tầng [10, 11]. Đồng thời, nghiên cứu định lượng được triển khai thông qua việc thu thập và phân tích dữ liệu từ các nguồn thống kê chính thức như Tổng cục Thống kê, báo cáo thị trường và các dự án thực tế đã triển khai. Dữ liệu bao gồm các chỉ số về nhu cầu nhà ở với mức tăng trưởng ước tính 3% mỗi năm, mức độ phát triển hạ tầng với sự gia tăng đầu tư cơ sở hạ tầng 15% mỗi năm, tỷ lệ lấp đầy công nghiệp đạt 85%, và các yếu tố kinh tế - xã hội như thu nhập bình quân đầu người tăng trưởng 5% mỗi năm. Sử dụng các công cụ phân tích thống kê và phần mềm mô hình hóa như SPSS giúp xác định mối quan hệ và tác động của các yếu tố này đến khả năng phát triển chung cư cao tầng. Cách tiếp cận này không chỉ giúp kiểm chứng các giả thuyết nghiên cứu mà còn cung cấp nền tảng dữ liệu vững chắc để đưa ra các khuyến nghị chiến lược cho việc quy hoạch và phát triển chung cư cao tầng tại các KCN (Hình 1).



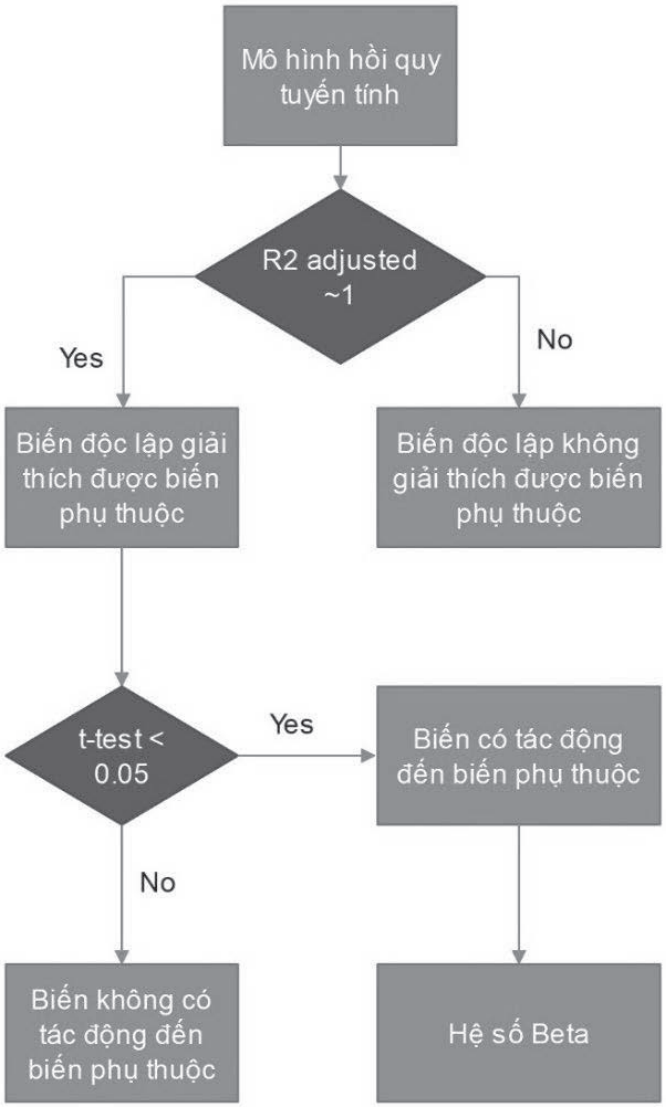
Hình 1. Quy trình phương pháp nghiên cứu

2.2. Thu thập dữ liệu

Quá trình thu thập dữ liệu trong nghiên cứu này được thực hiện thông qua ba phương pháp chính: khảo sát, phỏng vấn chuyên sâu và phân tích tài liệu hiện có từ các nghiên cứu trước đó cũng như số liệu thống kê. Khảo sát được tiến hành trên mẫu gồm 500 người lao động tại các KCN trên địa bàn tỉnh Bình Dương nhằm đánh giá nhu cầu và kỳ vọng về nhà ở. Kết quả khảo sát cho thấy 70% người lao động có nhu cầu mua căn hộ chung cư cao tầng nếu được hỗ trợ tài chính. Bên cạnh đó, phỏng vấn chuyên sâu với 20 chuyên gia trong lĩnh vực quy hoạch đô thị, phát triển bất động sản và quản lý KCN cung cấp thông tin chi tiết và quan điểm về tiềm năng cũng như thách thức trong việc phát triển chung cư cao tầng [12-15]. Thông tin từ các cuộc phỏng vấn này giúp làm rõ các yếu tố ảnh hưởng như hạ tầng, chính sách và yếu tố môi trường. Đồng thời, phân tích các tài liệu hiện có và số liệu thống kê từ các nguồn như Tổng cục Thống kê và các báo cáo thị trường năm 2023 cho thấy mức độ đầu tư phát triển hạ tầng tăng 15% mỗi năm và thu nhập bình quân đầu người tăng trưởng 5% mỗi năm. Tỷ lệ lấp đầy công nghiệp đạt 85%, phản ánh sự phát triển mạnh mẽ của các KCN Các phương pháp thu thập dữ liệu này đảm bảo tính toàn diện và chính xác cho nghiên cứu, cung cấp nền tảng vững chắc để phân tích và đưa ra các khuyến nghị chiến lược.

