

TẠP CHÍ KHOA HỌC

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

Science Journal
of Architecture & Construction

KIẾN TRÚC & XÂY DỰNG

SỐ
56
THÁNG 10/2024
ISSN 1859-350X

Tổng Biên tập

PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật

Hội đồng Khoa học

PGS.TS.KTS. Lê Quân

Chủ tịch

PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật

GS.TS. Kohata Yukihiro

GS.TS. Dominique Laffly

GS.TS. Nguyễn Việt Anh

PGS.TS.KTS. Nguyễn Tuấn Anh

TS.KTS. Ngô Thị Kim Dung

PGS.TS. Lê Anh Dũng

PGS.TS. Vũ Hoàng Hiệp

ThS.KTS. Eytan Fichman

TS. Lê Thị Minh Phương

Thường trực Hội đồng

Biên tập và Trị sự

TS. Nguyễn Công Giang

Trưởng Ban Biên tập

Vũ Anh Tuấn

Trưởng Ban Trị sự

Trình bày - Chế bản

Vũ Anh Tuấn

Thiết kế bìa

Chu Thị Kim Ngân

Ảnh bìa

Công trình: Porto Slaughterhouse.

Tác giả: KTS. Kengo Kuma & OODA

Tòa soạn

Phòng Khoa học Công nghệ

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Km10, đường Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân,

Hà Nội ĐT: 024 3854 2521

Email: tapchikhoahoc-ktxd@hau.edu.vn

Giấy phép xuất bản số 268/GP-BTTTT ngày 27.5.2022

của Bộ Thông tin và Truyền thông

Thiết kế mỹ thuật và chế bản

tại Phòng Khoa học Công nghệ,

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

In tại INVESCO., JSC Nộp lưu chiểu: 06.2024

MỤC LỤC

Số 56/2024

Tạp chí Khoa học Kiến trúc & Xây dựng

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

- 4 Ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường (EGD) trong nội thất văn phòng hiện đại
Thiều Minh Tuấn, Nguyễn Thị Ngọc
- 9 Đánh giá đặc tính của khảm xà cừ truyền thống ứng dụng trong trang trí đồ gỗ nội thất hiện đại
Lương Minh Thu
- 16 Mô phỏng môi trường gió ngoài trời tại chung cư HH Linh Đàm, quận Hoàng Mai, TP Hà Nội
Nguyễn Văn Hiệu
- 22 Một công thức dựa trên mạng nơ ron nhân tạo dự báo khả năng chống chọc thủng sàn bê tông cốt thép hai phương bị ăn mòn
Lê Thế Anh, Vũ Hoàng Hiệp và Đặng Vũ Hiệp
- 26 Công thức xác định ứng suất tối hạn cục bộ của thép hộp chữ nhật chịu uốn đều
Chiêm Đặng Tứ Quốc, Bùi Hùng Cường
- 32 Bê tông asphalt tự phục hồi - tình hình nghiên cứu và triển vọng phát triển
Đỗ Trọng Toàn
- 37 Áp dụng quy trình kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành, khai thác sử dụng
Phạm Minh Hà, Nguyễn Văn Hùng
- 41 Phương pháp đơn giản hóa tính toán nhiệt độ tối hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với cấu kiện kết cấu thép
Nguyễn Hồng Sơn, Võ Thanh Lương
- 44 Phân tích ứng xử uốn phi cục bộ tấm nano FGMP có vi bọt rỗng với các điều kiện biên khác nhau
Nguyễn Văn Long, Trần Minh Tú, Đặng Xuân Trung
- 49 Ảnh hưởng nhiệt độ-độ ẩm đến ứng xử tĩnh của tấm FGM có vi bọt rỗng
Phạm Thanh Tùng, Trần Minh Tú, Nguyễn Hoàng Nam
- 54 Ảnh hưởng của silica fume đến tính chất của xi măng hướng tới ứng dụng thi công giếng khoan dầu
Lưu Thị Hồng, Nguyễn Duy Hiếu, Phạm Thanh Mai
- 59 Đánh giá an toàn kết cấu công trình hiện hữu trong quá trình khai thác, sử dụng
Phạm Minh Hà, Phạm Phú Tình
- 64 Tiềm năng ứng dụng bản sao kỹ thuật số - Digital Twin trong thi công xây dựng nhà nhiều tầng tại Việt Nam
Ngô Quang Tuấn, Nguyễn Ngọc Phương, Đào Minh Hiếu
- 68 Quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật thành phố Đà Lạt đáp ứng yêu cầu phát triển đô thị xanh
Vũ Hoàng Điệp, Đinh Thị Thu Hoàn
- 74 Ứng dụng giải pháp thiên nhiên nhằm giảm thiểu ngập úng và sạt lở tại các đô thị Trung du, miền núi phía Bắc
Chu Văn Hoàng
- 81 Một số đánh giá về thực trạng đỗ xe trên đường và thách thức trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh ở thành phố Hà Nội
Lê Văn Chè, Nguyễn Thị Thanh Huyền
- 86 Bùn thải từ hệ thống thoát nước đô thị - thực trạng và giải pháp
Nguyễn Hồng Tiến
- 90 Xây dựng mô hình hợp tác giữa khoa Nội thất trường Đại học Kiến trúc Hà Nội với các doanh nghiệp nhằm nâng cao chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất
Vũ Hồng Cường
- 95 Tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp trong đào tạo ngành thiết kế nội thất
Trần Ngọc Thanh Trang

CONTENTS

Number 56/2024
Science Journal of Architecture & Construction

SCIENCE AND TECHNOLOGY

- 4 The application of Environmental Graphic Design (EDG) in modern office interior design
Thiều Minh Tuấn, Nguyễn Thị Ngọc
- 9 Evaluation of the characteristics of traditional mother-of-pearl inlay for modern wood furniture decoration
Lương Minh Thu
- 16 Outdoor wind environment simulation of HH Linh Dam Apartments in Hoang Mai District, Hanoi
Nguyễn Văn Hiệu
- 22 An ANN-based formula for predicting the punching shear capacity of corroded two-way reinforced concrete slabs
Lê Thế Anh, Vũ Hoàng Hiệp, Đặng Vũ Hiệp
- 26 Formulas determining the local critical stress of rectangular hollow sections under pure bending
Chiêm Đặng Tứ Quốc, Bùi Hùng Cường
- 32 Self-healing asphalt concrete - research status and development prospects
Đỗ Trọng Toàn
- 37 Applying the inspection and assessment procedure ensuring utilization and operational safety conditions
Phạm Minh Hà, Nguyễn Văn Hùng
- 41 Simplified method for calculating critical temperature and self-fire resistance limit for steel structural members
Nguyễn Hồng Sơn, Võ Thanh Lương
- 44 Nonlocal bending analysis of functionally graded nanoplates with porosities under various boundary conditions
Nguyễn Văn Long, Trần Minh Tú, Đặng Xuân Trung
- 49 The hygro-thermal effect on static behavior of functionally graded plate with porosities
Phạm Thanh Tùng, Trần Minh Tú, Nguyễn Hoàng Nam
- 54 Effects of silica fume on cement used in oil well construction
Lưu Thị Hồng, Nguyễn Duy Hiếu, Phạm Thanh Mai
- 59 Structural assessment of existing buildings during service life
Phạm Minh Hà, Phạm Phú Tình
- 64 Potential application of Digital Twin in building construction in Vietnam
Ngô Quang Tuấn, Nguyễn Ngọc Phương, Đào Minh Hiếu
- 68 Technical preparation planning of Đa Lat city to meet requirements of green urban development
Vũ Hoàng Điệp, Đinh Thị Thu Hoàn
- 74 Applying natural solutions to reduce flooding and landscapes in the midlands and mountain areas of the northern region
Chu Văn Hoàng
- 81 Reviews about the situation of on-street parking and challenges in the context of green energy transition in Hanoi
Lê Văn Chè, Nguyễn Thị Thanh Huyền
- 86 Sludge from urban wastewater and drainage systems - current situation and solution
Nguyễn Hồng Tiến
- 90 Developing a collaborative model between the Interior Design Department of Hanoi Architectural University and enterprises to improve the quality of interior design education
Vũ Hồng Cường
- 95 Integrating professional ethics education into interior design training
Trần Ngọc Thanh Trang

Ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường (EGD) trong nội thất văn phòng hiện đại

The application of Environmental Graphic Design (EDG) in modern office interior design

Thiều Minh Tuấn, Nguyễn Thị Ngọc

Tóm tắt

Trong hơn một thập kỷ vừa qua, cùng với sự phát triển kinh tế, xã hội của giai đoạn cách mạng công nghiệp 4.0, thiết kế đồ họa môi trường (EGD) đã được khai thác một cách rộng rãi và đa dạng trong nhiều dự án kiến trúc và nội thất. Hàng loạt các dự án nội thất công cộng hiện đại đã được ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường như một yếu tố quan trọng của ngôn ngữ nội thất. Thiết kế đồ họa môi trường trong nội thất ngày nay đã vượt ra khỏi yếu tố công năng sử dụng hay yếu tố thương mại, góp phần tạo nên bản sắc và cá tính riêng cho không gian. Thông qua việc so sánh, phân tích, đánh giá hàng loạt các dự án nội thất văn phòng tại các nước phát triển và Việt Nam, nghiên cứu này sẽ góp phần làm sáng tỏ bản chất và các nguyên tắc ứng dụng của thiết kế đồ họa môi trường trong thiết kế nội thất. Nghiên cứu tập trung vào các dự án nội thất văn phòng giai đoạn 2010 đến nay để đối chiếu các ứng dụng đồ họa trong môi trường có đặc tính đồng nhất về công năng, mục đích thiết kế, mức độ đầu tư, cũng như xu hướng văn hóa thẩm mỹ đương đại.

Từ khóa: Thiết kế đồ họa môi trường (EGD), thiết kế nội thất, nội thất văn phòng

Abstract

Over the past decade, along with the economic and social development of the 4.0 industrial revolution, environmental graphic design (EGD) have been widely and diversely applied in many architectural and interior projects. A series of modern public interior projects have applied environmental graphic design as an important element of interior language. Environmental graphic design in interiors today extends beyond functional or commercial aspects, contributing to a unique identity and character for the space. By comparing, analyzing, and evaluating a range of office interior projects in developed countries and Vietnam, this research will contribute to the clarification of the nature and application principles of environmental graphic design in interior design. This research focuses on office interior projects from 2010 to the present to ensure that environmental graphic elements have consistent characteristics in terms of function, purpose of projects, budget, as well as contemporary aesthetic trends.

Key words: environmental graphic design (EGD), interior design, office interior

TS. Thiều Minh Tuấn, ThS. Nguyễn Thị Ngọc

Bộ môn cơ sở Nội thất, Khoa Nội thất

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Tuanthieu77@gmail.com, ĐT: 0936092599

Ngày nhận bài: 24/8/2024

Ngày sửa bài: 10/9/2024

Ngày duyệt đăng: 16/9/2024

1. Các khái niệm

Thiết kế đồ họa (graphic design) là một ngành nghệ thuật truyền thông thị giác (visual communication) ứng dụng trên ấn loát, bao bì sản phẩm, hình ảnh, phim, không gian đô thị và kiến trúc-nội thất, và trên truyền thông đa phương tiện (media).

Ngôn ngữ của truyền thông thị giác thường là sự kết hợp của nghệ thuật chữ (typography), thiết kế hình ảnh (images, shapes), ký hiệu (signs), biểu tượng (symbols), màu sắc (color). Hoạt động thiết kế đồ họa thường là sáng tác ra bản gốc để nhân lên hàng loạt bằng các phương tiện truyền thông thị giác. Thiết kế đồ họa truyền thống thường giải quyết các vấn đề trên bề mặt phẳng, hai chiều. Thiết kế đồ họa bao bì, thiết kế web và đa phương tiện ngày nay đã mở rộng lĩnh vực vào các ứng dụng 3D và 4D và mang tính thời đại [1] [4] [5].

Thiết kế đồ họa môi trường (Environmental Graphic Design-EGD) là hoạt động thiết kế kết hợp các yếu tố đồ họa vào không gian đô thị, kiến trúc và nội thất để phục vụ trải nghiệm của con người.

Thiết kế đồ họa môi trường EGD có tính liên ngành, kết hợp nhiều hoạt động chuyên môn như kiến trúc, nội thất, thiết kế mỹ thuật, đồ họa, thiết kế truyền thông. Nếu như thiết kế đồ họa truyền thống thường làm việc với không gian 2 chiều, thì thiết kế đồ họa môi trường phải đưa yếu tố truyền thông thị giác trong không gian 3 chiều hoặc 4 chiều của môi trường không gian xây dựng. Vì vậy, công việc thiết kế đồ họa môi trường có tính phức tạp, đòi hỏi sự kết hợp chuyên môn thiết kế kiến trúc, nội thất và các ngành thiết kế mỹ thuật liên quan. Các ý tưởng thiết kế kiến trúc nội thất thường sẽ mang tính quyết định và chi phối toàn bộ không gian, chọn lọc và sắp đặt các đối tượng đồ họa để phục vụ ý đồ chung [2][3].

2. Xu hướng ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường (EGD) trong thiết kế nội thất văn phòng trên thế giới và tại Việt Nam

Mô hình văn phòng làm việc thực sự bắt đầu nở rộ và thay đổi mạnh mẽ về mô hình hoạt động từ thời kỳ cách mạng công nghiệp lần thứ nhất, thế kỷ 18-19. Đến giai đoạn thế kỷ 19, không gian làm việc thường nghiêm túc và kỷ luật, đề cao năng suất lao động và sự giám sát trực tiếp của quản lý. Những năm 1960 - 2000 có thể gọi là giai đoạn cải cách văn hóa văn phòng theo hướng linh hoạt, năng động và cộng tác. Các dạng văn phòng mở bắt đầu xuất hiện và dần trở nên phổ biến. Giai đoạn này ngôn ngữ hình thức văn phòng vẫn mang tính trật tự, tính công nghiệp và tính kinh tế. Đến thập kỷ 1980, ngôn ngữ thiết kế văn phòng theo modul công nghiệp phổ biến với hệ thống vách, bàn modul sản xuất sẵn, lắp đặt nhanh và mang tính hiệu quả kinh tế cao. Các yếu tố trang trí, tạo hình và đồ họa vì vậy vẫn chưa được coi trọng đầu tư trong giai đoạn này [7].

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư, hay còn gọi là công nghiệp 4.0 từ cuối thập kỷ 2000 đến nay đã thay đổi toàn bộ cách thức vận hành văn phòng. Sự phổ cập của internet, thiết bị văn phòng xách tay đa dụng (máy tính, ipad, smartphone...) quy trình công việc tự động hóa, dữ liệu Big Data, điện toán đám mây, trí tuệ nhân tạo (AI) giúp cho con người có thể làm việc mọi lúc mọi nơi với hiệu suất cao. Sau đại dịch Covid19, xu hướng làm việc linh hoạt tại nhà và làm việc riêng lẻ theo văn phòng ảo đã chứng minh đó là mô hình làm việc phù hợp với nhiều tổ chức, cá nhân. Tuy vậy, mô hình văn phòng làm việc tập trung vẫn tiếp tục phát triển với nhu cầu ngày càng cao. Tính chất không gian văn phòng ngày nay không chỉ là giải quyết vấn đề của công cụ làm việc hay kết nối thông tin, mà quan trọng hơn để

giải quyết nhiều mục tiêu của tổ chức và của người lao động. Các mục tiêu của văn phòng hiện đại thường bao gồm văn hóa doanh nghiệp, bản sắc thương hiệu, hướng đến người lao động, đề cao tính năng động, tính cộng tác, tính hiệu quả và bền vững. Nội thất văn phòng làm việc kỹ nguyên 4.0 chứng kiến sự bùng nổ kết hợp thiết kế đồ họa môi trường và thiết kế nội thất để cộng hưởng truyền tải các thông điệp cho mục tiêu đa dạng trên.

Một ví dụ tiêu biểu cho văn phòng năng động (agile office) tại nước phát triển phải kể đến dự án văn phòng Google tại Dublin, thiết kế bởi Camenzind Evolution với quy mô 14 tầng, 47.000m² sàn. Giống như nhiều văn phòng Google tại châu Âu và châu Á, các yếu tố nhận diện thương hiệu như logo, màu sắc đặc trưng luôn là một trong những yếu tố cơ bản để tạo nên bản sắc và nhận diện riêng cho không gian. Toàn bộ nội thất đại sảnh chính, căng tin, khu họp, khu sảnh tầng 1 lấy cảm hứng từ logo và màu sắc nhận diện của Google. Phần nội thất được phơi bày qua cửa kính để làm chức năng biển hiệu cho kiến trúc và mối liên hệ đô thị của dự án. Nội thất các tầng trên được lấy cảm hứng theo các chủ đề ‘Search’, ‘Appliness’, ‘Be green’, ‘@ Home’, ‘Create’, ‘Organize’, ‘Innovate’. Yếu tố đồ họa vì vậy khai thác dựa theo các chủ đề tương ứng, tạo sự phong phú mà vẫn thống nhất trong tổng thể chung.

Tại Việt Nam, văn phòng đương đại chịu ảnh hưởng chung của các xu hướng phát triển trên thế giới, cũng có những bước tiến mạnh mẽ khi kết hợp mô hình văn phòng năng động với các yếu tố văn hóa lao động địa phương. Văn phòng HighCommerce Vietnam thiết kế bởi Dplus năm



Hình 1. Mô hình văn phòng năng động thập niên 1980. Văn phòng mở với module công nghiệp. Chưa có sự quan tâm đến đồ họa và trang trí . Nguồn [7]

2021 là một ví dụ về cách tiếp cận mới trong thiết kế EGD và nội thất văn phòng. Công ty HighCommerce là công ty sáng tạo truyền thông với triết lý: Hustle (nhiệt huyết), Transparent (minh bạch), Creative (sáng tạo). Thay vì cách tiếp cận thông thường hay tập trung vào các yếu tố nhận diện thương hiệu, dự án này lại bắt đầu với các giá trị cốt lõi và văn hoá. Logo HighCommerce được bố trí khiêm tốn bên góc sảnh chính. Trong khi đó khẩu hiệu Hustle (nhiệt huyết) lại được làm 3D khổ lớn chuyển động nổi bật, đẩy văn hóa doanh nghiệp trở thành yếu tố chính. Không gian mở để đảm bảo tính Transparent (minh bạch). Các họa tiết đồ họa Việt- máy rỗng thời Lý, ngẫu hứng kích thích tính Creative (sáng tạo).



Hình 2. Văn phòng Google tại Dublin (2013)-một đại diện của xu hướng văn phòng năng động (agile office). Nguồn: Office Snapshots



Hình 3. Văn phòng High Commerce Office Hanoi, Dplus 2021- Nguồn: Office Snapshots

Toàn bộ không gian làm việc bố trí thẳng hàng với màu trung tính, trái ngược với không gian chung (sảnh, hộp, pantry) với nhiều đường chéo chuyển động, nhiều màu sắc sinh động. Toàn bộ màu chủ đạo của nội thất xoay quanh màu cam-đen của thương hiệu HighCommerce, tạo sự liên kết thống nhất.

2.1 Thực trạng mức độ ứng dụng EGD trong thiết kế nội thất văn phòng làm việc

Thông qua việc thống kê, phân tích trên 320 dự án nội thất văn phòng của các công ty hàng đầu trên thế giới và 146 dự án nội thất văn phòng tại Việt Nam (theo nguồn dữ liệu khai thác trên trang Office Snapshots), có thể khẳng định rằng mức độ ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường trong nội thất văn phòng đương đại từ cuối thập kỷ 2000 đến nay đang dần trở nên rất phổ biến, chuyển hóa theo nhiều hướng tạo hình đa dạng. Các dự án nội thất văn phòng hiện đại tại các nước phát triển đã ứng dụng EGD có tỷ lệ lên đến gần 81%. Trong đó, các dự án sử dụng yếu tố EGD như một thành phần của ý tưởng và tạo hình nội thất chiếm tỷ lệ khoảng 46%. Các dự án có sử dụng EGD một cách hạn chế có tỷ lệ khoảng 35%.⁽¹⁾

Cũng là kết quả của việc phân tích các dự án trên, cho thấy ngôn ngữ thiết kế nội thất văn phòng và cách ứng dụng

EGD tại Việt Nam chịu nhiều ảnh hưởng của các xu hướng trên thế giới. Các đường nét, màu sắc, mảng diện thường được thiết kế tối giản, theo hướng công nghiệp, hiện đại và linh hoạt theo đặc thù bản sắc doanh nghiệp. Các dự án nội thất văn phòng cao cấp tại Việt Nam có tỷ lệ ứng dụng EGD lên đến 87%, trong đó 48% các dự án yếu tố đồ họa môi trường tác động trực tiếp đến ý tưởng tạo hình nội thất và 39% các dự án có sử dụng EGD một cách hạn chế. So với dự án văn phòng trên thế giới, mức độ ứng dụng EGD tại Việt Nam gần như song hành với xu hướng trên thế giới, phản ánh nhu cầu và mức độ phát triển của tích hợp thiết kế.

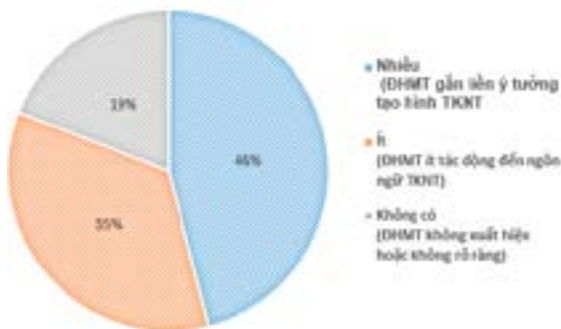
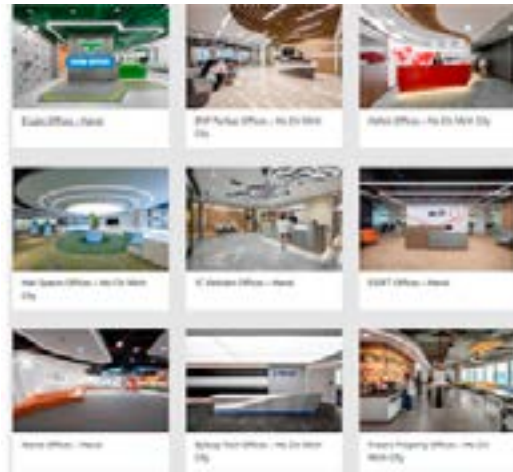
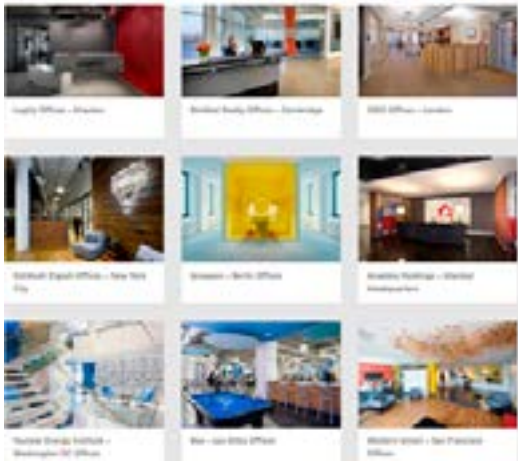
2.2. Thực trạng tính chất ứng dụng EGD trong thiết kế nội thất văn phòng làm việc

Tính chất của đồ họa môi trường trong nội thất được chia làm 3 nhóm:

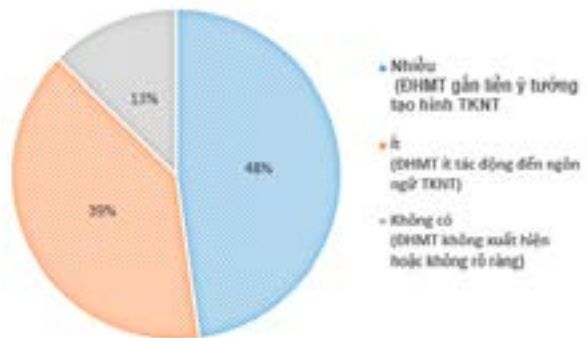
- Nhóm 1: Chỉ dẫn thông tin (biển hiệu, chỉ dẫn lối đi, thông tin, ...);
- Nhóm 2: Bản sắc thương hiệu (logo, ký hiệu- nét, hoa văn logo, slogan);
- Nhóm 3: Đồ họa trang trí nội thất (Tranh tường, ảnh design, chất liệu họa tiết, nghệ thuật chữ biểu đạt văn hóa doanh nghiệp, câu chuyện thiết kế kiến trúc nội thất, và để tạo thống nhất và kết nối thị giác).

Dựa trên phân tích thống kê 320 dự án văn phòng trên thế giới và 146 dự án Việt Nam, tính chất thiết kế đồ họa môi

(1) Kết quả đề tài NCKH cấp trường: Giải pháp ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường (Environmental Graphic Design) trong thiết kế nội thất văn phòng hiện đại tại Việt Nam.



Mức độ ảnh hưởng của EGD trong Thiết kế nội thất văn phòng trên thế giới



Mức độ ảnh hưởng của EGD trong Thiết kế nội thất văn phòng tại Việt Nam

Hình 4. Bảng so sánh thực trạng mức độ ứng dụng EGD trong thiết kế nội thất văn phòng làm việc Dựa trên thống kê 146 dự án Việt Nam và 320 dự án quốc tế- công bố trên Office Snapshots giai đoạn 2010 đến nay

trường trong nội thất ngày nay đã có bước tiến ra khỏi khuôn khổ công việc thiết kế đồ họa môi trường trong kiến trúc và đồ họa truyền thống. Nếu như đồ họa môi trường trong kiến trúc và đô thị tập trung nhiều vào thông tin, biển hiệu, chỉ dẫn lối đi (wayfinding); công việc thiết kế đồ họa truyền thống thường tập trung vào nhận diện thương hiệu (branding) và quảng cáo, ấn loát; thiết kế đồ họa môi trường trong nội thất thường hướng đến sự thống nhất tổng thể hệ thống thông tin thị giác trong không gian 3 chiều.

Trong nội thất văn phòng làm việc, các hệ thống biển chỉ dẫn lối đi (wayfinding) có xu hướng bị tối giản hóa. Thay vì các biển hiệu thông tin truyền thống, nội thất văn phòng ngày nay thường sử dụng không gian mở, màu sắc, họa tiết ký hiệu, v.v, để đánh dấu và phân loại chức năng các nhóm không gian. Các bảng biển thông tin cố định dần được thay bằng màn tivi máy chiếu để sử dụng linh hoạt nhiều chức năng và thuận tiện cho nhân viên tương tác làm việc.

Việc đưa yếu tố nhận diện như logo, ký hiệu, màu sắc, slogan không đơn thuần chỉ là đặt sản phẩm thiết kế đồ họa nhận diện thương hiệu (branding) vào các điện tường, sàn hay trần nhà, mà hơn thế nữa đòi hỏi bàn tay của nhà thiết kế nội thất để bản sắc doanh nghiệp được biểu đạt sinh động, tinh tế và phản ánh văn hóa. Logo nhận diện thương hiệu được dùng một lần tại sảnh lễ tân. Trong khi các yếu tố màu sắc, chất liệu, đường nét ký hiệu thường được khai thác, lặp lại nhiều lần, các thành phần trần tường sàn, tạo tính thống nhất và kết nối thị giác cho toàn dự án.

Nhóm đồ họa trang trí (nhóm 3) có tính chất phức tạp, đa dạng và có tỷ lệ khai thác nhiều nhất. Hầu hết các đơn vị thiết kế hàng đầu đều muốn để lại dấu ấn cá nhân trong ngôn

ngữ tạo hình. Phương tiện truyền tải thông tin thị giác, vì vậy phụ thuộc nhiều vào thủ pháp và tay nghề của các nhà thiết kế. Việc lựa chọn tranh tường, ảnh design, chất liệu, hoa văn màu sắc thường bám sát nhiệm vụ thiết kế, phản ánh văn hóa doanh nghiệp và câu chuyện thiết kế.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường trong nội thất không gian văn phòng làm việc

- Mục tiêu chức năng

Mục tiêu cơ bản của thiết kế đồ họa môi trường là đáp ứng yêu cầu công năng như hướng dẫn, định vị (wayfinding), và tăng cường trải nghiệm người dùng. Việc bổ sung biển hiệu, ký hiệu đánh dấu chức năng của không gian đã tồn tại trong suốt lịch sử của kiến trúc và nội thất. Trong ngôn ngữ nội thất đương đại, nhu cầu về chức năng này vẫn luôn tồn tại, tuy nhiên cách thức áp dụng và phương pháp tạo hình rất đa dạng. Công năng của đồ họa môi trường thường được xác định bởi nhu cầu chủ đầu tư, nhiệm vụ thiết kế, và truyền tải vào trong không gian thông qua quá trình thiết kế tích hợp, sáng tạo và phát triển ý tưởng [2] [3] [7].

- Tính linh hoạt và khả năng thay đổi

Trong thời đại công nghiệp, tỷ lệ văn phòng trong các tổ hợp cao ốc văn phòng cho thuê chiếm tỷ trọng lớn trong các dự án nội thất văn phòng. Các doanh nghiệp luôn có sự đổi mới linh hoạt tùy thuộc điều kiện hoạt động và bối cảnh kinh tế xã hội. Xu hướng văn hoá văn phòng việc đang có sự thay đổi theo hướng linh hoạt và phù hợp với nhu cầu người lao động. Các thiết kế nội thất văn phòng hiện đại EGD cần được thiết kế để có thể dễ dàng cập nhật hoặc điều chỉnh

Nhóm	Chức năng	Thế giới (%/320 dự án)	Việt Nam (%/146 dự án)
1. Chỉ dẫn thông tin	Biển hiệu, chỉ lối đi (tên không gian, lối đi)	13%	12.4%
	Thông tin (bổ sung thông tin chức năng)	5%	19.3%
	Đánh dấu/ phân loại chức năng không gian (đánh dấu, phân loại chức năng thông qua màu sắc, chất liệu)	48%	64.1%
2. Bản sắc thương hiệu	Logo (sử dụng logo trong không gian nội thất)	65%	86.2%
	Ký hiệu (nét, hoa văn nhận diện)	28%	46.2%
	Màu sắc nhận diện (sử dụng màu sắc của bộ nhận diện cho nội thất)	53%	66.2%
	Slogan/ câu chuyện bản sắc (giá trị cốt lõi, câu chuyện)	18%	51.7%
3. Đồ họa trang trí	Văn hóa Doanh nghiệp (Tranh tường, ảnh design, chất liệu họa tiết, chữ... các chủ đề, cảm hứng tương tác của nhân viên)	33%	75.9%
	Câu chuyện thiết kế kiến trúc-nội thất (Tranh tường, ảnh design, chất liệu họa tiết, chữ phục vụ ý tưởng nội thất)	30%	49.7%
	Tạo sự kết nối thị giác (tương phản, hoặc thống nhất thông qua các yếu tố đồ họa)	47%	71,0%

Hình 5. Bảng so sánh mức độ ứng dụng các yếu tố cơ bản của EGD trong thiết kế nội thất văn phòng. Dựa trên thống kê 146 dự án Việt Nam và 320 dự án quốc tế công bố trên Office Snapshots giai đoạn 2010 đến nay.

theo thời gian. Sử dụng các vật liệu hoặc thiết kế có thể thay đổi dễ dàng (như bảng treo, màn hình kỹ thuật số) giúp văn phòng luôn mới mẻ và phản ánh đúng thực tế của công ty [7] [8].

- Nhận diện thương hiệu

Nhận diện thương hiệu là yếu tố quan trọng quyết định cách thức áp dụng EGD. Với nhiều công ty, việc đầu tư cơ sở vật chất chiếm tỷ trọng trong vận hành. Việc kết hợp nhận diện và quảng bá thương hiệu thường được đưa vào như một yếu tố bắt buộc của nhiệm vụ thiết kế. Logo, màu sắc, kiểu chữ và thông điệp thương hiệu cần được tích hợp một cách hài hòa vào không gian để tạo sự nhận diện rõ ràng và nhất quán. Tường, sàn, trần nhà, và đồ nội thất đều có thể mang những yếu tố thương hiệu, giúp không gian trở nên đồng nhất với bản sắc doanh nghiệp.

- Văn hóa doanh nghiệp & trải nghiệm người dùng

Văn hóa doanh nghiệp ảnh hưởng mạnh mẽ đến cách thức EGD được áp dụng trong văn phòng. Một văn hóa sáng tạo có thể yêu cầu các thiết kế táo bạo, trong khi một văn hóa công ty nghiêm túc có thể cần những yếu tố đồ họa tinh tế và chuyên nghiệp. Thiết kế đồ họa môi trường không chỉ đáp ứng các mục tiêu chức năng, như hướng dẫn, định vị (wayfinding), mà còn đẩy mạnh tính thẩm mỹ, tính văn hoá và tăng cường trải nghiệm người dùng.

- Công nghệ và vật liệu sử dụng

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của ngành nội thất, việc lựa chọn vật liệu, chất liệu cho các giải pháp đồ họa môi trường ngày càng trở nên đa dạng, tùy theo mục tiêu, ngân sách và ý đồ của thiết kế. Công nghệ in ấn hiện đại đã tạo ra nhiều hình thức triển khai đơn giản giá rẻ trên diện phẳng như in bạt quảng cáo, pano graphic, dán decal trên kính. Với các dự án chất lượng cao, công nghệ kỹ thuật số ngày nay cho phép tạo hình 3D trên vật liệu cao cấp như kim loại, gỗ, đá, ... trong thời gian thi công ngắn. Ngoài ra, công nghệ kỹ thuật số ngày càng đóng vai trò quan trọng trong EGD, với việc sử dụng màn hình kỹ thuật số, thực tế ảo (VR), và các yếu tố tương tác để tạo ra trải nghiệm đa dạng và phong phú hơn.

- Tính bền vững và môi trường

Yếu tố bền vững ngày càng được chú trọng trong EGD, với mục tiêu sử dụng các vật liệu tái chế hoặc thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng. Thiết kế có thể bao gồm các yếu tố như sử dụng ánh sáng tự nhiên, cây xanh, và vật liệu tái chế để tạo ra một không gian bền vững và có trách nhiệm với môi trường.

- Ngân sách và chi phí

Ngân sách là yếu tố thực tế quyết định mức độ và quy mô của việc triển khai EGD trong thiết kế nội thất văn phòng. Tương tự như chi phí dự án nội thất nói chung, chi phí cho EDG có thể bao gồm các chi phí thiết kế, chi phí thi công, chi phí thiết bị, quản lý dự án. Tỷ trọng chi phí đầu tư cho EDG được phụ thuộc vào nhu cầu quảng bá truyền thông của chủ đầu tư. Chi phí thiết kế EDG có thể được đưa vào như một thành phần của gói thầu thiết kế nội thất. Tuy nhiên với nhiều dự án phức tạp, gói thầu thiết kế EDG có thể được thực hiện độc lập, phối hợp và song hành với quá trình thiết kế nội thất. Các giải pháp vật liệu, công nghệ và biện pháp thi công ngày nay rất đa dạng tùy thuộc nhiều vào tổng chi phí của dự án. Với công nghệ in ấn hiện đại ngày nay, các giải pháp hiệu quả về chi phí có thể được áp dụng, như sử dụng decal tường, bảng kỹ thuật số hoặc các vật liệu thân thiện với môi trường [7] [8] [9].

4. Các quan điểm ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường trong quá trình thiết kế nội thất không gian văn phòng làm việc

- Bản chất của thiết kế đồ họa môi trường (EGD) trong thiết kế nội thất

- Hoạt động thiết kế đồ họa môi trường trong thiết kế nội thất ngày nay đã vượt ra khỏi khuôn khổ hoạt động của đồ họa kiến trúc, đồ họa in ấn và đồ họa quảng cáo truyền thống. Thiết kế đồ họa môi trường trong nội thất không đơn thuần chỉ là sao chép nhận diện thương hiệu (branding) hay dạng đồ họa chức năng thông tin (wayfinding), mà hơn thế nữa các dự án thành công cần kết hợp sáng tạo, linh hoạt các yếu tố EGD trong suốt quá trình thiết kế của dự án nội thất.

(Xem tiếp trang 15)

Đánh giá đặc tính của khảm xà cừ truyền thống ứng dụng trong trang trí đồ gỗ nội thất hiện đại

Evaluation of the characteristics of traditional mother-of-pearl inlay for modern wood furniture decoration

Lương Minh Thu

Tóm tắt

Khảm xà cừ là một vật liệu thủ công truyền thống độc đáo. Việc trang trí khảm xà cừ vào đồ thủ công mỹ nghệ đã có từ lâu đời tại một số quốc gia Đông Nam Á nói chung và Việt Nam nói riêng. Ở nước ta cho đến nay, vật liệu này được khai thác làm điểm nhấn trang trí đồ đạc nội thất bởi nhiều nhà thiết kế cũng như những thương hiệu nội thất nhỏ và vừa. Tuy nhiên cần lưu ý khi ứng dụng trong trang trí đồ đạc nội thất hiện đại phải đảm bảo một số nguyên tắc nhất định. Những nguyên tắc này tổng hợp dựa trên đánh giá đặc tính riêng của vật liệu trong môi trường khí hậu và văn hoá, thị hiếu bản địa của Việt Nam. Bằng việc đánh giá đặc tính của khảm xà cừ trong những điều kiện trên, bài báo nêu những nguyên tắc chỉ dẫn, gợi ý cho các nhà nghiên cứu và người thực hành thiết kế hiểu về vật liệu, qua đó đề xuất những giải pháp thiết kế đồ đạc nội thất trang trí khảm xà cừ một cách hiệu quả.

Từ khóa: khảm xà cừ, vật liệu, nội thất, đồ đạc nội thất, trang trí nội thất, thiết kế nội thất

Abstract

Mother-of-pearl inlay is a unique traditional craft material. The use of mother-of-pearl inlay in handicrafts has a long history in some Southeast Asian countries in general and Vietnam in particular. Up to now, this material is exploited as an interior decoration highlight by many designers as well as small to medium-sized furniture brands. However, it should be noted that when applying mother-of-pearl in modern interior decoration, certain principles must be adhered to. These principles are derived from an assessment of Recommend: the material's unique characteristics within Vietnam's climate, culture, and local aesthetic preferences. By evaluating the characteristics of mother-of-pearl inlay under the above conditions, the paper outlines guiding principles and suggestions for researchers and design practitioners to understand the material, thereby proposing effective solutions for designing furniture with mother-of-pearl inlay decoration.