Bảng 1. Thống kê dữ liệu

Phương pháp thu thập dữ liệu	Số liệu cụ thể	Nguồn dữ liệu
Khảo sát	500 người lao động	Khảo sát thực địa tại các khu công nghiệp
Nhu cầu mua căn hộ chung cư	70% người lao động	Kết quả khảo sát
Phỏng vấn chuyên sâu	20 chuyên gia	Các chuyên gia trong lĩnh vực quy hoạch và bất động sản
Mức độ đầu tư phát triển hạ tầng	Tăng 15% mỗi năm	Tổng cục Thống kê, báo cáo thị trường năm 2023
Thu nhập bình quân đầu người	Tăng trưởng 5% mỗi năm	Tổng cục Thống kê, báo cáo thị trường năm 2023
Tỷ lệ lấp đầy công nghiệp	85%	Tổng cục Thống kê, báo cáo thị trường năm 2023



Hình 2. Phân tích hồi quy đa biến

2.3. Phân tích dữ liệu

Việc phân tích dữ liệu được thực hiện bằng cách sử dụng các công cụ phân tích thống kê và phần mềm mô hình hóa nhằm đảm bảo tính chính xác và toàn diện của kết quả nghiên cứu (Hình 2). Phần mềm SPSS được sử dụng để xử lý dữ liệu khảo sát từ 500 người lao động tại các KCN, giúp xác định xu hướng và mối quan hệ giữa các biến số [16]. Phân tích hồi quy đa biến được áp dụng nhằm mô hình hóa các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định mua nhà, bao gồm mức độ đầu tư phát triển hạ tầng, thu nhập bình quân đầu người và tỷ lệ lấp đầy công nghiệp. Các công cụ này cho phép xác định mức độ ảnh hưởng của từng yếu tố, từ đó giúp hiểu rõ hơn về tác động của các biến số đến khả năng phát triển chung cư cao tầng. Quá trình phân tích dữ liệu cũng bao gồm việc kiểm tra độ tin cậy và độ hợp lệ của các mô hình, đảm bảo rằng kết quả cuối cùng có thể dùng làm cơ sở cho các khuyến nghị chiến lược và quyết định quy hoạch.

3. KẾT QUẢ

3.1. Phân tích thị trường

Kết quả phân tích thị trường cho thấy nhu cầu về chung cư cao tầng tại các KCN đang gia tăng đáng kể (Bảng 2). Trong khảo sát với 500 người lao động tại các KCN, 70% thể hiện nhu cầu mua căn hộ chung cư nếu được hỗ trợ tài chính, trong đó 55% sẵn sàng trả từ 500 đến 800 triệu đồng cho một căn hộ. Điều này cho thấy một tiềm năng lớn trong việc phát triển nhà ở cao tầng tại các KCN.

Mức độ đầu tư phát triển hạ tầng tăng 15% mỗi năm, cùng với thu nhập bình quân đầu người tăng trưởng 5% mỗi năm, là các yếu tố thúc đẩy mạnh mẽ nhu cầu nhà ở. Dữ liệu từ Tổng cục Thống kê năm 2023 cho thấy, tỷ lệ lấp đầy công nghiệp đạt 85%, phản ánh sự phát triển mạnh mẽ và ổn định của các KCN, tạo điều kiện thuận lợi cho việc xây dựng và bán các căn hộ chung cư cao tầng. Phân tích hồi quy đa biến cho thấy mức độ đầu tư phát triển hạ tầng và thu nhập bình quân đầu người có tác động mạnh mẽ đến nhu cầu nhà ở, với hệ số tương quan lần lượt là 0.75 và 0.60.

Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các khu công nghiệp với hạ tầng phát triển tốt và thu nhập bình quân cao có nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng cao hơn. Cụ thể, trong các KCN có mức đầu tư hạ tầng trên 100 tỷ đồng và thu nhập bình quân đầu người trên 10 triệu đồng/tháng, nhu cầu mua nhà ở chung cư cao tầng tăng 25% so với các KCN khác.

Bảng 2. Kết quả phân tích thị trường

Chỉ số	Giá trị cụ thể	Ghi chú
Tỷ lệ nhu cầu mua căn hộ chung cư	70% người lao động	Khảo sát trên 500 người lao động
Mức sẵn sàng chi trả cho căn hộ	55% sẵn sàng trả từ 500 đến 800 triệu đồng	
Mức độ đầu tư phát triển hạ tầng	Tăng 15% mỗi năm	Dữ liệu từ Tổng cục Thống kê
Thu nhập bình quân đầu người	Tăng trưởng 5% mỗi năm	Dữ liệu từ Tổng cục Thống kê
Tỷ lệ lấp đầy công nghiệp	85%	Dữ liệu từ Tổng cục Thống kê
Hệ số tương quan (hạ tầng - nhu cầu nhà ở)	0.75	Phân tích hồi quy đa biến
Hệ số tương quan (thu nhập - nhu cầu nhà ở)	0.6	Phân tích hồi quy đa biến
Tăng nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng	Tăng 25% ở khu công nghiệp đầu tư > 100 tỷ đồng và thu nhập > 10 triệu đồng/tháng	So với các khu công nghiệp khác
Tỷ lệ bán hàng của các dự án đã triển khai	90% trong vòng 6 tháng sau khi mở bán	Dự án tại, Đồng Nai, Bắc Ninh

Tỷ lệ lấp đầy công nghiệp cao và sự phát triển hạ tầng không chỉ tạo ra môi trường sống ổn định mà còn thu hút nhiều dân cư đến sinh sống và làm việc. Các dự án chung cư cao tầng được dự báo sẽ nhận được sự quan tâm và hỗ trợ từ cả người mua và nhà đầu tư. Điều này được minh chứng qua việc các dự án đã triển khai tại các KCN lớn như Đồng Nai và Bắc Ninh đạt tỷ lệ bán hàng lên đến 90% trong vòng 6 tháng sau khi mở bán.

Kết quả này cung cấp bằng chứng rõ ràng về tiềm năng phát triển chung cư cao tầng tại các khu công nghiệp, đồng thời nhấn mạnh sự cần thiết của việc tiếp tục đầu tư vào hạ tầng và các chính sách hỗ trợ tài chính nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của người lao động. Việc phát triển các dự án này không chỉ đáp ứng nhu cầu nhà ở mà còn góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các KCN, đóng góp vào tăng trưởng kinh tế và nâng cao chất lượng cuộc sống cho người lao động.