Key words: mother-of-pearl inlay, materials, furniture, interior furniture, interior decoration, interior design

ThS. Lương Minh Thu
Bộ môn Nội thất, Khoa Nội thất
Trường đại học Kiến trúc Hà Nội
Email: thulm@hau.edu.vn
Tel: 0985117862

Ngày nhận bài: 24/8/2024
Ngày sửa bài: 09/9/2024
Ngày duyệt đăng: 16/9/2024

1. Giới thiệu chung về nghệ thuật khảm trai truyền thống

Khảm xà cừ (hay còn được gọi là khảm trai, khảm ốc v.v.) từ xưa là vật liệu trang trí cao cấp trên đồ thủ công mỹ nghệ. Ở các quốc gia và vùng lãnh thổ thuộc khu vực Đông Nam Á như Đài Loan, Trung Quốc, Singapore... nghệ thuật khảm xà cừ rất phát triển và đạt được nhiều thành tựu. Tuy nhiên khảm xà cừ của Việt Nam đạt đến độ sắc xảo và mang nét đặc trưng riêng so với khu vực nhờ vào kỹ thuật khảm riêng biệt cũng như sự tỉ mỉ, khéo léo và tài hoa của những người thợ khảm. Làng Chuồn Ngọ (Ngọ Hạ trước kia) ở phía nam thành phố Hà Nội được coi là cái nôi của nghề khảm xà cừ ở miền Bắc Việt Nam. Trong làng tương truyền lại rằng ông tổ nghề là nhà sư Trương Công Thành sau được tôn là Thành hoàng làng. Hiện nay làng nghề vẫn duy trì với các mặt hàng mỹ nghệ và quà tặng lưu niệm dành cho khách du lịch [1].

Ở nước ta trước đây, khảm xà cừ được sử dụng trang trí trên: Cấu kiện nội thất (cột, hoành phi, câu đối v.v.); Đồ đạc nội thất (Bàn, ghế, sập, giường, tủ chè v.v.); Đồ vật dụng hàng ngày và đồ trang trí (bát, đĩa, bình lọ, lục bình, tranh khảm v.v.). Trong lĩnh vực nội thất hiện nay, khảm trai được ứng dụng như một vật liệu truyền thống có thể kết hợp khá linh hoạt với các kỹ thuật thủ công truyền thống khác như: Đồ gỗ - Đồng ky, đồ gốm - Bát Tràng, sơn mài - Bồi Khê v.v. để sản xuất đồ nội thất, đồ trang trí mang bản sắc riêng độc đáo.

Kỹ thuật khảm trai truyền thống rất nhiều công phu. Để có được một sản phẩm khảm trai hoàn thiện, người nghệ nhân thực hiện nhiều công đoạn khác nhau, tạm chia thành 05 bước (Sơ đồ Hình 1.1) bao gồm: vẽ mẫu, cắt theo họa tiết mẫu, dán miếng cắt đó vào tấm cốt và đục theo các họa tiết, đến dán miếng trai, dùng đá mài mài phẳng và dùng dao bằng thép tách tỉa ra các họa tiết nhỏ, dùng giấy ráp đánh cho nổi họa tiết lên. Cuối cùng toàn bộ sản phẩm sẽ được đánh bóng bằng vecni để nổi bật các họa tiết. Xuất phát từ đặc trưng riêng của nguyên liệu hoặc chất liệu cấu thành cũng như kỹ thuật đặc trưng của từng bước khảm trai góp phần tạo nên những đặc tính riêng của vật liệu này. Việc đánh giá những tính chất đặc trưng riêng biệt đó chính là tiền đề để đề xuất những giải pháp khai thác giá trị của nghệ thuật khảm trai ứng dụng trong thiết kế đồ đạc nội thất hiện đại [2].

2. Đặc điểm của của khảm xà cừ truyền thống Việt Nam

Để đánh giá đặc điểm của vật liệu khảm xà cừ truyền thống Việt Nam trước hết cần xét đến đặc điểm nguyên bản của từng nguyên liệu/ chất liệu cấu thành cũng như những đặc trưng riêng trong kỹ thuật khảm của người thợ Việt Nam.

2.1. Đặc điểm nguyên bản của các nguyên liệu, chất liệu cấu thành vật liệu khảm xà cừ

Vỏ trai, ốc, xà cừ: Vỏ trai có nhiều loại, trai cánh mảnh nhỏ, sẫm màu; Trai thịt trắng, vỏ mình dày; trai Nông Cống (Thanh Hóa) có nhiều vân; Ốc biển phải là ốc xà cừ, có nhiều ở vùng biển Quy Nhơn, Quảng Nam Đà Nẵng, Nha Trang, Phan Thiết; Hến biển chỉ có loại vỏ xác, thường có nhiều ở Quy Nhơn là dùng làm khảm trai được. Đặc biệt có loại vỏ Cừu Khổng (vỏ bào ngư có 9 lỗ ở ria mép vỏ) rất hiếm thấy, có vân màu ngũ sắc khác biệt. Đôi khi trong một số trường hợp có thể sử dụng vỏ trứng để khảm. Hiện nay, ngoài việc sử dụng vỏ trai ốc trong nước thì còn nhập khẩu nguyên liệu sơ chế thô từ các nước Trung Quốc, Hong Kong, Indonesia...



Hình 1.1. Các bước cơ bản của kỹ thuật khảm trai truyền thống. Nguồn ảnh: Internet.

Cơ bản, nguyên liệu vỏ trai ốc có thành phần chính là Canxi với cấu trúc gồm 3 lớp: Lớp sừng bọc ngoài, lớp đá vôi ở giữa, lớp xà cừ trong cùng. Tính chất của chất liệu nguyên bản này giòn, xốp nhưng đặc trưng bởi màu sắc óng ánh của lớp xà cừ. Tự nhiên tạo ra những vân xà cừ trên từng cá thể không giống nhau, không trùng lặp bởi vậy mang tính độc bản rõ rệt. Đặc điểm này được khai thác tối đa trong kỹ thuật khảm trai thông qua việc lựa chọn màu sắc vỏ xà cừ cho phù hợp với họa tiết của sản phẩm. Ví dụ: muốn khảm những chi tiết mặt nổi như: núi non, cánh phượng, cánh công thì sử dụng Cừu Khổng (xem Hình 2.1) với những vân màu rõ nét; những chi tiết cần đơn sắc thì dùng những loại vỏ ốc bình thường khác kết hợp với khắc họa tiết để đặc tả chi tiết... Và mặc dù cùng một loại hoa văn trang trí nhưng mỗi lần khảm lại tạo ra một hiệu ứng thị giác khác nhau rất độc đáo bởi sự khác nhau của các loại vỏ trai ốc ở từng lần khảm.

Các loại chất kết dính và phủ bề mặt: Trong kỹ thuật khảm xà cừ, chất kết dính được dùng trước đây là sơn ta (sơn nhũ, nhũ, ba) làm chất kết dính. Để cho bề mặt khảm có độ bóng đẹp thì được phủ bởi sơn then hoặc sơn cánh gián. Sử dụng sơn then để phủ chính là kỹ thuật sơn mài truyền thống, dùng sơn này phải mài trong nước (khô trong ẩm) nên rất mất công sức, thời gian và giá thành cao. Thông thường,

với những loại đồ nội thất, vật dụng và đồ dùng hàng ngày thì sử dụng sơn cánh gián để phủ tạo độ bóng và bảo vệ bề mặt khảm. Ngày nay, chất kết dính và phủ bề mặt khảm trai có thể dùng keo dính và sơn công nghiệp (sơn PU) cũng đạt được hiệu quả thị giác và giúp giảm giá thành.

2.2. Đặc trưng trong kỹ thuật khảm xà cừ truyền thống Việt Nam

Kỹ thuật cấn, khảm tinh xảo: quan sát hình 2.2 có thể dễ dàng nhận thấy sự tinh xảo trong kỹ thuật khảm xà cừ của Việt Nam. Những miếng vật liệu xà cừ trước hết được cấn phẳng mài nhẵn và cắt thành những họa tiết tỉ mỉ của từng motif trang trí. Khác biệt lớn nhất là ở chỗ, phân họa tiết xà cừ được cấn âm (hình bên phải) mà không phải ghép nổi (hình bên trái). Người thợ khảm sẽ chép lại họa tiết xà cừ lên bề mặt tấm cốt (gỗ) sau đó khéo léo đục, chạm từ những chi tiết hoa văn nhỏ nhất. Sau đó phân họa tiết xà cừ được cấn vừa vắn lên bề mặt gỗ rồi phủ bóng. Cái tài hoa của người thợ là ở chỗ sau khi hoàn thiện, thì bề mặt tấm cốt gỗ và xà cừ hoàn toàn không có độ chênh mà láng đều. Nếu không quan sát mà chỉ cảm nhận bằng xúc giác thì không thể nhận ra bề mặt gỗ đã được đục chạm và cấn vỏ xà cừ.

Kỹ thuật cấn, ép: Các mảnh nguyên liệu được cấn phẳng, không ghép mà được lựa chọn kích thước trở họa tiết phù



Hình 2.1. Vỏ Cừu Khổng với vân ngũ sắc được dùng để khảm những chi tiết cần nhấn mạnh hoặc có màu sắc đặc biệt (như trong bức khảm là phần cánh chim, bông hoa). Nguồn ảnh: Tác giả

hợp với kích thước của tấm vật liệu bởi vậy khớp theo hoa tiết, không nứt vỡ, đồng đều và không có độ chênh sai giữa các mảng xà cừ cùng một chi tiết hoa tiết. Cách làm này tận dụng được sự đặc biệt về màu sắc của mỗi tấm nguyên liệu xà cừ. Ví dụ H2.1 phần hoa tiết thân chim sử dụng cùng một tấm vật liệu có độ đồng đều về màu, những phần chi tiết cánh chim thì sử dụng loại nguyên liệu xà cừ vỏ Cừu Khổng để đạt được độ sắc sảo.

Hoạ tiết được cắt tỉa, tạo hình tỉ mỉ: Càng nghiên cứu kỹ về khảm xà cừ, càng thấy yêu mến cảm phục tài hoa của cha ông ta. Nếu quan sát kỹ sẽ thấy các đường nét trang trí rất hài hoà. Tuy các hoạ tiết, hoa văn đã được cách điệu, ước lệ hoặc chỉ nhấn đặc tả vào một vài chi tiết nhưng vẫn thấy được sự sống động và mềm mại của các hoạ tiết. Đặc biệt các chi tiết nhỏ như cánh hoa, từng chiếc lông vũ v.v. đều được chú trọng và kỹ thuật cắt tạo ra các chi tiết nhỏ ấy thể hiện rõ sự tinh xảo của tay nghề người thợ [3].

Đề tài, motif trang trí phong phú: Theo nhận thức thẩm mỹ truyền thống còn ảnh hưởng bởi Nho giáo nên từ xưa các motif trang trí của nghệ thuật khảm xà cừ cũng chịu ảnh hưởng nhiều bởi các tạo hình trang trí của Trung Hoa cổ đại. Tuy nhiên bên cạnh đó cũng không thiếu những motif trang trí dân gian thể hiện được sự hồn nhiên, gần gũi trong đời sống tinh thần của người xưa thông qua những đề tài: cây đa giếng nước, phong cảnh làng quê, mùa vụ (cày, cấy), cảnh lao động (đơm cá, chèo đò v.v.), hay thậm chí là những con giống và thảo mộc bản địa như kê (gà), áp (vịt) bướm bướm, chim muông v.v.

2.3. Đặc tính của khảm trai trước tác động của điều kiện môi trường và con người

Khảm trai với điều kiện khí hậu của Việt Nam: Từ lâu là một loại vật liệu bản địa được ưa chuộng và được chứng minh thực tế là phù hợp với điều kiện khí hậu của Việt Nam. Lớp sơn ta ngoài tác dụng làm bóng đẹp bề mặt còn có tác dụng đuổi côn trùng, chống mốc và mối mọt rất hiệu quả. Tuy nhiên các loại sơn công nghiệp thay thế sơn ta làm chất phủ bề mặt gỗ trong sản xuất đồ khảm trai hiện đại khó đạt được hiệu quả tương tự.

Nhiệt độ: khảm trai có tuổi thọ lâu năm nếu được bảo quản trong điều kiện nhiệt độ



Hình 2.2. Hộp trang sức mỹ nghệ xà cừ của Đài Loan (bên trái) Hộp trang sức mỹ nghệ khảm xà cừ của Việt Nam (bên phải). Nguồn ảnh: Internet.

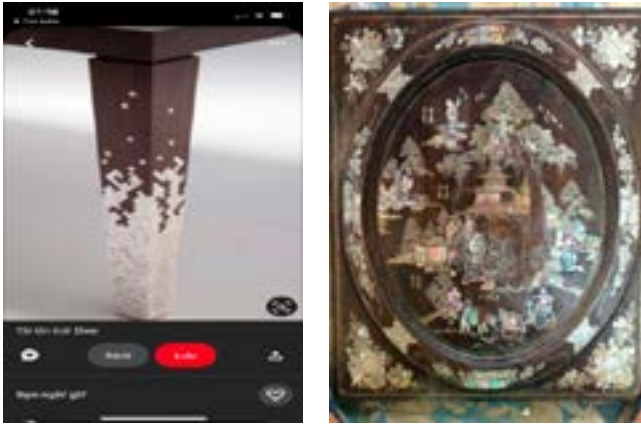
phòng không thay đổi liên tục, ổn định ở một mức nhiệt độ cố định biên độ từ 20°C đến 32°C. Chưa có đánh giá về việc xuống cấp của khảm trai trong điều kiện nhiệt độ thấp nhưng trong môi trường nhiệt độ cao liên tục (có ánh nắng tự nhiên chiếu trực tiếp) sẽ dẫn đến lớp sơn bị bong hỏng, khảm trai bạc màu. Ngoài ra trong điều kiện nhiệt độ phòng không ổn định (thay đổi liên tục) sẽ dẫn đến sự xuống cấp nhanh của vật liệu. Nguyên nhân là do có sự giãn nở hoặc co ngót không đồng đều giữa các loại chất liệu cấu thành (vỏ trai, sơn phủ, keo liên kết,

cốt liệu gỗ) dẫn đến các vết nứt bề mặt, bong hỏng lớp khảm (vấn đề này cũng thường thấy riêng với vật liệu gỗ thông thường nên đương nhiên xảy ra tương tự khi dùng gỗ để khảm trai).

Độ ẩm: Trong điều kiện độ ẩm cao của không gian nội thất thì vật liệu khảm trai cũng dễ hư hại. Bản chất là do gỗ cốt liệu sử dụng để khảm trai có phản ứng biến đổi trong điều kiện độ ẩm dẫn đến hư hại bề mặt khảm. Trong điều kiện ngâm nước, thí nghiệm ngâm tấm gỗ khảm trai ngập trong nước 72 giờ hoàn toàn không ảnh hưởng đến chất lượng của khảm trai. Nhưng trong điều kiện lâu hơn thì chưa có đánh giá chính xác. Như vậy có thể rút ra đánh giá: Khảm trai không bị ảnh hưởng bởi độ ẩm trong điều kiện không gian nội thất thông thường.

Khảm trai với ánh sáng: Một trong những đặc điểm đặc trưng nhất của vật liệu khảm xà cừ đó là vân xà cừ phản ứng trong điều kiện chiếu sáng trực tiếp lên bề mặt ván khảm trai sẽ phản chiếu và trở nên rực rỡ, lấp lánh đẹp mắt. Tính chất này rất phù hợp dùng làm điểm nhấn trang trí trên đồ đạc, cũng chính là thế mạnh giúp vật liệu khảm xà cừ trở nên độc đáo và được ưa chuộng.

Khảm trai dưới tác động của đời sống con người: Không được lau chùi bằng các loại hoá chất làm tan lớp sơn ta, ngoài ra khảm xà cừ có thể bị bong hỏng nếu lau chùi không đúng cách hoặc bằng các dụng cụ không phù hợp (không chịu được lực mài mòn). Tránh tác động lên bề mặt khảm xà



Hình 3.1. Một số vị trí khảm xà cừ trên đồ đạc nên tránh: Chân ghế (ảnh trái); Mặt ghế (ảnh giữa) bị bong hỏng; sập gỗ tránh khảm xà cừ trang trí ở vị trí mặt ngồi của sập (ảnh phải)

cừ bằng lực mạnh và liên tục (lực va đập). Bề mặt khảm xà cừ không chịu được lực uốn. Nếu có thiết kế khảm trai trên các bề mặt gỗ uốn cong thì phải uốn hoặc xử lý cong bằng tạo hình trước rồi mới khảm xà cừ.

Khảm trai với thị hiếu thẩm mỹ và hành vi của người Việt hiện đại: Kỹ thuật khảm xà cừ thủ công và quy trình ứng dụng nó vào trang trí đồ đạc nội thất không còn thực sự phù hợp và phổ biến trong điều kiện sản xuất hiện đại với khoa học kỹ thuật tiên tiến. Tuy nhiên cần có tầm nhìn khai thác giá trị của khảm xà cừ làm điểm nhấn một cách phù hợp với tỉ trọng của đồ đạc sao cho phù hợp với quy trình hiện đại mà vẫn phát huy được giá trị đặc biệt của khảm xà cừ. Ngoài ra cũng cần có những đổi mới trong các đề tài motif trang trí sao cho phù hợp với thị hiếu của khách hàng trẻ (tệp khách hàng hiện đại là lực lượng khách hàng chính trong giai đoạn hiện nay).

3. Ứng dụng khảm trai trong trang trí đồ đạc nội thất hiện đại trên cơ sở nghiên cứu đặc tính vật liệu

3.1. Một số nguyên tắc chung cần lưu ý khi ứng dụng khảm xà cừ trong trang trí đồ đạc nội thất hiện đại

Khi thiết kế đồ đạc nội thất hiện đại có ứng dụng trang trí khảm xà cừ cũng vẫn cần đảm bảo các bước trong quy trình thiết kế đồ đạc nội thất cơ bản thông thường [4]. Trong đó các vấn đề cần được nghiên cứu và thực hiện theo nguyên lý bao gồm: nhân trắc học, công thái học, cấu trúc chịu lực, công năng của sản phẩm, màu sắc, vật liệu v.v. Trong bài viết này, tác giả không nêu lại các vấn đề chung đó mà nhấn mạnh vào những nguyên tắc được thiết lập trên cơ sở đánh giá các tính chất đặc trưng đã nêu ở các mục trên của vật liệu khảm xà cừ. Những nguyên tắc này nhằm tận dụng các ưu điểm và hạn chế các nhược điểm của khảm xà cừ sao cho việc khai thác ứng dụng nó trong thiết kế và sản xuất đồ đạc nội thất đạt được hiệu quả tốt nhất về sự thích dụng và thẩm mỹ. Những nguyên tắc này xét trên hai khía cạnh chính bao gồm: yêu cầu về vị trí đặt các loại đồ đạc nội thất khảm xà cừ trong không gian và yêu cầu về vị trí khảm xà cừ trên các loại đồ đạc.

Khảm xà cừ trên những đồ đạc đặt ở vị trí phù hợp trong không gian nội thất:

Vì tính chất trang trí tinh xảo làm điểm nhấn của vật liệu nên khảm trai đối với những đồ đạc trong tầm nhìn mắt thường dễ thấy như các đồ vật kê trên sàn hoặc treo tường trong tầm nhìn tiện nghi của mắt và có thể quan sát gần, nhìn

kỹ các chi tiết của đồ đạc (cao dưới 1,5m). Tránh khảm trai trên các đồ treo trên trần hoặc ở vị trí quá cao bởi các chi tiết khảm trai nhỏ sẽ khó quan sát và cảm nhận được vẻ đẹp của chi tiết ở vị trí cao. Ví dụ: Không nên khảm trai vào các loại chao đèn ốp trần, thả trần vì phần chao đèn khuất sáng lại không thể quan sát làm lãng phí vẻ đẹp của vật liệu hoặc nói cách khác việc khảm trai ở những vị trí như vậy là không cần thiết.

Tránh khảm trai trên các loại đồ đạc chịu ánh nắng trực tiếp hoặc độ ẩm cao. Ví dụ: Không nên khảm xà cừ ở các loại tủ kệ trong nhà vệ sinh, những đồ đạc kê gần vị trí gần cửa sổ hoặc chính các khung cửa và cấu kiện cửa, những đồ đạc kê ngoài ban công như bộ bàn trà v.v.

Nên khảm trai trên những đồ kê ở vị trí ánh sáng tốt mới phát huy được tính thẩm mỹ độc đáo của vật liệu bởi khi nhận đủ ánh sáng, vật liệu khảm trai được phản xạ tạo ra dải màu sắc lấp lánh như cầu vồng. Những diện đồ đạc như cánh tủ, mặt bàn được khảm trai nên bố trí ánh sáng rọi vào bề mặt khảm làm tăng vẻ đẹp của bề mặt đồ và vật liệu.

Những không gian có bố trí chiếu sáng đặc biệt như: vũ trường, quán cafe v.v. hoặc những không gian có độ ẩm cao như spa, xông hơi, tắm trị liệu... thì không nên sử dụng đồ đạc có khảm vật liệu xà cừ.

Tránh kê đồ có khảm xà cừ vào những góc thường xuyên có tác động lực mài mòn, lực va đập, lực uốn nén...



Hình 3.2. Thứ tự vị trí ưu tiên ứng dụng khảm xà cừ trên đồ nội thất



Hình 3.3. Chiếc ghế hiện đại kết hợp nhiều loại vật liệu và được nhấn bằng khảm xà cừ ở phần dựa lưng. Nguồn Internet



Hình 3.4. Những chiếc bàn với hoạ tiết trang trí khảm xà cừ hiện đại. Nguồn Internet

Tránh khảm xà cừ vào các loại đồ đặc thường xuyên tiếp xúc với các dạng chất lỏng như đồ ăn thức uống, hoá chất v.v. phải thường xuyên cọ rửa lau chùi. Trong không gian chật hẹp và nghỉ ngơi (phòng ngủ) không nên lạm dụng khảm xà cừ quá nhiều.

Khảm xà cừ ở những vị trí thích hợp trên đồ đặc

Khảm trai trên những bề mặt dễ thấy và đảm bảo nhận được ánh sáng đủ để phát huy hiệu ứng phản xạ ánh sáng của bề mặt vật liệu. Trong một số trường hợp cần phải kết hợp bố trí các loại đèn thả, đèn rọi mới phát huy hết vẻ đẹp của vật liệu.

Tránh khảm những vị trí đồ thường xuyên chịu lực mài mòn, ma sát, lực uốn nén v.v.

Tránh các diện dùng để ngồi (mặt ngồi của ghế, xem Hình 3.1) hoặc các diện thường xuyên bị che chắn không dễ nhìn thấy v.v.

Tránh khảm trai trên những diện của đồ đặc thường xuyên tiếp xúc với độ ẩm hoặc ánh sáng tự nhiên cường độ cao (mặt tủ bếp, tủ nhà tắm, chân ghế, chân bàn xem Hình

3.1, các đồ đặc gần cửa sổ, ban công ...)

Trên một số đồ đặc nội thất cơ bản (ghế, bàn v.v.), nếu căn cứ vào những lưu ý về vị trí khảm xà cừ thích hợp trên đồ đặc như đã nêu hoàn toàn có thể rút ra nguyên tắc lựa chọn vị trí khảm hữu ích. Xem hình H3.2 ta thấy, những vị trí màu đỏ (chân bàn, chân ghế) không nên khảm xà cừ; Những vị trí màu cam (dựa lưng ghế, mặt ngồi ghế, mặt bàn) nên hạn chế khảm xà cừ; Những vị trí còn lại (màu vàng) thì ưu tiên khảm xà cừ trang trí sẽ mang lại hiệu quả thẩm mỹ và sử dụng cao.

Tỉ trọng khảm xà cừ trên đồ đặc cần phù hợp với công năng và thẩm mỹ tổng thể của không gian:

Trong lối trang trí nhà gỗ truyền thống đồng bằng Bắc Bộ nước ta trước đây, khảm xà cừ được khai thác với mật độ dày, nhiều chi tiết trên các đồ: Hoàn phi câu đối, sập gụ, tủ chè, các loại bàn trà, đôn, ghế, các vật dụng (hộp trang sức, cối trầu v.v.), đồ trang trí (lục bình, tranh khảm xà cừ v.v.). Lối trang trí dày đặc đó phù hợp với quan niệm về cái đẹp và sự sang trọng của người Việt xưa. Tuy nhiên nếu áp dụng lối



Hình 3.5. Khảm xà cừ lên các mặt cánh của tủ đầu giường và mini bar. Nguồn Internet



Hình 3.6. Khảm xà cừ trên đèn ngủ và các đồ decor. Nguồn Internet

trang trí đó trong bối cảnh ngày nay thì không còn phù hợp với nhịp sống và cảm nhận của con người trong không gian sống hiện đại. Vì vậy, tỉ lệ trang trí bằng khảm xà cừ nên được tiết chế hoặc sử dụng làm điểm nhấn để thị giác và tinh thần người thường thức có quãng nghỉ và thư giãn, tránh làm cho không gian có cảm giác bí bách và ngột ngạt [5], [6].

Thiết kế chủ đề/ motif trang trí phù hợp với thị hiếu hiện đại: Một trong những vấn đề lớn cần nghiên cứu và đề xuất tạo nên “đời sống mới” cho vật liệu khảm xà cừ là sự thay đổi của chủ đề/ motif trang trí sao cho phù hợp với thị hiếu thẩm mỹ tiêu dùng hiện đại. Thay vì những đề tài bị ảnh hưởng bởi văn hoá Trung Hoa hoặc khai thác theo lối trang trí cổ thì cần lồng ghép những họa tiết trang trí đơn giản, cổ động và tôn lên vẻ đẹp hiện đại của đồ nội thất [7].

3.2. Một số giải pháp minh họa ứng dụng khảm xà cừ trong trang trí đồ gỗ nội thất hiện đại

Ứng dụng trang trí các bề mặt đồ đạc nội ngoại thất như bàn, ghế, tủ, kệ... thì đặc tính trang trí lại được nhấn mạnh nhiều hơn bởi đường nét, mảng miếng, họa tiết cách điệu. Tùy vào mục đích sử dụng, ta có thể quyết định thiết kế của từng đồ đạc, chất liệu có thể được nhấn vào một bộ phận của đồ đạc hoặc một chi tiết nhỏ trên bề mặt để tạo điểm nhấn thẩm mỹ. Cũng tương tự, hoàn toàn có thể thiết kế đồng bộ chất liệu hay là kết hợp nhiều các loại chất liệu vật liệu khác nhau, cả vật liệu tự nhiên và vật liệu nhân tạo [8]; Ngoài những nguyên tắc về việc trang trí bề mặt đồ đạc nội thất bằng các loại vật liệu nói chung như vừa nêu trên, bài viết nhấn mạnh việc lưu ý những tính chất đặc trưng của vật liệu khảm xà cừ để khai thác tối đa các ưu điểm và hạn chế

các nhược điểm của vật liệu, hỗ trợ tối đa cho công năng sử dụng và giá trị thẩm mỹ của loại đồ đạc đó trong không gian nội thất.

Khi ứng dụng khảm xà cừ trong trong trang trí đồ đạc cũng cần có sự đánh giá tổng quan về không gian trên các khía cạnh cơ bản như chức năng và thẩm mỹ của không gian đó để quyết định việc có sử dụng hoặc không sử dụng đồ đạc khảm xà cừ, khảm xà cừ với tỉ trọng như thế nào để đạt được hiệu quả tốt nhất và đặc biệt cần có sự thống nhất, đồng bộ về ngôn ngữ tạo hình trang trí khảm xà cừ trong một không gian. Nhìn chung sự tính toán đó là cần thiết trong bất cứ dự án nào, người làm thiết kế cũng cần đạt hiệu quả tổng thể. Và để đạt được hiệu quả tổng thể, trong nhiều trường hợp cần cân nhắc đưa khảm xà cừ vào một chi tiết nhấn trong không gian chứ không nên lạm dụng dàn trải.

Thực tế, những đồ đạc khảm xà cừ trên thị trường hiện nay thường có giá trị kinh tế cao, phục vụ khách hàng thuộc phân khúc cao cấp. Nhưng lại chưa thực sự được ưa chuộng rộng rãi đặc biệt rất hạn chế xuất hiện trong những không gian sang trọng hiện đại. Tuy nhiên việc tiếp cận những công trình này đòi hỏi một tầm nhìn thị trường làm nền tảng phát

huy sự sáng tạo và khai thác khảm xà cừ ở những góc độ mới mẻ và ưu việt hơn.

• Khảm xà cừ lên ghế

Có thể đồng bộ hoặc phối hợp các loại chất liệu vật liệu khác nhau để phát huy được sự thích dụng và thẩm mỹ của đồ đạc. Không chỉ sử dụng gỗ khảm xà cừ, chiếc ghế hiện đại có thể kết hợp với các vật liệu da, vải, nỉ v.v để bọc phần mặt ngồi thân thiện, thích dụng (hơn) so với chiếc ghế hoàn toàn làm bằng gỗ, các chi tiết trang trí khảm xà cừ được thực hiện trên phần dựa lưng trở thành điểm nhấn tạo nên sự độc đáo của sản phẩm (Hình 3.3)

• Khảm xà cừ lên bàn

Khi ứng dụng trang trí khảm xà cừ lên các bề mặt đồ đạc nội thất hiện đại thì cần chú trọng thứ nhất là các đường nét, motif trang trí phải phù hợp thị hiếu của người sử dụng. Trong hình Hình 3.4. Các họa tiết khảm xà cừ trên bàn đều đã được cách điệu trở thành các đường nét trang trí hiện đại, cổ động và hoàn toàn phù hợp với các không gian nội thất đương đại.

• Khảm xà cừ lên các loại tủ

• Khảm xà cừ lên đồ trang trí, vật dụng và đồ đạc khác

Chú trọng vào công năng sử dụng của đồ đạc cũng như tính chất của khảm xà cừ để chọn lựa những vị trí khảm xà cừ cho phù hợp là nguyên tắc quan trọng nhất mà tác giả muốn nhấn mạnh (Hình 3.5, Hình 3.6)

Kết luận: Việc khai thác những giá trị truyền thống vào những thiết kế nội thất đương đại hay nói cách khác chính

là khiến cho truyền thống trở nên gần gũi trong đời sống thường ngày, trước hết là nhiệm vụ của những nhà nghiên cứu và người thực hành thiết kế. Nghệ thuật khám trai là một trong số những giá trị truyền thống cần được lưu giữ và truyền tải vào đời sống thông qua các nghiên cứu khoa học và thiết kế sản phẩm thực tế. “Đánh giá đặc tính của khám xà cừ truyền thống ứng dụng trong trang trí đồ gỗ nội thất hiện đại” chính là những cơ sở lý thuyết đặt vấn đề, dẫn dắt

nhà thiết kế, nhà sản xuất vận dụng trong công việc thiết kế và sản xuất sản phẩm đồ nội thất khám xà cừ hiện đại. Bằng cách vận dụng đó, không chỉ giúp nghề khám xà cừ có thêm những hướng phát triển mới mà còn khiến cụm ngành thiết kế, sản xuất đồ đạc nội thất Việt phát huy được những giá trị truyền thống đặc trưng, cạnh tranh trước hết ngay chính trên thị trường nội địa hiện đang chiếm ưu thế bởi những thương hiệu nước ngoài./.

Tài liệu tham khảo

1. Henri Gourdon (Trương Quốc Toàn dịch), *Nghệ thuật xứ An Nam*, Nxb Thế giới & Nhã Nam, 2017.
2. Sylvie Fanchette, Nicholas Stedman, *Khám phá các làng nghề*, 2020.
3. Nhiều tác giả, *Nghệ thuật Việt nam*, Nxb Kim Đồng, 2021.
4. Ngô Minh Thịnh, Nguyễn Tuấn Hải, *Thiết kế nội thất*, Sách phục vụ đào tạo Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2022.
5. Bộ Khoa học và Công nghệ, *Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10772-1:2015 – Tiêu chuẩn quốc gia về Đồ nội thất*, 2015.
6. Bộ Khoa học và Công nghệ, *Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN5373:2020 – Tiêu chuẩn quốc gia về Đồ gỗ nội thất*, 2020.
7. James E Patterson, Pearl Inlay: *An instruction manual for inlaying abalone and mother-of-pearl*, published by Stewart-MacDonald, 2014.
8. Nguyễn Thanh Vân, *Ứng dụng chất liệu truyền thống của hội họa trong nội thất nhà ở Việt Nam đương đại*, Bài đăng trên tạp chí Kiến trúc số 08/2022.

Ứng dụng thiết kế đồ họa môi trường (EGD)...

(tiếp theo trang 8)

- Nội thất không gian văn phòng làm việc có sự kết hợp tổng hòa giữa tính khoa học của quản trị bộ máy tổ chức, tính kinh tế và thương mại, tính nghệ thuật và văn hóa. Yếu tố thiết kế đồ họa môi trường sử dụng trong nội thất không gian văn phòng làm việc cần đáp ứng được tất cả các tính chất trên.

- Phương pháp tích hợp thiết kế đồ họa môi trường trong thiết kế nội thất

- Với phần lớn các dự án nội thất văn phòng làm việc, bản sắc thương hiệu, văn hoá doanh nghiệp là một phần của nhiệm vụ cơ bản trong nhiệm vụ thiết kế nội thất. Thiết kế đồ họa môi trường vì vậy nên được quan tâm và thiết kế đồng bộ ngay từ khâu lập nhiệm vụ thiết kế, xây dựng và phát triển ý tưởng nội thất.

- Sự thành công về tạo hình thẩm mỹ của một dự án thiết kế nội thất văn phòng phần lớn dựa trên tiêu chí triết lý thẩm mỹ, phong cách thiết kế, các thủ pháp tạo hình và các giải pháp công nghệ. Với các dự án đơn giản, các nhà thiết kế nội thất hoàn toàn có thể chủ động đảm nhiệm toàn bộ quá trình tích hợp đồ họa môi trường trong thiết kế nội thất. Với các dự án phức tạp trong khai thác EGD, cần có sự kết hợp làm việc liên ngành giữa nhóm chuyên gia nội thất và chuyên gia đồ họa. Toàn bộ quá trình làm việc cần có sự

thống nhất và kiểm soát dưới sự điều hành của chủ nhiệm đồ án nội thất.

- Sự sáng tạo trong thiết kế nội thất cũng cần sự sáng tạo trong phương pháp biểu đạt thông tin thị giác. Việc sao chép các công thức thiết kế đồ họa thuần túy vào trong thiết kế nội thất thường làm mất tính đổi mới sáng tạo nghề nghiệp của ngành thiết kế nội thất. Các yếu tố đồ họa vì vậy cần có sự chất lọc, cách điệu, tiết chế và sắp đặt theo quá trình phát triển thiết kế sáng tạo.

5. Kết luận và bàn luận

- Đã đến lúc hạng mục thiết kế đồ họa môi trường (EGD) cần có sự quan tâm và trở thành một trong những hạng mục công việc riêng trong hồ sơ thiết kế nội thất. Một dự án nội thất thành công đòi hỏi sự đầu tư nghiên cứu, phát triển và hoàn thiện các yếu tố đồ họa môi trường. Cần có sự đầu tư nhân lực và tài chính cho những hạng mục công việc trên.

- Với tính chất làm việc liên ngành, hạng mục thiết kế đồ họa môi trường cần có sự tham gia của các chuyên gia đồ họa môi trường, chuyên gia thiết kế mỹ thuật làm việc kết hợp trong nhóm tư vấn thiết kế kiến trúc và nội thất.

- Cần quan tâm bổ sung khối kiến thức đồ họa môi trường cơ bản trong quá trình đào tạo và hoạt động nghề nghiệp thiết kế nội thất./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hồng Ngọc, *Thiết kế đồ họa Việt Nam trong liên hệ với mỹ thuật truyền thống*, Luận án tiến sĩ Nghệ Thuật, Viện Văn hóa Nghệ thuật Quốc gia Việt Nam, Hà Nội, 2016.
2. Chris Calori, David Vanden-Eynden, *Signage and Wayfinding Design*, John Wiley & Sons, Printed in Great Britain, 2015.
3. Richard Poulin, *Graphic design + Architecture – A 20th century history*, Rockport, USA, 2012.
4. Amy E. Arntson, *Graphic Design Basics*, Clark Baxter, USA, 2012.
5. Jeremy Aynsley, *A century of graphic design*, Mitchell Beazley, USA, 2001.
6. Phillip B. Meggs & Alston W Purvis, *History of graphic design*, Wiley, USA, 2016.
7. Rana Kutlu “Interdisciplinary interaction in design – Relation Between graphic an interior design”, *International Journal of Science, Technology and Society*, 2016, (Online)
8. Caroline Eubanks, “Office Design Trends Through the Decades”, *Architectural Digest*, 2023, [Online] Available: architecturaldigest.com, 08.08.2024.
9. Kelsey Hansen and Anne Noyes Saini, “A Brief History of the Modern Office”, *Harvard Business Review*, 2020, [Online] Available: hbr.org, 08.08.2024.

Mô phỏng môi trường gió ngoài trời tại chung cư HH Linh Đàm, quận Hoàng Mai, TP Hà Nội

Outdoor wind environment simulation of HH Linh Dam Apartments in Hoang Mai District, Hanoi

Nguyễn Văn Hiệu

Tóm tắt

Phát triển công trình xanh là một xu hướng tiên tiến đã và đang được thúc đẩy trong thiết kế kiến trúc xây dựng tại nhiều quốc gia trong đó có Việt Nam. Các công trình sẽ được thiết kế xây dựng và vận hành theo các tiêu chí, như địa điểm bền vững, sử dụng hiệu quả tài nguyên, tạo không gian cây xanh trong giải pháp thiết kế, tiết kiệm năng lượng, sử dụng vật liệu thân thiện môi trường, chú trọng giải pháp giảm trừ ô nhiễm môi trường,...[1]. Môi trường gió ngoài trời và thông gió tự nhiên của công trình là một chỉ số quan trọng trong tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh cần được nghiên cứu cụ thể. Bài viết này giới thiệu tổng quan về dự án Khu chung cư HH LINH ĐÀM, quận Hoàng Mai, thành phố Hà Nội. Sử dụng phương pháp tính toán động lực học chất lỏng để tiến hành tính toán và phân tích số môi trường gió ngoài trời của khu chung cư, đồng thời tiến hành tính toán và mô phỏng số các thông số của môi trường gió ngoài trời của khu chung cư HH Linh Đàm vào mùa hè, mùa đông và các mùa chuyển tiếp.