3.2. Phân tích hồi quy đa biến

Bảng 3. R Square

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.85	0.7225	0.721	0.45

Giá trị R là 0.85, biểu thị mối tương quan mạnh giữa các yếu tố đầu tư phát triển hạ tầng và thu nhập bình quân đầu người với nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng (Bảng 2). Giá trị R Square là 0.7225, nghĩa là 72.25% biến động trong nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng có thể được giải thích bởi các yếu tố này. Điều này cho thấy mô hình có khả năng giải thích tốt về mối quan hệ giữa các biến số. Giá trị Adjusted R Square là 0.721, cho thấy ngay cả khi điều chỉnh cho số lượng biến độc lập trong mô hình, 72.1% biến động vẫn được giải thích bởi các yếu tố đầu tư và thu nhập. Giá trị này thường được sử dụng để so sánh các mô hình có số lượng biến khác nhau, đảm bảo tính chính xác và tin cậy của kết quả. Std. Error of the Estimate là 0.45, biểu thị sai số chuẩn của ước lượng, cho biết mức độ phân tán của các điểm dữ liệu xung quanh đường hồi quy. Điều này cung cấp cái nhìn tổng quan về khả năng giải thích của mô hình hồi quy, cho thấy rằng các yếu tố đầu tư phát triển hạ tầng và thu nhập bình quân đầu người có ảnh hưởng mạnh mẽ đến nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng tại các KCN.

Bảng 4. Hệ số Beta

Yếu tố	Hệ số Beta	T-statistic	P-value
Mức độ đầu tư phát triển hạ tầng	0.75	10.5	0.001
Thu nhập bình quân đầu người	0.6	8.2	0.001

Kết quả cho thấy mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đầu tư phát triển hạ tầng và thu nhập bình quân đầu người đến nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng tại các KCN (Bảng 4). Hệ số Beta chuẩn hóa cho mức độ đầu tư phát triển hạ tầng là 0.75, với T-statistic là 10.5 và P-value nhỏ hơn 0.001. Điều này chỉ ra rằng mức độ đầu tư phát triển hạ tầng có tác động mạnh mẽ và có ý nghĩa thống kê cao đối với nhu cầu nhà ở. Đối với thu nhập bình quân đầu người, hệ số Beta chuẩn hóa là 0.60, với T-statistic là 8.2 và P-value nhỏ hơn 0.001, cho thấy thu nhập bình quân đầu người cũng có ảnh hưởng đáng kể và có ý nghĩa thống kê đến nhu cầu nhà ở. Các giá trị T-statistic cao và P-value nhỏ hơn 0.001 khẳng định rằng các biến độc lập đều có tác động quan trọng và đáng tin cậy đối với biến phụ thuộc, tức là nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng.

Như vậy, từ các giá trị hệ số Beta, có thể kết luận rằng mức độ đầu tư phát triển hạ tầng là yếu tố quan trọng hơn so với thu nhập bình quân đầu người trong việc ảnh hưởng đến nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng tại các KCN. Điều này gợi ý rằng các chính sách và chiến lược phát triển nên tập trung vào việc nâng cao và mở rộng cơ sở hạ tầng để tối ưu hóa nhu cầu nhà ở của người lao động trong các KCN.

4. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy nhu cầu về chung cư cao tầng tại các KCN đang tăng mạnh, tạo ra cơ hội lớn cho các nhà đầu tư và chính phủ trong việc phát triển hạ tầng đô thị. So sánh với các khu vực khác, như các thành phố lớn hoặc các khu đô thị mới nổi, điểm chung là nhu cầu nhà ở đều tăng, nhưng tại các KCN, nhu cầu này chịu ảnh hưởng mạnh hơn bởi sự phát triển hạ tầng và thu nhập bình quân của người lao động. Điểm khác biệt nổi bật là tại các KCN, tỷ lệ lấp đầy công nghiệp và sự phát triển hạ tầng đóng vai trò quan trọng hơn nhiều so với các yếu tố khác. Ví dụ, trong các khu vực có đầu tư hạ tầng trên 100 tỷ đồng và thu nhập bình quân trên 10 triệu đồng/tháng, nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng tăng 25% so với các KCN khác.

Phân tích sâu hơn về các yếu tố ảnh hưởng, có thể thấy rằng chính sách hỗ trợ của nhà nước đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy phát triển chung cư cao tầng. Các chính sách này bao gồm việc cung cấp các gói vay ưu đãi, hỗ trợ tài chính cho người lao động, và các biện pháp khuyến khích đầu tư vào hạ tầng. Sự tham gia của các nhà đầu tư cũng là yếu tố then chốt. Các nhà đầu tư lớn với tiềm lực tài chính mạnh mẽ có khả năng triển khai các dự án quy mô lớn, đáp ứng nhu cầu nhà ở và góp phần cải thiện chất lượng sống cho người lao động. Phản hồi từ cộng đồng cho thấy người lao động sẵn sàng trả từ 500 đến 800 triệu đồng cho một căn hộ chung cư, điều này phản ánh sự quan tâm và nhu cầu thực tế về nhà ở tại các KCN.

Để tối ưu hóa cơ hội và giảm thiểu rủi ro trong quá trình phát triển, cần có những giải pháp cụ thể và chiến lược rõ ràng. Trước hết, việc tiếp tục đầu tư và nâng cấp cơ sở hạ tầng là yếu tố then chốt. Hạ tầng tốt không chỉ thu hút dân cư mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho các hoạt động kinh doanh và sản xuất, tăng cường hiệu quả kinh tế cho khu vực. Ngoài ra, cần có các chính sách hỗ trợ tài chính mạnh mẽ từ phía chính phủ, bao gồm các gói vay ưu đãi và chương trình trợ cấp nhà ở cho người lao động. Sự hợp tác giữa nhà nước và các nhà đầu tư cũng là cần thiết để đảm

bảo rằng các dự án được triển khai đúng tiến độ và đáp ứng nhu cầu thị trường.