Từ khóa: Công trình xanh, khu chung cư, môi trường gió ngoài trời, mô phỏng số, PHOENICS

Abstract

Green building development is an advanced trend that has been promoted in architectural design in many countries, including Vietnam. The projects will be designed, constructed and operated based on criteria such as sustainable locations, efficient use of resources, incorporation of green spaces in design solutions, energy savings, use of environmentally friendly materials, focusing on solutions to reduce environmental pollution, etc. The outdoor wind environment and natural ventilation of the building are important indicators in green building assessment standards that need to be specifically studied. This paper introduces the project overview of HH LINH DAM Apartment Complex in HOANG MAI District, Hanoi city. The computational fluid dynamics method is used to numerically calculate and analyze the outdoor wind environment of the apartment complex as well as to simulate and evaluate the wind conditions around the complex in summer, winter, and transitional seasons.

Key words: Green building, apartment area, outdoor wind environment, numerical simulation, PHOENICS

ThS. Nguyễn Văn Hiệu

Bộ môn Nội thất, khoa Nội thất

Email: vanhieuarhitect@gmail.com

ĐT: 0983986002

Ngày nhận bài: 24/8/2024

Ngày sửa bài: 16/9/2024

Ngày duyệt đăng: 16/9/2024

1. Tổng quan dự án

Giới thiệu dự án: Dự án xây dựng chung cư HH Linh Đàm tọa lạc tại cửa ngõ trung tâm quận Hoàng Mai, Thành phố Hà Nội, Việt Nam. Nơi đây có điều kiện tự nhiên tốt và không gian sống trong lành. Đây được coi là vị trí đắc địa ở Hà Nội.

Dự án được xây dựng trên khu đất CC6 và có 12 tòa chung cư trên 4 khối để chính. Chủ đầu tư là Công ty Xây dựng tư nhân số 1 Lai Châu. Chung cư HH Linh Đàm được xây dựng với quy mô 0.4ha, mật độ xây dựng 40%.

Vị trí: Phía Đông dự án giáp công viên cây xanh và bể bơi ngoài trời tại khu đô thị Linh Đàm. Phía Tây là đường Nguyễn Hữu Thọ, giáp khu nhà thấp tầng, nhà phố, biệt thự. Phần phía Nam của dự án giáp sân bóng đá Linh Đàm và Công viên sinh thái. Phía Bắc dự án giáp công viên Linh Đàm, mặt chính hồ Linh Đàm [2].

2. Cơ sở đánh giá

2.1. Cơ sở đánh giá

Cho đến nay, ở Việt Nam chưa có tiêu chuẩn quốc gia về đánh giá công trình xanh. Việt Nam là quốc gia giáp Nam Trung Quốc, khí hậu hai nước có nhiều đặc điểm giống nhau. Vì vậy, trong bài viết này, một số tiêu chuẩn công trình xanh của Trung Quốc đã được áp dụng để đánh giá dự án này.

Dự án này tham gia đánh giá công trình xanh chủ yếu dựa trên các tiêu chuẩn và thông tin sau:



Hình 1. Bản đồ vị trí



Hình 2. Hình ảnh dự án (Nguồn: Tin Tức)

- (1) Thông tin thiết kế bản vẽ thi công công trình;
 (2) “Tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh” của Trung Quốc (GB50378-2014);
 (3) Tài liệu khí tượng Hà Nội, Việt Nam.

2.2. Các chỉ số tham khảo đánh giá môi trường gió ngoài trời

Việt Nam với vị trí địa lý là quốc gia láng giềng, tiếp giáp với Trung Quốc, một số điều kiện về tự nhiên và khí hậu có sự tương đồng. Vì vậy tác giả sử dụng tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh GB50378-2014 của Trung Quốc để đánh giá môi trường gió ngoài trời cho công trình.

Tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh GB/T 50378-2014 của Trung Quốc gồm năm hạng mục chính là tiết kiệm đất và môi trường ngoài nhà, tiết kiệm năng lượng và sử dụng năng lượng, tiết kiệm nước và sử dụng tài nguyên nước, tiết kiệm vật liệu và sử dụng tài nguyên vật liệu và chất lượng môi trường trong nhà. Mỗi hạng mục này bao gồm nhiều tiêu chí cụ thể, với tổng điểm cho mỗi hạng mục là 100 điểm. Tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh được chia thành ba cấp độ một sao, hai sao và ba sao. Công trình xanh ở ba cấp độ đều phải đáp ứng tất cả các hạng mục trong tiêu chuẩn và điểm của từng loại chỉ số không được thấp hơn 40 điểm. Khi tổng điểm của công trình đạt lần lượt trong khoảng từ 50 điểm, 60 điểm và 80 điểm trở lên thì hạng của công trình xanh lần

lượt là một sao, hai sao và ba sao. Số điểm cụ thể cho hạng mục tiết kiệm đất và môi trường ngoài nhà được thể hiện trong bảng 1 [3]:

Trong “Tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh” (GB50378-2014) có các yêu cầu sau đối với môi trường gió ngoài trời:

Môi trường gió bên trong khu vực thuận lợi cho việc đi bộ ngoài trời, các hoạt động thoải mái và thông gió tự nhiên của tòa nhà. Tổng điểm đánh giá là 6 điểm và đáp ứng các điều kiện sau:

I. Trong điều kiện tốc độ và hướng gió điển hình vào mùa đông, điểm số được tính điểm và tích lũy theo các quy tắc sau:

1) Nếu tốc độ gió tại khu vực dành cho người đi bộ xung quanh tòa nhà nhỏ hơn 5m/s và hệ số khuếch đại tốc độ gió ngoài trời nhỏ hơn 2 thì được tính 2 điểm;

2) Ngoại trừ dãy nhà đầu tiên hướng gió, chênh lệch áp suất gió giữa mặt đón gió và mặt khuất gió của nhà không lớn hơn 5Pa được tính 1 điểm;

II. Trong điều kiện tốc độ và hướng gió điển hình trong mùa chuyển tiếp và mùa hè, điểm số sẽ được tính riêng và tích lũy theo nguyên tắc sau:

1) Nếu khu vực hoạt động của con người tại địa điểm không có xoáy hoặc không có gió, sẽ được cộng 2 điểm;

Bảng 1. Tiết kiệm đất và môi trường ngoài nhà

Tiêu chí	Tên mục	Quy định tiêu chuẩn	Điểm
Kiểm soát	4.1.1	Việc lựa chọn địa điểm dự án phải tuân thủ quy hoạch đô thị và nông thôn của địa phương, đồng thời phải tuân thủ các yêu cầu kiểm soát xây dựng để bảo vệ các khu bảo tồn và di tích văn hóa lịch sử	
	4.1.2	Địa điểm xây dựng không có các mối đe dọa về thiên tai như lũ lụt, lở đất, các mối đe dọa từ hóa chất độc hại, nguồn dễ cháy nổ và không có bức xạ điện từ	
	4.1.3	Không xả quá nhiều chất gây ô nhiễm ra khu vực xung quanh	
	4.1.4	Quy hoạch và bố trí công trình phải đáp ứng tiêu chuẩn về hướng nắng và không ảnh hưởng đến tiêu chuẩn hướng nắng của các công trình xung quanh	
Sử dụng đất	4.2.1	Sử dụng đất tiết kiệm	19
	4.2.2	Thiết kế không gian xanh trong khu đất	9
	4.2.3	Thiết kế và sử dụng hợp lý không gian ngầm	6
Môi trường ngoài nhà	4.2.4	Thiết kế kiến trúc và chiếu sáng	4
	4.2.5	Tiếng ồn trong khu vực đáp ứng tiêu chuẩn về chất lượng môi trường âm thanh	4
	4.2.6	Môi trường gió bên trong khu đất thuận lợi cho việc đi bộ ngoài trời, các hoạt động thoải mái và thông gió tự nhiên của công trình	6
	4.2.7	Các bước giảm cường độ đảo nhiệt	4
Phương tiện giao thông và dịch vụ công cộng	4.2.8	Khu đất tiếp cận dễ dàng với các phương tiện giao thông công cộng	9
	4.2.9	Các lối đi cho người đi bộ được thiết kế không có rào chắn	3
	4.2.10	Bố trí chỗ đỗ xe hợp lý	6
	4.2.11	Cung cấp thuận tiện các dịch vụ công cộng	6
Địa điểm và hệ sinh thái	4.2.12	Việc lựa chọn địa điểm và bố trí công trình phải dựa trên địa hình hiện trạng tự nhiên của khu vực, thăm thực vật trong khu vực được bảo vệ bằng các biện pháp bù đắp môi trường sinh thái như trả lại diện tích cây xanh trên bề mặt công trình	3
	1.2.13	Tận dụng tối đa không gian khu đất để xây dựng hệ thống cơ sở hạ tầng hợp lý tận dụng nguồn nước mưa	9
	4.2.14	Thiết kế hệ thống kiểm soát nước mưa	6
	4.2.15	Thiết kế lựa chọn phương án bố trí cây xanh một cách khoa học	6
TỔNG			100

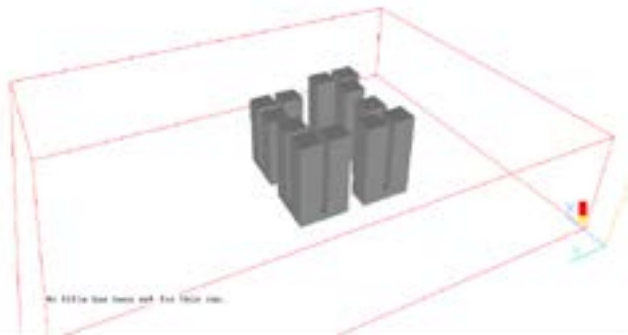
2) Nếu chênh lệch áp suất gió giữa bề mặt trong nhà và ngoài trời của hơn 50% số cửa sổ có thể mở được lớn hơn 0,5Pa thì sẽ được tính 1 điểm.

Đặc điểm luồng gió xung quanh công trình là khi thổi đến công trình, gió bị phân tán tại các cạnh của công trình tạo nên các vùng đón gió có áp lực dương, vùng khuất gió có áp lực âm. Có hai hình thức thông gió tự nhiên chính. Thứ nhất, thông gió nhờ áp lực khí động (wind driven ventilation). Chuyển động của khối không khí được tạo ra do sự chênh lệch áp suất mặt đón gió (áp lực dương) và mặt khuất gió (áp lực âm). Nếu trên các bề mặt công trình có khoảng mở, theo nguyên lý cân bằng áp suất, gió sẽ đi xuyên qua. Thứ hai, thông gió nhờ áp lực nhiệt (stack ventilation, bouyancy driven ventilation). Chuyển động của khối không khí được tạo ra do sự chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài công trình; không khí ở nơi có nhiệt độ cao sẽ chuyển động lên cao và không khí ở nơi có nhiệt độ thấp hơn tràn vào chiếm chỗ [4]. Vì vậy việc công trình thông gió tự nhiên tốt sẽ tạo tiện nghi cho người sử dụng, tiết kiệm năng lượng dùng cho các thiết bị thông gió, làm mát, làm sạch không khí.

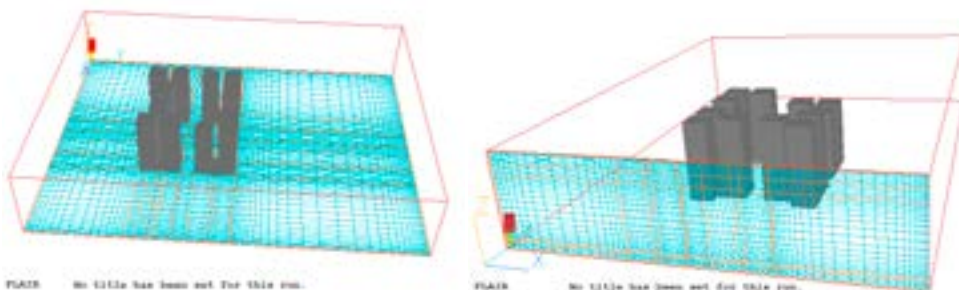
3. Phân tích kỹ thuật

3.1 Phần mềm phân tích

Mô phỏng này sử dụng phần mềm tính toán động lực học chất lỏng phoenics. Phần mềm này là phần mềm CFD đa năng của Anh để mô phỏng quá trình truyền nhiệt, dòng chảy, phản ứng hóa học và quá trình đốt cháy. Phần mềm này có lịch sử hơn 30 năm và là phần mềm của thế giới. Bộ đầu tiên của động lực học chất lỏng tính toán và phần mềm thương mại để truyền nhiệt tính toán, tên của nó bắt nguồn từ tên viết tắt của Chuỗi mã tích hợp số Parabolic Hyperbolic Or Elliptic Numerical Integration Code Series. PHOENICS cung cấp ba bộ hệ tọa độ: Hệ tọa độ Descartes, hệ tọa độ trụ và hệ tọa độ phù hợp với vật thể, có thể được sử dụng để giải quyết các dòng chảy có thể nén hoặc không nén, trạng thái ổn định hoặc nhất thời một pha hoặc nhiều pha trong không gian một chiều, hai chiều và ba chiều [5].



Hình 3. Mô hình ngoài trời chung cư HH Linh Đàm



Hình 4. Bố trí lưới mô phỏng môi trường gió ngoài trời chung cư HH Linh Đàm

3.2 Thiết lập điều kiện biên ngoài trời

3.2.1 Phân tích khí tượng khu vực Hà Nội

Hà Nội có khí hậu nhiệt đới với mùa hè ẩm, nóng và mưa nhiều, mùa đông lạnh và khô. Vì Hà Nội nằm ở vùng nhiệt đới nên quanh năm nhận được rất nhiều bức xạ mặt trời. Bức xạ trung bình năm ở Hà Nội khoảng 120kcal/cm³, nhiệt độ trung bình năm là 24,9°C [6].

Hướng và tốc độ gió chính trong mùa đông và mùa hè được thiết lập dựa trên các thông số điều kiện khí tượng ngoài trời trên khu vực Hà Nội trong “Bộ dữ liệu khí tượng đặc biệt phân tích môi trường nhiệt tòa nhà Việt Nam”.

Hướng gió chủ đạo ở thành phố Hà Nội trong mùa hè là hướng Đông Nam (TN). Tốc độ gió trung bình mùa hè là 3,2m/s; hướng gió chiếm ưu thế vào mùa đông là hướng Đông Bắc (ĐB), có tốc độ gió trung bình là hướng gió lớn nhất, mùa đông là 2,6m/s; hướng gió chủ đạo trong mùa chuyển tiếp là hướng Tây Bắc (Tây Bắc), tốc độ gió chuyển tiếp trung bình theo mùa là 2,1m/s. Tốc độ và hướng gió trong năm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Tốc độ gió trong năm ở Hà Nội

Mùa	Hướng gió	Tốc độ gió (m/s)
Mùa hè	Đông Nam	3.2
Mùa đông	Đông Bắc	2.6
Mùa chuyển tiếp	Tây Bắc	2.1

3.2.2 Độ dốc gió đô thị

Điều kiện biên cho mô phỏng môi trường gió ngoài trời là độ dốc gió đô thị, được tính theo công thức sau:

$$v = v_0 \left[\frac{h}{h_0} \right]^n$$

Trong đó: v - Tốc độ gió ở độ cao h , m/s

v_0 -Tốc độ gió ở độ cao tham chiếu (lấy độ cao tiêu chuẩn là 10m), m/s; mùa hè lấy 3,2m/s; Hướng gió đông nam; mùa đông lấy 2,6m/s, hướng gió đông bắc;

n -số mũ, chủ yếu liên quan đến độ nhám mặt đất và độ dốc dọc của nhiệt độ của vị trí đo Theo "Quy tắc kỹ thuật để đánh giá công trình xanh", giá trị ở các vùng ngoại ô đô thị là 0,22 [7].

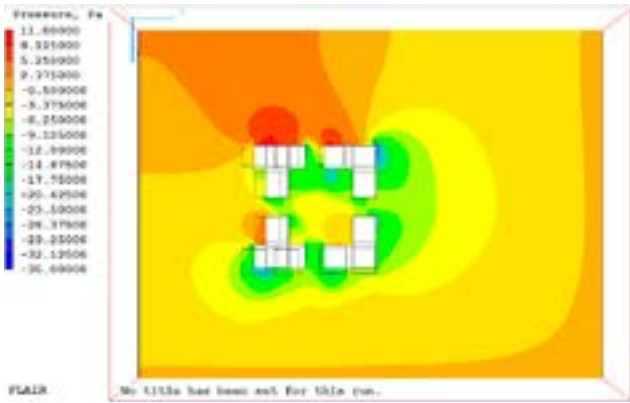
4. Quá trình phân tích

4.1 Xây dựng mô hình

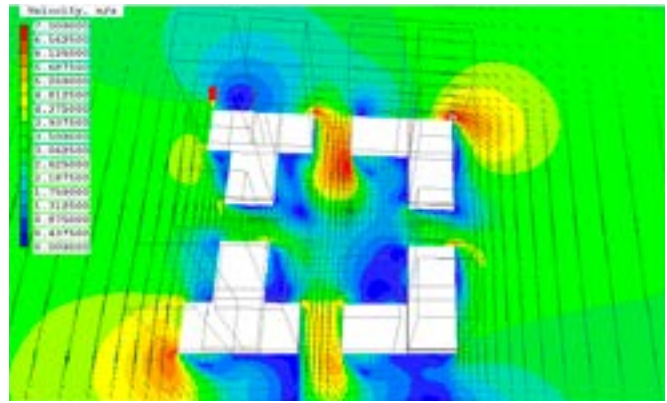
Mô hình dùng để mô phỏng môi trường gió ngoài trời của dự án chung cư HH Linh Đàm được thể hiện trên Hình 3. Phạm vi mô hình là khu vực đặt dự án (khu vực xung quanh dự án là bãi đất trống, xung quanh không có tòa nhà, công trình nào khác có tác động đến môi trường gió của khu vực).

Chiều cao dành cho người đi bộ ngoài trời là 1,50m.

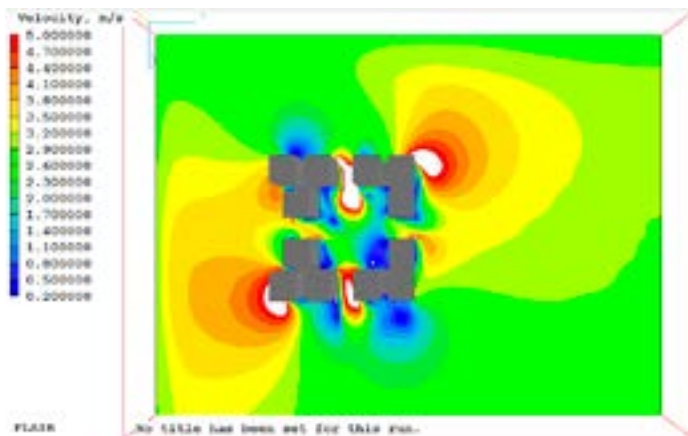
Mô hình tòa nhà được mô hình hóa bằng CAD, sau đó mô hình tòa nhà được nhập vào phần mềm tính toán CFD PHOENICS để mô phỏng số dòng chảy ba chiều để thu được trường dòng chảy xung quanh tòa nhà và phân bố áp suất trên



Hình 5. Biểu đồ áp suất gió ở độ cao 1,5 mét



Hình 6. Biểu đồ vectơ tốc độ gió ở độ cao 1,5 mét



Hình 7. Sơ đồ thang màu của hệ số khuếch đại tốc độ gió ở độ cao 1,5 mét (NE, 0,2 ~ 5m/s)

bề mặt tòa nhà [8]. Kết quả tính toán được xác minh bằng phần mềm. Để đơn giản hóa việc lập mô hình, mô hình đã được đơn giản hóa một cách hợp lý và một số thành phần có tác động nhỏ đến sự phân bố áp lực gió đã bị bỏ qua.