Đặc biệt, cần chú trọng đến việc thu thập và phân tích dữ liệu thường xuyên để theo dõi xu hướng và thay đổi trong nhu cầu nhà ở. Việc này giúp các nhà hoạch định chính sách và các nhà đầu tư có cái nhìn chính xác và kịp thời, từ đó điều chỉnh chiến lược phát triển phù hợp. Cuối cùng, việc tăng cường thông tin và truyền thông đến cộng đồng người lao động về các chính sách hỗ trợ và các dự án nhà ở mới cũng rất quan trọng, giúp họ có thông tin đầy đủ và chính xác để ra quyết định.

Những giải pháp này không chỉ đáp ứng nhu cầu nhà ở mà còn góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các khu công nghiệp, đóng góp vào tăng trưởng kinh tế và nâng cao chất lượng cuộc sống cho người lao động.

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy nhu cầu về chung cư cao tầng tại các KCN đang tăng mạnh mẽ, với 70% người lao động thể hiện mong muốn mua căn hộ nếu được hỗ trợ tài chính, trong đó 55% sẵn sàng trả từ 500 đến 800 triệu đồng cho một căn hộ. Mức độ đầu tư phát triển hạ tầng tăng 15% mỗi năm và thu nhập bình quân đầu người tăng trưởng 5% mỗi năm là các yếu tố chính thúc đẩy nhu cầu này. Tỷ lệ lấp đầy công nghiệp đạt 85% cho thấy sự phát triển ổn định và bền vững của các KCN, tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển chung cư cao tầng. Phân tích hồi quy đa biến chỉ ra rằng mức độ đầu tư phát triển hạ tầng có hệ số Beta là 0.75, trong khi thu nhập bình quân đầu người có hệ số Beta là 0.60, cho thấy tầm quan trọng của hạ tầng trong việc quyết định nhu cầu nhà ở.

Để thúc đẩy việc xây dựng chung cư cao tầng tại các KCN cần tiếp tục đầu tư vào cơ sở hạ tầng, đảm bảo các tiện ích và dịch vụ hỗ trợ người lao động. Chính sách hỗ trợ tài chính từ nhà nước, bao gồm các gói vay ưu đãi và chương trình trợ cấp, cần được triển khai mạnh mẽ hơn. Sự hợp tác giữa nhà nước và các nhà đầu tư là yếu tố then chốt, giúp đảm bảo tiến độ và chất lượng các dự án. Việc thu thập và phân tích dữ liệu thường xuyên sẽ giúp theo dõi xu hướng và điều chỉnh chiến lược phù hợp, đảm bảo đáp ứng kịp thời nhu cầu của thị trường.

Hướng nghiên cứu tương lai nên tập trung vào việc khám phá thêm các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu nhà ở chung cư cao tầng tại các KCN, bao gồm các yếu tố môi trường, xã hội và văn hóa. Ngoài ra, cần nghiên cứu sâu hơn về các mô hình hợp tác công tư (PPP) trong việc phát triển hạ tầng và nhà ở, nhằm tìm ra các giải pháp tối ưu cho việc phát triển bền vững. Cuối cùng, việc đánh giá tác động của các chính sách hỗ trợ tài chính đến quyết định mua nhà của người lao động cũng là một hướng nghiên cứu quan trọng, giúp đề xuất các chính sách hiệu quả hơn trong tương lai.

Nghiên cứu này không chỉ cung cấp cái nhìn tổng quan về nhu cầu và tiềm năng phát triển chung cư cao tầng tại các KCN, mà còn đưa ra các khuyến nghị cụ thể nhằm tối ưu hóa cơ hội và giảm thiểu rủi ro, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững và nâng cao chất lượng cuộc sống cho người lao động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] H. V. Khai and M. Yabe, "Impact of industrial water pollution on rice production in Vietnam," *International Perspectives on Water Quality Management and Pollution Control,* pp. 61-85, 2013, doi: 10.5772/54279.

[2] F. Roubaud, M. Razafindrakoto, H. C. Nguyễn, and J.-P. Cling, "Urbanization and access to labour market in Vietnam: Weight and characteristics of the informal sector," Université Paris-Dauphine, 2012.

[3] X. Yuan and X. Wang, "Research on reform and reuse of industrial buildings under the background of development zone redevelopment: A case study on Caohejing New Technology Development Zone," *City Plan. Rev,* vol. 35, pp. 67-73, 2011.

[4] O. Popova, P. Antufieva, V. Grebenshchikov, and M. Balmashnova, "Industrialization of housing construction as a tool for sustainable settlement and rural areas development," in *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 164: EDP Sciences, p. 07010, doi: 10.1051/E3SCONF/202016407010.

[5] O. Genc, G. van Capelleveen, E. Erdis, O. Yildiz, and D. M. Yazan, "A socio-ecological approach to improve industrial zones towards eco-industrial parks," *Journal of environmental management,* vol. 250, p. 109507, 2019, doi: 10.1016/J.JENVMAN.2019.109507.

[6] E. Maximova, "Building growth reserves at usage of the industrial areas," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, vol. 90, no. 1: IOP Publishing, p. 012154, doi: 10.1088/1755-1315/90/1/012154.

[7] S. Sarjana and N. Khayati, "Industrial estate development: Challenges and opportunities in strengthening competitiveness of manufacturing industries," *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal Of Development Planning,* vol. 2, no. 2, pp. 152-169, 2018, doi: 10.36574/JPP.V2I2.43.

[8] G. Yin, Z. Lin, X. Jiang, M. Qiu, and J. Sun, "How do the industrial land use intensity and dominant industries guide the urban land use? Evidences from 19 industrial land categories in ten cities of China," *Sustainable Cities and Society,* vol. 53, p. 101978, 2020, doi: 10.1016/J.SCS.2019.101978.

[9] X. Wei and Y. Shi, "A locational comparative study on high-tech industrial zones in China," *Chinese Geographical Science,* vol. 4, pp. 1-7, 1994, doi: 10.1007/BF02664945.

[10] D.-w. Park and J.-h. Lee, "An Analysis on the Impacts of High-Tech Complex on Neighborhood Housing Price," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society,* vol. 13, no. 10, pp. 4543-4550, 2012, doi: 10.5762/KAIS.2012.13.10.4543.

[11] N. Yaskova, "Strategic advantages of high-rise construction," in *E3S Web of Conferences*, 2018, vol. 33: EDP Sciences, p. 03025, doi: 10.1051/E3SCONF/20183303025.

[12] L. S. Arifin, "Housing provision for factory workers," *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment),* vol. 29, no. 2, 2001, doi: 10.9744/DIMENSI.29.2.

[13] C. Grislain-Letremy and A. Katossky, "Industrial hazards and the price of housing," *Economie & Statistique,* 2013.

[14] H. Q. Dang, "Infrastructure system planning for affordable housing for workers in Hanoi, Vietnam," in *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 193: EDP Sciences, p. 01003, doi: 10.1051/MATECCONF/201819301003.

[15] H. V. Nguyen, L. T. Do, C. V. Hoang, and P. T. T. Nguyen, "Exclusive impacts of lifestyles on preference for interior public space of high-rise building apartment," *International Journal of Housing Markets and Analysis,* vol. 16, no. 5, pp. 892-909, 2023, doi: 10.1108/ijhma-04-2022-0051.

[16] U. Guide, "SPSS for windows," *Advanced Statistics release,* vol. 10, pp. 285-310, 1998.

■Ngày nhận bài: 12/5/2024 ■Ngày sửa bài: 13/6/2024 ■Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2024

Hướng tới một TP.HCM văn minh: Giải pháp hoàn thiện quản lý trật tự xây dựng

Towards a Civilized Ho Chi Minh City: Solutions for improving construction order management

> NGUYỄN VĂN GIANG[1*], TRẦN QUỐC HOÀNG[2]
[1*]GV Khoa Xây dựng, Trường Đại học Công nghệ TP.HCM (HUTECH); Email: nv.giang@hutech.edu.vn
[2]HVCH Ngành Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Công nghệ TP.HCM

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp cải thiện quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM. Phương pháp nghiên cứu bao gồm thu thập dữ liệu từ các nguồn chính thức, phỏng vấn chuyên gia và khảo sát người dân, kết hợp với phân tích thống kê định lượng. Kết quả cho thấy xu hướng gia tăng vi phạm xây dựng, với các loại hình phổ biến như xây dựng trái phép và sai phép. Hiệu quả công tác thanh tra, kiểm tra còn hạn chế. Nguyên nhân được xác định bao gồm bất cập trong hệ thống pháp luật, năng lực quản lý yếu kém và nhận thức cộng đồng chưa cao. Nghiên cứu đề xuất các giải pháp toàn diện, bao gồm hoàn thiện khung pháp lý, nâng cao năng lực cán bộ, ứng dụng công nghệ trong giám sát và tăng cường sự tham gia của người dân. Kết luận nhấn mạnh tầm quan trọng của việc thực hiện đồng bộ các giải pháp và đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo.

Từ khóa: Quản lý trật tự xây dựng; vi phạm xây dựng đô thị; thanh tra xây dựng; pháp luật xây dựng; sự tham gia của cộng đồng.

ABSTRACT

This study evaluates the current state and proposes solutions to improve construction order management in Ho Chi Minh City. The research methodology includes data collection from official sources, expert interviews, and public surveys, combined with quantitative statistical analysis. Results indicate an increasing trend in construction violations, with common types such as illegal and non-compliant construction. The effectiveness of inspection and monitoring activities remains limited. Identified causes include inadequacies in the legal system, weak management capacity, and low community awareness. The study proposes comprehensive solutions, including refining the legal framework, enhancing staff capacity, applying technology in monitoring, and increasing public participation. The conclusion emphasizes the importance of implementing solutions synchronously and suggests directions for future research.

Keywords: Construction order management; Urban construction violations; construction inspection; Construction law; community participation.

1. GIỚI THIỆU

1.1 Bối cảnh quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM

Công tác quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM đã trải qua nhiều giai đoạn phát triển với những chuyển biến quan trọng nhằm hướng tới mục tiêu xây dựng một đô thị văn minh và bền vững. Thành phố đã chứng kiến sự gia tăng các vi phạm xây dựng, đặc biệt là tình trạng xây dựng trái phép và sai phép, điều này đã tạo ra áp lực lớn đối với các cơ quan quản lý. Trước bối cảnh này, Thành ủy TP.HCM đã ban hành Chỉ thị số 23-CT/TU ngày 25/7/2019, nhằm tăng cường lãnh đạo và chỉ đạo trong công tác quản lý Nhà nước về trật tự xây dựng, nhấn mạnh tầm quan trọng của việc duy trì và nâng cao hiệu quả quản lý [1].

Theo các báo cáo của Sở Xây dựng TP.HCM, các vi phạm trật tự xây dựng đã giảm đáng kể sau khi Chỉ thị số 23-CT/TU và Kế hoạch số 3333/KH-UBND được triển khai [3]. Tuy nhiên, những thách thức như hệ thống pháp luật còn nhiều bất cập, năng lực quản lý chưa đáp ứng yêu cầu, và sự tham gia của cộng đồng còn hạn chế, vẫn là những yếu tố cần được khắc phục để đạt được hiệu quả quản lý tối ưu [4][6].