Sau khi mô hình ba chiều được thiết lập, lưới được chia theo kích thước tòa nhà, như trong Hình 4. Tổng số lưới là 10.000. Chất lượng lưới tốt và đáp ứng yêu cầu về độ chính xác tính toán.

4.2 Phân tích kết quả mô phỏng

4.2.1 Mùa đông

(1) Phân tích trường gió ở độ cao dành cho người đi bộ

Kết quả mô phỏng môi trường trong nhà và ngoài trời tại

khu vực được thể hiện trong hình dưới đây. Từ kết quả mô phỏng có thể thấy rằng dưới gió đông bắc chiếm ưu thế, áp lực gió ở độ cao dành cho người đi bộ ngoài trời nằm trong khoảng từ -17 đến 11 Pa, giảm dần từ hướng đông bắc xuống tây nam. Áp lực gió lớn nhất ở phía đông bắc và phía tây nam. Áp lực gió ở phía khuất gió của tòa nhà nhỏ hơn. Tốc độ gió ở một số khu vực dành cho người đi bộ ngoài trời lớn hơn 5m/s. Hệ số khuếch đại tốc độ gió lớn hơn 2. Không đáp ứng yêu cầu “tốc độ gió ở khu vực dành cho người đi bộ xung quanh tòa nhà nhỏ hơn 5m/s và hệ số khuếch đại tốc độ gió ngoài trời nhỏ hơn 2”.

(2) Phân tích áp lực gió ở phía đón gió và đón gió của công trình

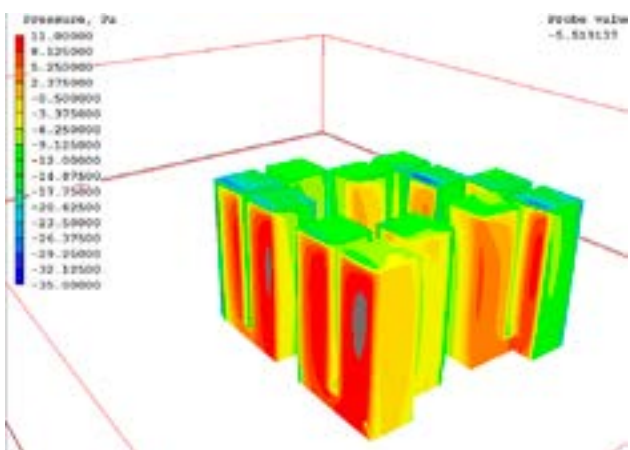
Ngoại trừ dây nhà đầu tiên đón gió, chênh lệch áp suất gió giữa mặt đón gió và mặt khuất gió của nhà đều lớn hơn 5Pa. Không đáp ứng yêu cầu “ngoại trừ dây nhà đầu tiên đón gió, chênh lệch áp suất gió giữa mặt đón gió và mặt khuất gió của nhà không được vượt quá 5Pa”.

Đối với các khu vực có tốc độ gió cao ở phía đông bắc của khu vực, nên bố trí cây xanh và cây xanh hợp lý trong các khu vực hoạt động của người đi bộ để giảm tốc độ gió ở những khu vực này và đảm bảo sự thoải mái cho người đi bộ ngoài trời.

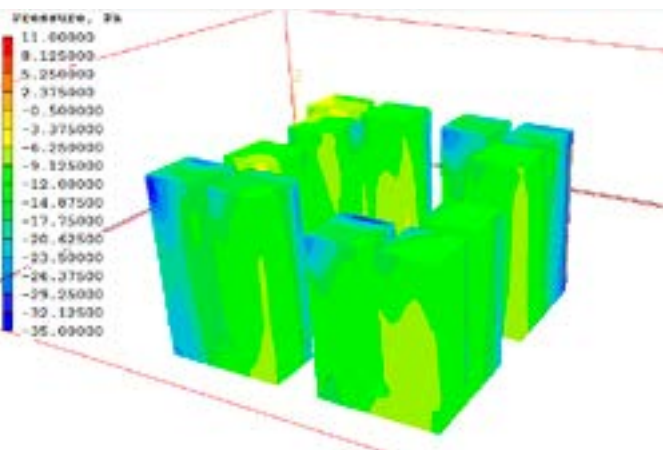
4.2.2 Mùa hè

(1) Phân tích trường gió ở độ cao dành cho người đi bộ

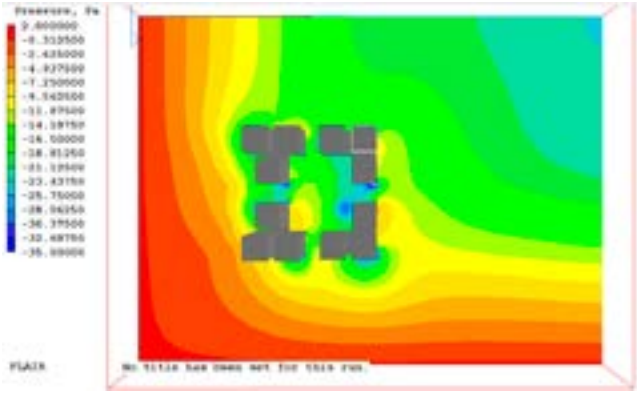
Khi hướng gió chủ đạo là đông nam, kết quả mô phỏng môi trường gió trong khu vực được thể hiện trong các hình sau. Từ hình vẽ có thể thấy rằng dưới hướng gió Đông Nam



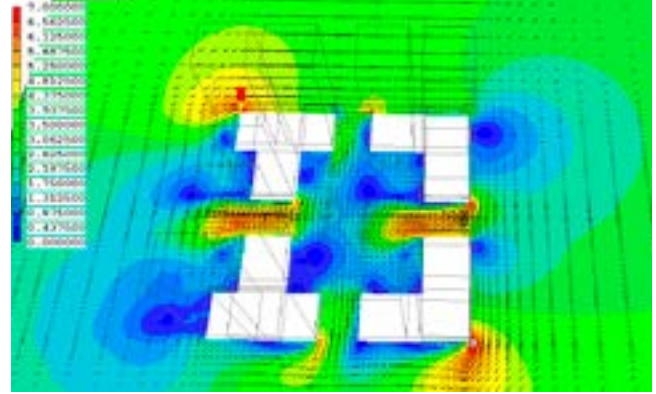
Hình 8. Biểu đồ áp lực gió ở phía đón gió (Tây Nam)



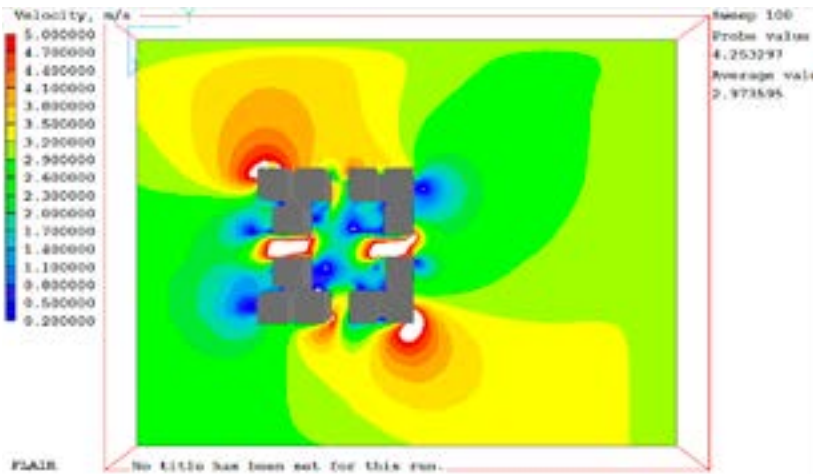
Hình 9. Biểu đồ áp lực gió ở phía khuất gió (Đông Bắc)



Hình 10. Sơ đồ áp suất gió ở độ cao 1,5 mét



Hình 11. Biểu đồ vectơ tốc độ gió ở độ cao 1,5 mét (0~7m/s)



Hình 12. Biểu đồ gradient màu của tốc độ gió ở độ cao 1,5 mét (SW, 0,2 ~ 5 m/s)

chiếm ưu thế, áp lực gió ở khu vực hoạt động dành cho người đi bộ ngoài trời là khoảng -14~1Pa, giảm dần từ Đông Nam sang Tây Bắc. Tốc độ gió tại khu vực hoạt động dành cho người đi bộ ở một số địa điểm ngoài trời của tòa nhà lớn hơn 5m/s. Như có thể thấy trong Hình 12, khu vực trong khu vực có tốc độ gió nhỏ hơn 0,2m/s là nhỏ hơn 5%. Nó không đáp ứng yêu cầu “không có vùng xoáy, không có gió trong khu vực hoạt động của con người tại địa điểm”.

(2) Phân tích áp lực gió bên trong và bên ngoài cửa sổ bên ngoài

Sự chênh lệch giữa áp lực gió ở phía đón gió của tòa nhà và áp suất gió ở phía khuất gió của tòa nhà là -2~11Pa.

Khả năng thông gió tự nhiên trong nhà không tốt. Hơn 15% mặt tiền tòa nhà có độ dày trên 0,5Pa. Nó không đáp ứng yêu cầu “chênh lệch áp suất giữa bề mặt trong nhà và ngoài trời của hơn 50% số cửa sổ bên ngoài có thể mở được lớn hơn 0,5Pa”.

4.3.2 Mùa chuyển tiếp

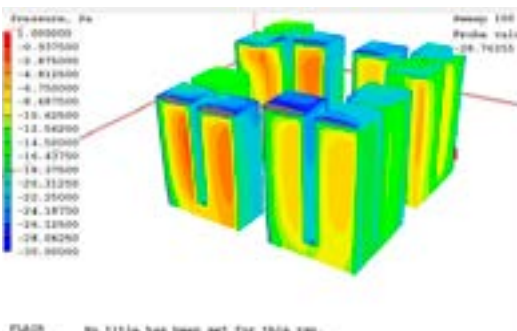
(1) Phân tích trường gió ở độ cao dành cho người đi bộ

Khi hướng gió chủ đạo là hướng Tây Bắc, kết quả mô phỏng môi trường gió trong khu vực được thể hiện trong các hình bên dưới. Từ hình vẽ có thể thấy rằng dưới hướng gió Tây Bắc chiếm ưu thế, áp lực gió ở khu vực hoạt động dành cho người đi bộ ngoài trời là khoảng -2~11Pa, giảm dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Tốc độ gió tại khu vực hoạt động dành cho người đi bộ ở một số địa điểm ngoài trời của tòa nhà lớn hơn 5m/s. Như có thể thấy trên Hình 18, diện tích khu vực có

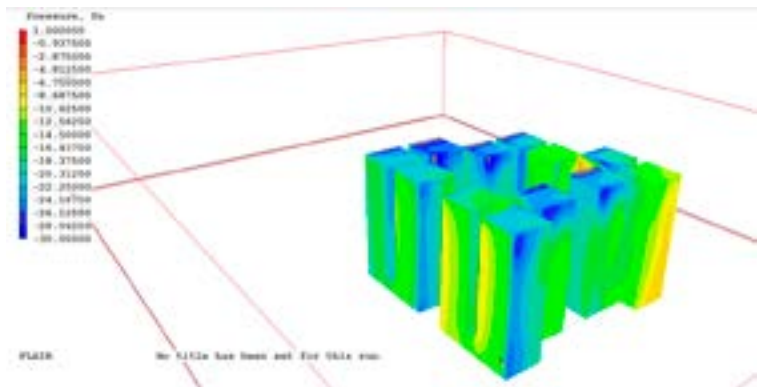
tốc độ gió nhỏ hơn 0,2m/s (phần màu trắng trong hình) nhỏ hơn 5%. Đáp ứng yêu cầu “không có vùng xoáy, không có gió trong khu vực sinh hoạt của con người trong địa điểm (tỷ lệ diện tích khu vực sinh hoạt của con người trong địa điểm có tốc độ gió nhỏ hơn 0,2m/s là nhỏ hơn hoặc bằng đến 5%)” sẽ được cộng 2 điểm.

(2) Phân tích áp lực gió bên trong và bên ngoài cửa sổ bên ngoài

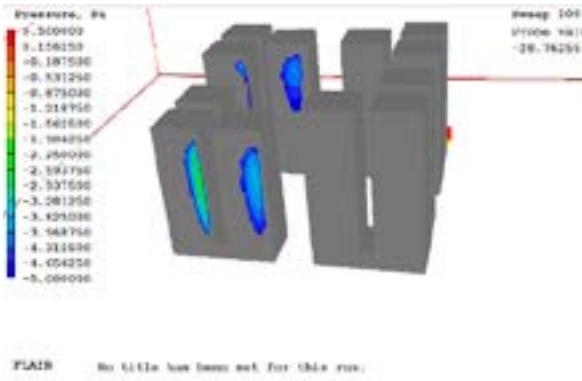
Sự chênh lệch giữa áp lực gió ở phía đón gió của tòa nhà và áp suất gió ở phía khuất gió của tòa nhà là -2~11Pa. Tiềm năng thông gió tự nhiên trong nhà là tốt và giá trị áp



Hình 13. Biểu đồ áp lực gió ở phía đón gió



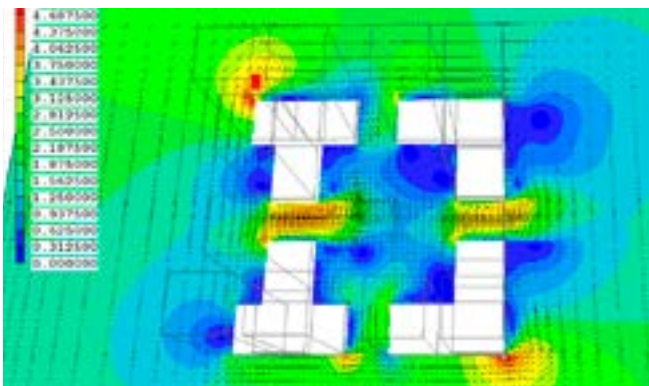
Hình 14. Biểu đồ áp lực gió ở phía khuất gió



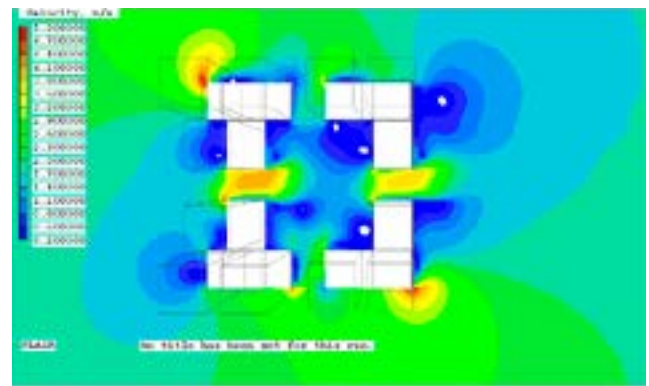
Hình 15. Mặt tiền tòa nhà không đáp ứng chênh lệch áp suất gió giữa bề mặt trong và ngoài nhà là 0,5Pa



Hình 16. Biểu đồ áp suất gió ở độ cao 1,5 mét



Hình 17. Biểu đồ vectơ tốc độ gió ở độ cao 1,5 mét (0 ~ 5m/s)



Hình 18. Biểu đồ tốc độ gió ở độ cao 1,5 mét (0,2 ~ 5m/s)

suất gió trên bề mặt trong nhà và ngoài trời của. Hơn 85% mặt tiền tòa nhà có độ dày trên 0,5Pa. Đáp ứng yêu cầu “chênh lệch áp suất gió giữa bề mặt trong nhà và ngoài trời của hơn 50% số cửa sổ có thể mở được lớn hơn 0,5Pa”. Ghi 1 điểm.

5. Kết luận

Báo cáo này sử dụng mô phỏng để thu được các điều kiện môi trường gió ngoài trời của dự án chung cư HH Linh Đàm như sau:

Mùa đông, khi gió chủ đạo vào mùa đông là hướng Đông Bắc, tốc độ gió tại một số khu vực hoạt động đi bộ của dự án chung cư HH LINH ĐAM lớn hơn 5m/s ở độ cao 1,5m tính từ mặt đất. Hệ số khuếch đại tốc độ gió ở một số khu vực dành cho người đi bộ lớn hơn 2. Nếu không đáp ứng yêu cầu “tốc độ gió tại khu vực dành cho người đi bộ xung quanh tòa nhà nhỏ hơn 5m/s và hệ số khuếch đại tốc độ gió ngoài trời nhỏ hơn 2” sẽ không được tính điểm. Nên phủ xanh địa điểm hoặc trồng cây để giảm tốc độ gió ở những khu vực này và đảm bảo sự thoải mái cho người đi bộ ngoài trời. Vào mùa đông, ngoài trừ dãy nhà đầu tiên đón gió, chênh lệch áp suất gió giữa bề mặt đón gió và đón gió của các tòa nhà khác đều lớn hơn 5Pa. Nếu không đáp ứng yêu cầu “trừ hàng đầu tiên của nhà hướng gió, chênh lệch áp suất gió giữa mặt đón gió và mặt khuất gió của nhà không vượt quá 5Pa” sẽ không được tính điểm.

Vào mùa hè, khi gió chủ đạo là hướng Đông Nam, tốc độ gió tại khu vực hoạt động dành cho người đi bộ của một số khu vực ngoài trời của tòa nhà lớn hơn 5m/s do bị tòa nhà cản trở nên tốc độ gió ở một số khu vực thấp hơn. 0,2m/s, nhưng tốc độ gió bên trong khu vực nhỏ hơn 0,2m/s (phần

màu trắng trong hình) diện tích nhỏ hơn 5%. Nếu không đáp ứng yêu cầu “không có xoáy hoặc khu vực không có gió trong khu vực hoạt động của con người tại địa điểm (tỷ lệ diện tích khu vực hoạt động của con người tại địa điểm có tốc độ gió nhỏ hơn 0,2m/s là nhỏ hơn hoặc bằng đến 5%)”, sẽ không được tính điểm. Nên phủ xanh địa điểm hoặc trồng cây để giảm tốc độ gió ở những khu vực này, đảm bảo sự thoải mái cho người đi bộ ngoài trời và tránh bố trí các khu vực hoạt động của người đi bộ ở những khu vực có tốc độ gió thấp. Chênh lệch áp suất gió giữa phía đón gió và phía khuất gió của tòa nhà là -18 ~ 1Pa, khả năng thông gió tự nhiên trong nhà kém, tạo điều kiện thuận lợi cho người dùng mở cửa sổ để thông gió. Theo hướng gió Đông Nam, giá trị áp suất gió trên 15% bề mặt trong nhà và ngoài trời của mặt tiền tòa nhà lớn hơn 0,5Pa. Dự án này không đáp ứng yêu cầu “chênh lệch áp suất gió giữa bề mặt trong nhà và ngoài trời”. Hơn 50% số cửa sổ bên ngoài có thể mở được lớn hơn 0,5Pa”. Cũng không thể chấm điểm.

Trong mùa chuyển tiếp, khi gió chủ đạo là hướng Tây Bắc, tốc độ gió tại khu vực hoạt động dành cho người đi bộ ở một số khu vực ngoài trời của tòa nhà lớn hơn 5m/s do bị tòa nhà cản trở nên tốc độ gió ở một số khu vực thấp hơn. 0,2m/s nhưng tốc độ gió bên trong khu vực này nhỏ hơn 0,2m/s (trong hình diện tích phần trắng) nhỏ hơn 5%. Đáp ứng yêu cầu “không có vùng xoáy, không có gió trong khu vực sinh hoạt của con người trong địa điểm (tỷ lệ diện tích khu vực sinh hoạt của con người trong địa điểm có tốc độ gió nhỏ hơn 0,2m/s là nhỏ hơn hoặc bằng đến 5%)” sẽ được cộng 2 điểm. Chênh lệch áp suất gió giữa phía đón

(Xem tiếp trang 31)

Một công thức dựa trên mạng nơ ron nhân tạo dự báo khả năng chống chọc thủng sàn bê tông cốt thép hai phương bị ăn mòn

An ANN-based formula for predicting the punching shear capacity of corroded two-way reinforced concrete slabs

Lê Thế Anh⁽¹⁾, Vũ Hoàng Hiệp⁽²⁾ và Đặng Vũ Hiệp⁽³⁾

Tóm tắt

Dự báo khả năng chống chọc thủng của sàn bê tông cốt thép bị ăn mòn là một trong những vấn đề phức tạp trong kết cấu công trình. Phát triển một phương pháp dự báo tin cậy, thuận tiện cho thực hành trong khi kể đến một số nhân tố ảnh hưởng của ăn mòn là cần thiết. Bài báo này trình bày kết quả xây dựng công thức thực nghiệm để dự báo khả năng chống chọc thủng của sàn bê tông cốt thép hai phương có cốt thép dọc bị ăn mòn nhân tạo. Một kỹ thuật học máy có tên mạng nơ ron nhân tạo (ANN) đã được sử dụng. Tính chính xác của công thức đề xuất được so sánh với công thức thực nghiệm và mô hình ANN đã được công bố trước đây. Kết quả cho thấy công thức đề xuất cho kết quả dự báo tốt hơn bởi hệ số xác định bằng 0.8690, căn bậc hai của sai số bình phương trung bình bằng 41.2522 kN.

Từ khóa: Sàn bê tông cốt thép, mạng nơ ron nhân tạo, khả năng chống chọc thủng, ăn mòn, phá hoại

Abstract

Predicting the punching shear capacity of corroded reinforced concrete slabs is one of the complex issues in structural engineering. Developing a reliable and practical prediction method that considers various factors of corrosion is necessary. This paper presents the results of establishing an empirical formula to predict the punching shear capacity of two-way reinforced concrete slabs with artificially corroded longitudinal reinforcement. A machine learning technique named Artificial Neural Network (ANN) has been used. The accuracy of the proposed formula is compared with previously published empirical formula and ANN model. The results show that the proposed formula provides better predictions, with a coefficient of determination of 0.8690 and a root mean square error of 41.2522kN.

Key words: Reinforced concrete slabs, artificial neural network (ANN), punching shear capacity, corrosion, failure

⁽¹⁾ThS, Giảng viên, bộ môn Kết cấu bê tông cốt thép, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: anhlt@hau.edu.vn; ĐT: 0983213790

⁽²⁾PGS. TS, Giảng viên, Bộ môn Kết cấu bê tông cốt thép, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: vuhoanghiệp@hau.edu.vn; ĐT: 0962194080

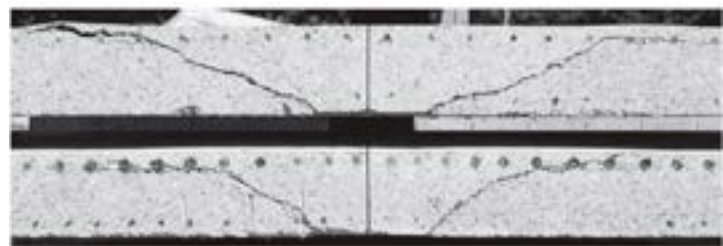
⁽³⁾PGS. TS, Giảng viên, Bộ môn Kết cấu bê tông cốt thép/khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: hiepdv@hau.edu.vn; ĐT: 0985691874

Ngày nhận bài: 30/9/2024
Ngày sửa bài: 4/10/2024
Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Tổng quan

Kết cấu bê tông cốt thép (BTCT) được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng, công nghiệp, cầu đường vì khả năng chịu lực tốt cũng như chi phí sản xuất rẻ. Tuy nhiên, ảnh hưởng dài hạn của môi trường đến độ bền lâu của kết cấu BTCT là khó tránh khỏi, nhất là trong môi trường có tính xâm thực cao [1]. Mặc dù được bê tông bảo vệ, nhưng do nhiều nguyên nhân khác nhau, cốt thép bên trong bê tông có thể bị ăn mòn, dẫn đến tuổi thọ của kết cấu bị suy giảm nghiêm trọng [2], [3], [4].

Ứng xử của cấu kiện BTCT chịu cắt, đặc biệt là liên kết sàn-cột trong hệ thống sàn không dầm đã được rất nhiều các nhà nghiên cứu quan tâm trong nhiều thập kỷ trở lại đây. Khả năng chịu lực của sàn phẳng không dầm phụ thuộc chủ yếu vào khả năng chịu uốn/cắt của vùng sàn xung quanh đầu cột. Đối với khả năng chịu uốn, có thể sử dụng một vài phương pháp phân tích nội lực như phương pháp dải, phương pháp phân tích phần tử hữu hạn phi tuyến, phương pháp đường chảy dẻo để dự báo [5]. Ngược lại với khả năng chịu cắt (chống chọc thủng), phương pháp đơn giản thường dùng là sử dụng các công thức thực nghiệm cho trong các tiêu chuẩn thiết kế để dự báo [6], [7]. Tuy nhiên, các công thức cho trong các tiêu chuẩn thiết kế thường hoặc bỏ qua ảnh hưởng của cốt thép dọc, hiệu ứng kích cỡ, hoặc tỷ lệ kích thước tiết diện ngang cột. Điều này dẫn đến các kết quả dự báo từ các tiêu chuẩn thường quá thận trọng, có hệ số biến động lớn và hệ số tương quan thấp so với kết quả thực nghiệm [8]. Phá hoại kiểu chọc thủng là kiểu phá hoại đột ngột với biến dạng nhỏ kèm theo sự hình thành vết nứt nghiêng chia tách thấp chọc thủng với phần còn lại của sàn (Hình 1).



Hình 1. Kiểu phá hoại chọc thủng tiêu biểu trong sàn không dầm [9]

Trong trường hợp cốt thép chịu kéo trong bản sàn bị ăn mòn, dự báo khả năng chống chọc thủng trong các tiêu chuẩn thiết kế chưa được đề cập tới. Tiếp cận đơn giản là áp dụng các công thức cho trong các tiêu chuẩn với chiều cao làm việc hoặc hàm lượng cốt thép dọc còn lại sau khi bị ăn mòn. Tiếp cận này cho số lượng mẫu có kết quả dự báo so với kết quả thực nghiệm nằm ở mức nguy hiểm lên đến 47% đối với tiêu chuẩn ACI 318-19, trong khi đối với TCVN 5574 : 2018 chỉ là khoảng 12% [10]. Tuy nhiên số lượng các mẫu nằm ở mức thận trọng khi tính toán theo TCVN 5574:2018 lên đến 43%. Điều này cho thấy mức độ chính xác của kết quả dự báo theo cả hai tiêu chuẩn trên đều ở mức thấp (hệ số xác định $R^2 = 0.54$) [10].

Các nghiên cứu thực nghiệm về khả năng chống chọc thủng của sàn BTCT gần đây đã được một số nhà nghiên cứu quan tâm. Nghiên cứu trong [11] chỉ ra phạm vi chọc thủng trong trường hợp cốt thép sàn bị ăn mòn rộng hơn so với sàn không bị ăn mòn. Nếu hàm lượng cốt dọc ban đầu trong sàn cao đồng thời mức độ ăn mòn trung bình thì khả năng biến dạng của sàn tăng lên. Mặt khác, nghiên cứu [12] cho thấy nếu phạm vi vùng ăn mòn của bản sàn trên đầu cột là nhỏ thì khả năng chống chọc thủng của sàn ít bị ảnh hưởng. Nghiên cứu cũng chỉ ra mất mát diện tích cốt thép dọc ảnh hưởng nhiều đến khả năng chịu chọc thủng và độ cứng của sàn không dầm.

Từ các tổng quan trên, có thể thấy rằng dự báo khả năng chịu chọc thủng của sàn BTCT bị ăn mòn cốt thép dọc là bài toán phức tạp do xuất hiện thêm các nhân tố ảnh hưởng của ăn mòn gây ra. Một số các nghiên cứu đã đề xuất công thức thực nghiệm dự báo khả năng chống chọc thủng [10], xây dựng mô hình phần tử hữu hạn [13], xây dựng mô hình dự báo bằng mạng nơ ron nhân tạo (ANN) [14] cho sàn BTCT bị ăn mòn. Mặc dù các nghiên cứu này đã giúp cho việc dự báo khả năng chống chọc thủng của sàn BTCT bị ăn mòn được

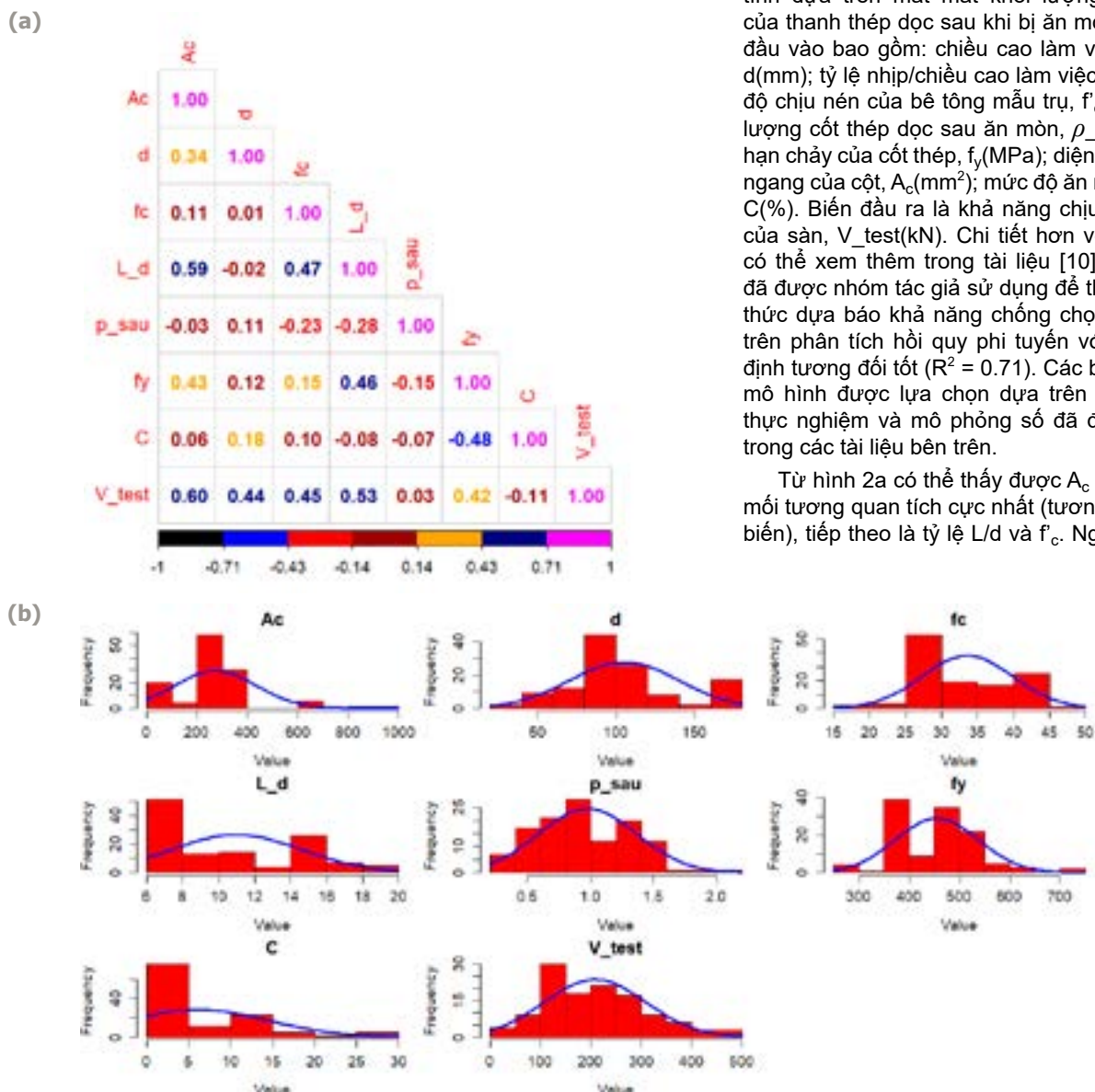
thuận tiện, chính xác hơn nhưng vẫn tồn tại một số vấn đề: (1) độ chính xác so với kết quả thực nghiệm chưa cao; (2) phạm vi kiểm chứng trên bộ dữ liệu thực nghiệm chưa lớn; (3) không đề xuất công thức dự báo rút ra từ mô hình ANN.

Bài báo này trình bày cách xây dựng một công thức thực nghiệm dựa trên mạng ANN để dự báo khả năng chịu chọc thủng đúng tâm của sàn BTCT hai phương không có cốt ngang, có cốt thép dọc chịu kéo bị ăn mòn clorua. Công thức xây dựng dựa trên các kết quả thực nghiệm thu thập được từ các nghiên cứu trước đây có kể đến ảnh hưởng của mức độ ăn mòn, giới hạn chảy dẻo của cốt thép dọc. Kết quả dự báo được so sánh với một số nghiên cứu trước đây trên các chỉ số thống kê như hệ số xác định R^2 , sai số phần trăm trung bình (MAPE), căn bậc hai sai số bình phương trung bình (RMSE).

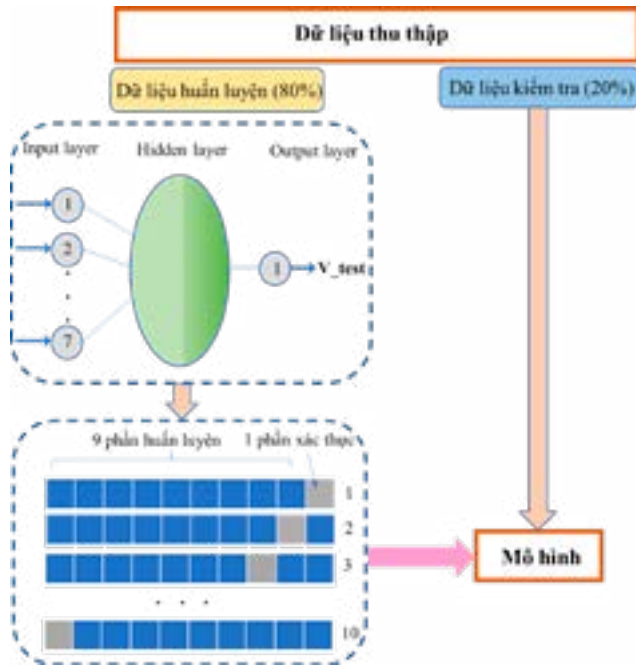
2. Thu thập và chuẩn bị dữ liệu

Bộ dữ liệu được nhóm tác giả thu thập được từ các nghiên cứu đã công bố trong tài liệu [14] và [15]. Bộ dữ liệu bao gồm 123 kết quả thực nghiệm và mô phỏng số sàn phẳng hai phương có cốt thép dọc bị ăn mòn trong môi trường dung dịch muối clorua. Mức độ ăn mòn cốt thép dọc (C%) được tính dựa trên mất mát khối lượng trung bình của thanh thép dọc sau khi bị ăn mòn. Các biến đầu vào bao gồm: chiều cao làm việc của sàn, d (mm); tỷ lệ nhịp/chiều cao làm việc, L/d ; cường độ chịu nén của bê tông mẫu trụ, f_c (MPa); hàm lượng cốt thép dọc sau ăn mòn, ρ_{sau} (%); giới hạn chảy của cốt thép, f_y (MPa); diện tích tiết diện ngang của cột, A_c (mm²); mức độ ăn mòn cốt dọc, C(%). Biến đầu ra là khả năng chịu chọc thủng của sàn, V_{test} (kN). Chi tiết hơn về bộ dữ liệu có thể xem thêm trong tài liệu [10]. Bộ dữ liệu đã được nhóm tác giả sử dụng để thiết lập công thức dự báo khả năng chống chọc thủng dựa trên phân tích hồi quy phi tuyến với hệ số xác định tương đối tốt ($R^2 = 0.71$). Các biến đưa vào mô hình được lựa chọn dựa trên các kết quả thực nghiệm và mô phỏng số đã được đề cập trong các tài liệu bên trên.

Từ hình 2a có thể thấy được A_c và V_{test} có mối tương quan tích cực nhất (tương quan đồng biến), tiếp theo là tỷ lệ L/d và f_c . Ngược lại tỷ lệ



Hình 2. Tương quan các biến (a); phân bố giá trị của các biến (b) trong bộ dữ liệu

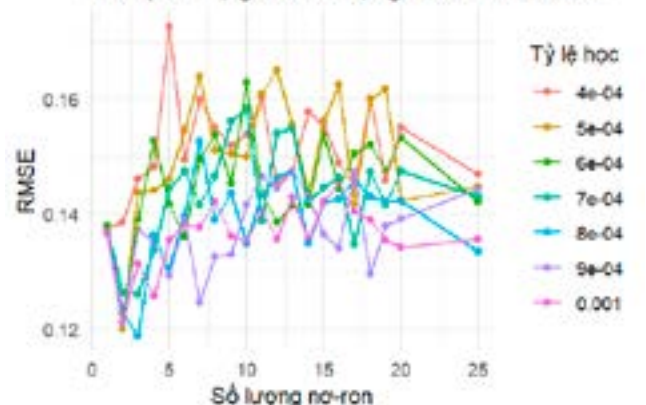


Hình 3. Quá trình xây dựng mạng ANN

ăn mòn C và V_{test} có mối tương quan tiêu cực (tương quan nghịch biến). Các quan hệ tương quan trên phù hợp với các kết luận rút ra từ kết quả thực nghiệm. Hình 2b thể hiện phân bố tần suất (frequency) mẫu xuất hiện ứng với từng khoảng giá trị cho trước. Có thể thấy được mức độ ăn mòn trong các thí nghiệm và mô phỏng số phổ biến ở khoảng 5%, tiếp theo là khoảng 10-15%. Hàm lượng cốt thép dọc còn lại sau ăn mòn phổ biến ở mức khoảng 1% trong khi cường độ chịu nén của bê tông phổ biến ở mức 25-30MPa. Tất cả các biến đầu vào và ra đều không tuân theo luật phân bố chuẩn như đường cong màu xanh trên hình 2b.

Để thiết lập công thức dựa trên mạng ANN, trước hết cần tiến hành tiền xử lý dữ liệu để loại bỏ các dữ liệu gây nhiễu làm ảnh hưởng đến tính tổng quát của mô hình. Trong bài báo này, nhóm tác giả sử dụng hai chỉ số Z_{score} và G [16] để tìm các điểm dữ liệu ngoại lai (dữ liệu gây nhiễu). Phương pháp này có thể sử dụng để phát hiện điểm dữ liệu có giá trị lớn nhất và điểm dữ liệu có giá trị nhỏ nhất có bất thường so với các điểm dữ liệu khác hay không. Kết quả phân tích cho thấy các hàng dữ liệu có $A_c = 1600cm^2$, $\rho_{sau} = 2.3\%$ và $d = 29.7mm$ là các giá trị ngoại lai và bị loại bỏ ra bộ dữ liệu.