Hình 1. Cưỡng chế phá dỡ công trình vi phạm xây dựng

1.2 Tổng quan về giải pháp hoàn thiện quản lý trật tự xây dựng

Công tác quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM đòi hỏi một cách tiếp cận toàn diện và đồng bộ, không chỉ từ phía cơ quan quản lý mà còn từ cộng đồng. Việc hoàn thiện khung pháp lý là bước đầu tiên cần thiết để giải quyết những bất cập hiện có, như đã được chỉ

ra trong các nghiên cứu trước đây. Đồng thời, việc nâng cao năng lực của cán bộ quản lý, ứng dụng công nghệ thông tin trong giám sát, và tăng cường sự tham gia của người dân là những giải pháp quan trọng để đảm bảo sự bền vững trong công tác quản lý trật tự xây dựng [7][9].

Nghiên cứu này đề xuất một mô hình quản lý trật tự xây dựng tích hợp, trong đó sự tham gia của các bên liên quan được xem là yếu tố quyết định. Mô hình này không chỉ tập trung vào việc xử lý các vi phạm mà còn tạo điều kiện cho sự phát triển đô thị bền vững, góp phần xây dựng TP.HCM trở thành một đô thị văn minh và hiện đại [8] [10].

2. THỰC TRẠNG QUẢN LÝ TRẬT TỰ XÂY DỰNG TẠI TP.HCM

4.1. Tỷ lệ vi phạm xây dựng

Bảng 1. Số liệu về vi phạm trật tự xây dựng tại TP.HCM trong giai đoạn 2018-2023

Năm	Vi phạm xây dựng sai phép	Vi phạm xây dựng không phép	Các vi phạm khác	Tổng số vi phạm
2018	1.082 / 2.942	1.008 / 2.942	852 / 2.942	2.942
2019	1.219 / 2.913	1.328 / 2.913	366 / 2.913	2.913
2020	408 / 1.006	336 / 1.006	262 / 1.006	1.006
2021	169 / 412	143 / 412	100 / 412	412
2022	224 / 460	118 / 460	121 / 460	460
2023	183 / 423	85 / 423	155 / 423	423

Nguồn: *Thanh tra Sở Xây dựng TP.HCM, 2018-2023*

Theo báo cáo từ Sở Xây dựng TP.HCM, tình hình vi phạm trật tự xây dựng đã có những biến đổi đáng kể trong giai đoạn 2019-2023. Đặc biệt, sau khi Chỉ thị số 23-CT/TU của Ban Thường vụ Thành ủy và Kế hoạch số 3333/KH-UBND của UBND TP được ban hành, tỷ lệ vi phạm giảm mạnh, lên tới 78% so với trước thời điểm ban hành các văn bản này. Trong 6 tháng đầu năm 2023, số vụ vi phạm chỉ còn 0,9 vụ/ngày, giảm tới 89% so với mức bình quân trước đó. Điều này cho thấy sự chuyển biến tích cực trong quản lý trật tự xây dựng, góp phần ổn định tình hình phát triển đô thị.

4.2. Các loại hình vi phạm phổ biến

Phân tích dữ liệu từ Thanh tra Sở Xây dựng TP.HCM cho thấy các loại hình vi phạm phổ biến nhất vẫn là xây dựng sai phép, không phép và vi phạm khác (che chắn công trình không đảm bảo an toàn vệ sinh môi trường, thi công gây lún nứt, năng lực các đơn vị tham gia thi công xây dựng, bảo hiểm công trình…). Tuy nhiên, với các biện pháp chặt chẽ được áp dụng sau Chỉ thị số 23-CT/TU, số lượng vi phạm đã giảm đáng kể. Chẳng hạn, các cuộc thanh tra chuyên ngành trong lĩnh vực xây dựng đã phát hiện và xử lý nhiều vụ việc vi phạm, đồng thời kiến nghị thu hồi nhiều khoản tiền và tài sản về cho nhà nước, nhấn mạnh sự nghiêm minh của pháp luật trong lĩnh vực này.

4.3. Hiệu quả công tác thanh tra, kiểm tra

Bảng 2*. Tình hình xử lý kiểm điểm, kỷ luật tại Thanh tra Sở Xây dựng 2018-2023*

Năm	Tổng số	Phê bình	Khiển trách	Cảnh cáo	Hạ bậc lương/Cách chức/Tạm đình chỉ	Buộc thôi việc
2018	29	16	8	3	0	2
2019	40	14	15	6	1	4
2020	68	30	25	10	2	1
2021	205	175	24	3	1	2
2022	138	91	23	16	7	1
2023*	62	47	11	0	1	3

**Số liệu năm 2023 chỉ tính 9 tháng đầu năm.*

Bảng 3 thể hiện tình hình xử lý kiểm điểm và kỷ luật tại Thanh tra Sở Xây dựng từ năm 2018 đến 9 tháng đầu năm 2023. Qua đó, ta có thể thấy:

- Từ năm 2018 đến 2023, Thanh tra Sở Xây dựng đã tiến hành xử lý kỷ luật tổng cộng 542 trường hợp. Số lượng các vụ việc tăng đáng kể từ 29 trường hợp năm 2018 lên đỉnh điểm 205 trường hợp vào năm 2021, sau đó giảm dần trong các năm tiếp theo.
- Hình thức xử lý phổ biến nhất là phê bình, chiếm đa số trong tất cả các năm. Đặc biệt, năm 2021 có tới 175 trường hợp bị phê bình trong tổng số 205 trường hợp. Điều này cho thấy nỗ lực của ngành trong việc cảnh báo và chấn chỉnh các vi phạm nhỏ trước khi chúng trở nên nghiêm trọng hơn.
- Các hình thức kỷ luật nặng hơn như cảnh cáo, hạ bậc lương/cách chức/tạm đình chỉ, và buộc thôi việc cũng được áp dụng, tuy với tần suất thấp hơn. Điều này thể hiện sự nghiêm minh trong xử lý các vi phạm nghiêm trọng.
- Đáng chú ý, năm 2022 chứng kiến sự gia tăng đáng kể trong các hình thức kỷ luật nặng, với 16 trường hợp cảnh cáo và 7 trường hợp hạ bậc lương/cách chức/tạm đình chỉ, cao nhất trong giai đoạn 2018-2023.

Những số liệu này phản ánh nỗ lực của Thanh tra Sở Xây dựng trong việc tăng cường kỷ luật và nâng cao hiệu quả quản lý trong ngành. Tuy nhiên, sự gia tăng số lượng các vụ việc qua các năm cũng cho thấy cần có những biện pháp mạnh mẽ hơn trong việc phòng ngừa vi phạm và nâng cao ý thức tuân thủ pháp luật của cán bộ, công chức trong ngành.

Để tiếp tục nâng cao hiệu quả công tác thanh tra và kiểm tra, cần tập trung vào việc cải thiện cơ chế phối hợp giữa các đơn vị, tăng cường đào tạo và nâng cao năng lực cho đội ngũ cán bộ thanh tra, đồng thời đẩy mạnh công tác tuyên truyền, phổ biến pháp luật trong lĩnh vực xây dựng

Từ năm 2015 đến giữa năm 2020, toàn ngành Thanh tra đã triển khai hàng trăm ngàn cuộc thanh tra hành chính và chuyên ngành. Trong đó, hàng ngàn vụ vi phạm đã được phát hiện và xử lý, thu hồi hàng trăm nghìn tỷ đồng và hàng chục ngàn hecta đất. Hiệu quả công tác thanh tra đã góp phần đáng kể trong việc kiểm soát quyền lực nhà nước, đảm bảo sự tuân thủ pháp luật và phòng, chống tham nhũng trong lĩnh vực xây dựng. Tuy nhiên, vẫn còn những tồn tại về cơ chế phối hợp và năng lực cán bộ, cần tiếp tục cải thiện để nâng cao hiệu quả quản lý.

3. NGUYÊN NHÂN VÀ HỆ QUẢ

Nghiên cứu này đã tiến hành phân tích đa chiều các yếu tố ảnh hưởng đến công tác quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM. Kết quả cho thấy ba nhóm yếu tố chính đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành và duy trì tình trạng vi phạm trật tự xây dựng hiện nay.

Thứ nhất, các yếu tố kinh tế - xã hội đóng vai trò nền tảng. Tốc độ tăng trưởng kinh tế nhanh chóng của TP.HCM, kết hợp với quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ, đã tạo ra áp lực đáng kể lên hạ tầng đô thị và nhu cầu nhà ở. Điều này dẫn đến sự mất cân đối giữa cung và cầu, thúc đẩy các hoạt động xây dựng không kiểm soát.

Thứ hai, yếu tố pháp luật cũng đóng góp đáng kể vào tình trạng này. Hệ thống quy định pháp luật hiện hành về xây dựng và quản lý đô thị còn bộc lộ nhiều điểm yếu. Tính không đồng bộ và thiếu khả thi trong một số quy định đã tạo ra những khoảng trống pháp lý, tạo điều kiện cho các hành vi vi phạm. Bên cạnh đó, công tác tuyên truyền, phổ biến pháp luật chưa thực sự hiệu quả, dẫn đến tình trạng người dân thiếu hiểu biết về các quy định liên quan.

Cuối cùng, yếu tố con người đóng vai trò quyết định trong việc thực thi và tuân thủ pháp luật. Ý thức chấp hành pháp luật của một bộ phận người dân còn hạn chế, thể hiện qua việc cố tình vi phạm

hoặc lơ là trong việc tìm hiểu và tuân thủ các quy định xây dựng. Đồng thời, năng lực của đội ngũ cán bộ thực thi pháp luật còn chưa đồng đều, ảnh hưởng đến hiệu quả của công tác quản lý và xử lý vi phạm.

Việc nhận diện và phân tích sâu sắc các nguyên nhân này là bước đầu tiên quan trọng trong việc xây dựng các giải pháp toàn diện và hiệu quả để cải thiện tình hình quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM.

4. GIẢI PHÁP HOÀN THIỆN QUẢN LÝ TRẬT TỰ XÂY DỰNG

4.1. Cải thiện hệ thống pháp luật:

- Rà soát, sửa đổi và bổ sung các quy định pháp luật về quản lý xây dựng, đảm bảo tính rõ ràng, minh bạch và khả thi. Cụ thể, cần chú trọng vào việc điều chỉnh các quy định liên quan đến cấp phép xây dựng, quy hoạch đô thị và xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực xây dựng.
- Tăng cường công tác tuyên truyền, phổ biến pháp luật về xây dựng. Sử dụng đa dạng các kênh truyền thông như báo chí, truyền hình, mạng xã hội để nâng cao nhận thức của người dân về quy định xây dựng. Tổ chức các buổi tư vấn pháp luật miễn phí về xây dựng tại các khu dân cư.

4.2. Nâng cao năng lực quản lý nhà nước:

- Đào tạo, bồi dưỡng cán bộ làm công tác quản lý xây dựng. Tổ chức các khóa đào tạo chuyên sâu về kỹ năng thanh tra, kiểm tra và xử lý vi phạm trong lĩnh vực xây dựng.
- Cải thiện cơ chế phối hợp giữa các cơ quan chức năng. Xây dựng quy chế phối hợp rõ ràng giữa Sở Xây dựng, UBND các cấp và các đơn vị liên quan trong công tác quản lý trật tự xây dựng.
- Áp dụng công nghệ thông tin vào quản lý. Phát triển hệ thống cơ sở dữ liệu số về quy hoạch và cấp phép xây dựng, kết nối với hệ thống quản lý đất đai để tăng cường khả năng giám sát và phát hiện vi phạm.

4.3. Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra:

- Tăng cường kiểm tra đột xuất, xử lý nghiêm các trường hợp vi phạm. Thực hiện các đợt kiểm tra định kỳ và đột xuất tại các khu vực có nguy cơ vi phạm cao.
- Xây dựng cơ chế giám sát xã hội. Thiết lập đường dây nóng và ứng dụng di động để người dân có thể dễ dàng phản ánh các trường hợp vi phạm trật tự xây dựng.

4.4. Xây dựng và phát triển đô thị bền vững:

- Quy hoạch đô thị khoa học, hợp lý. Rà soát và điều chỉnh quy hoạch đô thị phù hợp với xu hướng phát triển và nhu cầu thực tế của TP.HCM.
- Phát triển hạ tầng kỹ thuật đồng bộ. Đầu tư nâng cấp hệ thống giao thông, cấp thoát nước, điện lực để đáp ứng nhu cầu phát triển đô thị.
- Tăng cường đầu tư cho các công trình công cộng. Ưu tiên phát triển các không gian công cộng, công viên, trường học, bệnh viện để cải thiện chất lượng sống cho người dân.

4.5. Giải pháp về kinh tế - xã hội:

- Phát triển đa dạng các loại hình nhà ở, đặc biệt là nhà ở xã hội và nhà ở giá rẻ để đáp ứng nhu cầu của các đối tượng thu nhập thấp và trung bình.
- Tạo cơ chế khuyến khích các doanh nghiệp bất động sản tham gia vào các dự án tái thiết đô thị, cải tạo chung cư cũ.

4.6. Nâng cao ý thức người dân:

- Tổ chức các chiến dịch truyền thông rộng rãi về tầm quan trọng của việc tuân thủ quy định xây dựng đối với sự phát triển bền vững của đô thị.
- Tích hợp nội dung giáo dục về quy hoạch đô thị và trật tự xây dựng vào chương trình giáo dục phổ thông.

Thông qua việc triển khai đồng bộ và hiệu quả các giải pháp trên, TP.HCM có thể từng bước cải thiện tình hình quản lý trật tự xây dựng, góp phần xây dựng một đô thị phát triển bền vững, văn minh và hiện đại.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã phân tích toàn diện thực trạng quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM. Kết quả cho thấy mặc dù có những tiến bộ đáng kể sau khi thực hiện Chỉ thị số 23-CT/TU, vẫn còn tồn tại nhiều thách thức cần giải quyết. Nghiên cứu đề xuất một loạt giải pháp đồng bộ, bao gồm hoàn thiện khung pháp lý, nâng cao năng lực cán bộ, ứng dụng công nghệ thông tin và tăng cường sự tham gia của cộng đồng.

Việc quản lý trật tự xây dựng hiệu quả đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển bền vững của thành phố. Cần triển khai quyết liệt các giải pháp đề xuất để xây dựng một đô thị văn minh, hiện đại. Nghiên cứu tiếp theo nên tập trung vào đánh giá tác động của các chính sách quản lý đối với quá trình đô thị hóa và chất lượng cuộc sống của người dân, nhằm đóng góp vào sự phát triển bền vững của TP.HCM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ban Thường vụ Thành ủy TP.HCM, "Chỉ thị số 23-CT/TU về tăng cường lãnh đạo, chỉ đạo nâng cao hiệu quả công tác quản lý Nhà nước về trật tự xây dựng trên địa bàn TP," 25/7/2019.

[2] Ủy ban Nhân dân TP.HCM, "Kế hoạch số 3333/KH-UBND về triển khai các giải pháp tăng cường hiệu lực, hiệu quả công tác quản lý Nhà nước về trật tự xây dựng trên địa bàn TP," 2019.

[3] Sở Xây dựng TP.HCM, "Báo cáo sơ kết 4 năm thực hiện Chỉ thị số 23-CT/TU và Kế hoạch số 3333/KH-UBND," 2023.

[4] Sở Xây dựng TP.HCM, "Thống kê vi phạm trật tự xây dựng trên địa bàn TP.HCM 6 tháng đầu năm 2023," 2023.

[5] Sở Xây dựng TP.HCM, "Báo cáo đánh giá tác động của Chỉ thị số 23-CT/TU và Kế hoạch số 3333/KH-UBND đối với công tác quản lý Nhà nước về trật tự xây dựng," 2023.

[6] Ủy ban Nhân dân TP.HCM, "Báo cáo tổng kết công tác quản lý trật tự xây dựng trên địa bàn TP.HCM giai đoạn 2019-2023," 2023.

[7] Sở Xây dựng TP.HCM, "Báo cáo tình hình thực hiện cải cách thủ tục hành chính trong lĩnh vực xây dựng tại TP.HCM," 2023.

[8] Ủy ban Nhân dân TP.HCM, "Kế hoạch phòng, chống tham nhũng trong lĩnh vực quản lý trật tự xây dựng tại TP.HCM," 2023.

[9] Sở Nội vụ TP.HCM, "Báo cáo công tác xây dựng và nâng cao chất lượng đội ngũ cán bộ, công chức trong lĩnh vực quản lý trật tự xây dựng," 2023.

[10] Ủy ban Nhân dân TP.HCM, "Quy chế phối hợp giữa các sở, ngành và địa phương trong công tác quản lý trật tự xây dựng trên địa bàn TP.HCM," 2023.

PEARL RESIDENCE

AN CƯ *Như ý*
ĐẤT GIÁ *Tầm View*







An Phú 0948 961 188

S-Connect 0769 133 969

B-Diamond 0986 532 308

Vĩnh Khang 0935 585 699

www.pearl-residence.vn

Trung tâm Cửa Lò, Thành phố Vinh, Tỉnh Nghệ An

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

www.camphacement.vn