(a) Mối quan hệ giữa số lượng nơ-ron và RMSE



3. Mạng ANN

3.1. Cấu trúc mạng

Sau khi loại bỏ ba hàng dữ liệu ngoại lai, bộ dữ liệu còn lại có 120 dữ liệu được chuẩn hoá min-max và được chia thành hai tập dữ liệu độc lập là tập huấn luyện (chiếm 80%) và tập kiểm tra (chiếm 20%). Tỷ lệ này được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng khi huấn luyện mạng ANN [17], [18], [19]. Để tránh hiện tượng quá khớp trong quá trình huấn luyện, tập dữ liệu huấn luyện được chia thành 10 phần trong đó 9 phần dùng để huấn luyện mô hình, phần còn lại dùng để xác thực chéo mô hình. Quá trình được lặp lại 10 lần (10-fold CV) để sinh ra 10 mô hình khác nhau trong quá trình huấn luyện.

Mô hình cuối cùng để đưa ra đánh giá trên tập kiểm tra là mô hình có chỉ số RMSE nhỏ nhất (hình 3). Số lượng nơ-ron trong lớp ẩn và tỷ lệ học được tối ưu bằng phương pháp lưới tìm kiếm (grid search). Kết quả cho thấy với tỷ lệ học bằng 8×10^{-4} và số nơ-ron trong lớp ẩn bằng 3 thì giá trị RMSE là nhỏ nhất (hình 4a). Hình 4b thể hiện cấu trúc mạng ANN 7-3-1 đạt được trên tập huấn luyện.

3.2 Kết quả và bàn luận

Hình 5 thể hiện kết quả dự báo bởi mô hình ANN đã đề xuất trên tập dữ liệu huấn luyện và tập dữ liệu kiểm tra. Các kết quả cho thấy hệ số xác định R^2 , các chỉ số thống kê như RMSE và MAPE đạt được đều tốt hơn so với kết quả dự báo trong các nghiên cứu [10] và [14]. Ngoài ra cấu trúc mạng nơ-ron đề xuất gọn hơn so với cấu trúc mạng nơ-ron 8-15-1 sử dụng trong [14]. Từ đó có thể nhận xét rằng mô hình ANN 7-3-1 dự báo tương đối chính xác, đủ tin cậy so với kết quả thực nghiệm.

Cần lưu ý rằng cấu trúc mạng ANN đề xuất phù hợp với phạm vi dữ liệu biến đầu vào có trong bộ dữ liệu. Ảnh hưởng của ăn mòn cốt thép dọc được kể đến thông qua biến mức độ ăn mòn trung bình C trên toàn bộ thanh thép. Nghĩa là xem xét kiểu ăn mòn là đồng đều, chưa xem xét đến kiểu ăn mòn điểm trên thanh cốt thép dọc. Ngoài ra, mô hình mạng đề xuất cũng chưa xem xét đến phạm vi ăn mòn của vùng sàn trên đầu cột cũng như sự mất mát lực dính giữa bề mặt tiếp xúc thép-bê tông do ăn mòn gây ra. Do đó, vẫn cần xây dựng các mô hình học máy tiên tiến hơn kể đến các nhân tố này.

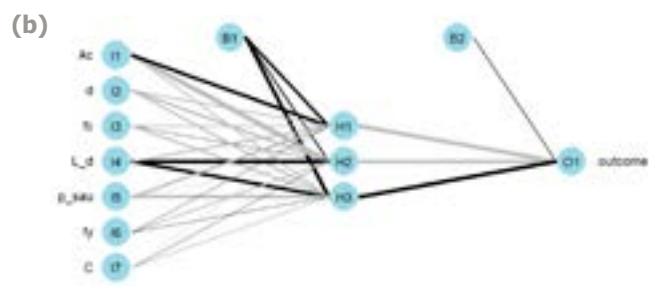
3.3 Công thức suy ra từ mạng ANN

Công thức toán học để dự báo khả năng chống chọc thủng của sàn BTCT bị ăn mòn cốt thép dọc được thể hiện thông qua công thức (1) và (2).

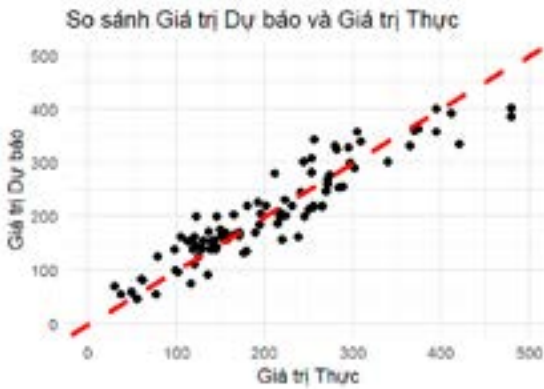
$$V_{test_norm} = 0.970H1 - 5.3790H2 - 4.9010H3 + 4.9894 \quad (1)$$

Công thức (1) thể hiện giá trị lực chọc thủng đã được chuẩn hoá min-max khi xử lý dữ liệu đầu vào.

Trong công thức (2), ma trận kích thước 3x7 là ma trận trọng số trong lớp ẩn. Ma trận cột được cộng vào chính là

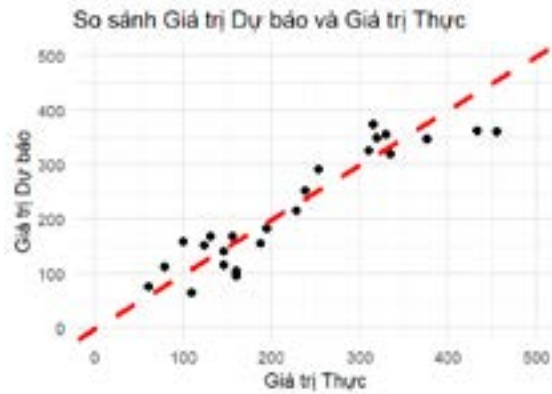


Hình 4. Xác định các tham số tối ưu cho mạng ANN (a); cấu trúc mạng ANN (b)



a.

$R^2 = 0.8653$
 RMSE = 35.7411 kN
 MAPE = 16.9488%



b.

$R^2 = 0.8690$
 RMSE = 41.2522 kN
 MAPE = 19.3327%

Hình 5. Kết quả dự báo trên tập huấn luyện (a); trên tập kiểm tra (b)

$$\begin{bmatrix} H1 \\ H2 \\ H3 \end{bmatrix} = \text{sigmoid} \begin{bmatrix} 3.3305 & 3.8026 & -1.5065 & -1.5159 & -2.2691 & -2.7621 & 0.2258 \\ -0.3400 & 1.2169 & -6.9926 & -2.8413 & 0.0217 & 4.5813 & -0.3127 \\ -1.2777 & 0.3229 & 4.6762 & -1.2190 & -2.6629 & -2.1808 & 4.2586 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Ac \\ d \\ f'c \\ L_d \\ \rho_sau \\ fy \\ C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -3.5547 \\ 0.2242 \\ -1.0352 \end{bmatrix} \quad (2)$$

giá trị độ chệch của lớp ẩn. Công thức (1) cần nhân thêm tham số chuẩn hoá min-max dữ liệu đầu vào để thu được giá trị V_test dự báo.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày một phương pháp thiết lập công thức dự báo khả năng chống chọc thủng sàn BTCT hai phương có cốt thép dọc bị ăn mòn dựa trên mạng nơ ron nhân tạo ANN. Để đạt được mục tiêu, một bộ gồm 123 dữ liệu thực nghiệm và mô phỏng số đã công bố trong các nghiên cứu trước được tập hợp và xử lý. Sau đó dữ liệu được huấn luyện dựa trên thuật toán lan truyền ngược để tối ưu trọng số để đạt được giá trị RMSE nhỏ nhất. Một số kết luận được rút ra trong phạm vi nghiên cứu như sau:

- Phân bố dữ liệu thu thập được không tuân theo luật phân bố chuẩn và cần quá trình tiền xử lý dữ liệu để loại bỏ các giá trị gây nhiễu kết quả dự báo;

- Cấu trúc mạng ANN 7-3-1 đạt được có kích thước gọn và chính xác hơn một số đề xuất của các nghiên cứu khác ;

- Công thức đề xuất giúp tường minh kết quả của quá trình huấn luyện và kiểm tra trong mạng ANN. Người thiết kế có thể lập bảng tính thuận tiện cho công việc thay vì sử dụng mạng ANN khó tiếp cận trong thực hành.

Cần có thêm các nghiên cứu thực nghiệm và mô phỏng số để làm rõ hơn ảnh hưởng của kiểu ăn mòn điểm lên ứng xử chọc thủng của sàn BTCT hai phương./.

Tài liệu tham khảo

- Ahmad S. Reinforcement corrosion in concrete structures, its monitoring and service life prediction—a review. *Cement and Concrete Composites*. 2003;25(4):459-71. doi: [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00086-0](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00086-0).
- Geiker M, Danner T, Michel A, Belda Revert A, Linderoth O, Hornbostel K. 25 years of field exposure of pre-cracked concrete beams; combined impact of spacers and cracks on reinforcement corrosion. *Construction and Building Materials*. 2021;286:122801. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122801>.
- Mahmoodreza Soltani AS, Almarie B. A State-of-the-Art Review of Bending and Shear Behaviors of Corrosion-Damaged Reinforced Concrete Beams. *ACI Structural Journal*. 116(3). doi: [10.14359/51714481](https://doi.org/10.14359/51714481).
- Hu JY, Zhang SS, Chen E, Li WG. A review on corrosion detection and protection of existing reinforced concrete (RC) structures. *Construction and Building Materials*. 2022;325:126718. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126718>.
- Nielsen MP. *Limit analysis and concrete plasticity*: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.; 1984. 420p.
- TCVN 5574:2018 *Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông bản Xây dựng*; 2018.
- Eurocode 2: *Design of Concrete Structures: Part 1: General Rules and Rules for Buildings*. Brussels, Brussels.
- Sagaseta J, Tassinari L, Fernández Ruiz M, Muttoni A. Punching of flat slabs supported on rectangular columns. *Engineering Structures*. 2014;77:17-33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.07.007>.
- Jurgen Einpaul JBMFR, Aurelio M. Study on Influence of Column Size and Slab Slenderness on Punching Strength. *ACI Structural Journal*. 113(1). doi: [10.14359/51687945](https://doi.org/10.14359/51687945).
- ANH LT, HIỆP ĐV. Dự báo khả năng chống chọc thủng sàn bê tông cốt thép bị ăn mòn. *Tạp chí KHCN Xây dựng*. 2024;4:11-6. doi: <https://doi.org/10.59382/j-ibst.2023.vi.vol4-2>.
- Qian K, Li J-S, Huang T, Weng Y-H, Deng X-F. Punching shear strength of corroded reinforced concrete slab-column connections. *Journal of Building Engineering*. 2022;45:103489. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.103489>.
- Aoude H, Cook William D, Mitchell D. Effects of Simulated Corrosion and Delamination on Response of Two-Way Slabs. *Journal of Structural Engineering*. 2014;140(1):04013023. doi: [10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0000775](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000775).

(Xem tiếp trang 48)

Công thức xác định ứng suất tới hạn cục bộ của thép hộp chữ nhật chịu uốn đều

Formulas determining the local critical stress of rectangular hollow sections under pure bending

Chiêm Đặng Tứ Quốc⁽¹⁾, Bùi Hùng Cường⁽²⁾

Tóm tắt

Bài báo đề xuất các công thức xác định ứng suất tới hạn gây mất ổn định cục bộ của thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn thuần túy kể đến sự tương tác giữa bản cánh và bản bụng khi các tỷ số bề rộng với chiều cao tiết diện, chiều dày bản cánh và chiều dày bản bụng thay đổi. Ứng suất tới hạn cục bộ được xác định bằng phương pháp Dải hữu hạn bán giải tích trong chương trình CUFSM. Dựa vào kết quả thu được, từ đó đưa ra đường cong dự đoán và đề xuất phương pháp xác định hệ số ổn định đối với thanh thép chữ nhật rỗng chịu uốn đều. Độ tin cậy của các công thức đề xuất được đảm bảo khi có hệ số thay đổi thấp và hệ số xác định cao khi so sánh với kết quả của phương pháp số.

Từ khóa: Mất ổn định cục bộ, Tương tác bản cánh và bản bụng, Ứng suất tới hạn cục bộ, Tiết diện chữ nhật rỗng

Abstract

The paper proposes formulas for determining the critical stress that causes local instability in hollow rectangular steel sections subjected to pure bending, taking into account the interaction between the flange and the web as the ratios of section width to height, flange thickness, and web thickness vary. The local critical stress is determined using the Semi-Analytical Finite Strip Method in the CUFSM program. Based on the obtained results, prediction curves and methods for determining the stability coefficient for hollow rectangular steel sections under uniform bending are provided. The reliability of the proposed formulas is validated when the variation coefficient is low and the determination coefficient is high compared with results from numerical methods.

Key words: Local buckling, flange-web interaction, Local critical stress, Rectangular hollow section

1. Đặt vấn đề

Thanh thép hộp chữ nhật rỗng được sử dụng nhiều trong các công trình xây dựng như dầm thép hộp, xà gồ, thanh dàn thép, cột ống thép nhồi bê tông, trụ cầu... Một trong những điều kiện đảm bảo sức chịu tải cho thanh thép hộp chữ nhật là ổn định cục bộ. Khi bản bụng hoặc bản cánh của thanh thép bị mất ổn định cục bộ sẽ kéo theo sự tương tác giữa các bản này. Một số tác giả đã nghiên cứu ổn định về cấu kiện chịu uốn [1–4]. Các tiêu chuẩn kết cấu thép [5,6] đưa ra công thức tính toán ứng suất tới hạn cục bộ cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng thiên về an toàn khi bỏ qua sự tương tác giữa bản cánh và bản bụng (giả thiết vị trí giao nhau các bản này là liên kết khớp). Gần đây, Seif và Schafer [2] đã đề xuất các phương trình tính toán hệ số ổn định cho các cấu kiện có tiết diện khác nhau chịu nén dọc trục và chịu uốn khi kể đến sự tương tác này. Vieira và cs. [1] trình bày các công thức để xác định hệ số ổn định và các dạng mất ổn định cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng tạo hình nguội chịu nén dọc trục và chịu uốn có kể đến sự tương tác giữa các tấm trong cấu kiện dựa vào phương pháp Dầm Tổng Quát.

Công thức xác định ứng suất tới hạn cục bộ cho thanh thép hộp chữ nhật chịu uốn thuần túy kể đến sự tương tác giữa các tấm trong tiết diện được sử dụng bởi Trahair [7] được trình bày như sau:

$$\sigma_{cr} = k_{\sigma} \frac{\pi^2 E}{12 \times (1 - \nu^2)} \left(\frac{t_f}{b_f} \right)^2 \quad (1)$$

trong đó σ_{cr} là ứng suất tới hạn cục bộ, k_{σ} là hệ số ổn định, E là mô đun đàn hồi của vật liệu thép, ν là hệ số Poisson, b_f là bề rộng bản cánh và t_f là chiều dày bản cánh. Trong công thức có thể thấy ứng suất tới hạn cục bộ phụ thuộc vào tỷ số t_f/b_f và hệ số ổn định k_{σ} . Cách xác định hệ số ổn định cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn đều được Trahair [7] sử dụng là phương pháp tra biểu đồ. Hệ số ổn định bị ảnh hưởng bởi tỷ số h_w/b_f (được trình bày trong phần sau). Cách xác định chính xác hệ số ổn định đó là dựa vào các phần mềm mô phỏng số (Abaqus, Ansys,...) hoặc sử dụng các phương pháp phần tử hữu hạn hoặc phương pháp dải hữu hạn. Tuy nhiên, những phương pháp này rất phức tạp và không thuận tiện đối với kỹ sư thiết kế, để đơn giản hóa trong việc tính toán ứng suất tới hạn cục bộ, bài báo này đề xuất các phương trình xấp xỉ để xác định hệ số ổn định cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn thuần túy có kể đến sự tương tác giữa bản cánh và bản bụng khi tỷ số chiều dày bản cánh và chiều dày bản bụng thay đổi, các công thức này được xây dựng dựa trên phương pháp dải hữu hạn bán giải tích trong chương trình CUFSM. Điều này rất hữu ích cho những kỹ sư thiết kế trong việc thiết lập các công thức tính toán trong excel hoặc các ngôn ngữ lập trình, và rất thuận tiện cho việc chọn mặt cắt tối ưu trong lúc tính toán.

2. Đề xuất công thức tính toán hệ số ổn định

Trong mục này, sử dụng chương trình CUFSM để xác định ứng suất gây mất ổn định cục bộ tới hạn cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn đều, sau đó dùng phương pháp nghiên cứu tham số và xử lý xác suất thống kê để đề xuất các phương trình xấp xỉ xác định hệ số ổn định cho những thanh thép này.

2.1. Bản cánh và bản bụng bằng nhau

Thực hiện phân tích ổn định đối với ba nhóm mẫu khảo sát được trình bày trong Bảng 1 bằng chương trình CUFSM và đường cong quan hệ $\sigma - L/h$ được trình bày trong Hình 1. Đường cong ứng suất ổn định – chiều dài thanh do Hancock [8] tìm ra, nhờ đó dễ dàng xác định được ứng suất tới hạn cục bộ của thanh thép hộp chữ nhật thông qua các điểm cực tiểu trên đường cong, và đường cong này còn được biết đến là “đường cong chữ ký” (signature curve).

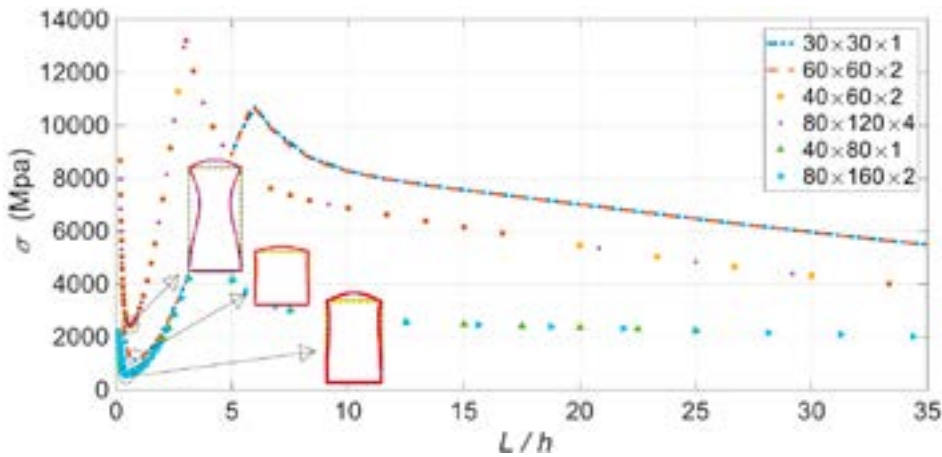
⁽¹⁾ThS, tuquoc4171@gmail.com

⁽²⁾PGS.TS, Giảng viên cao cấp, khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, ĐT: 0948766297; Email: cuongbh@huce.edu.vn

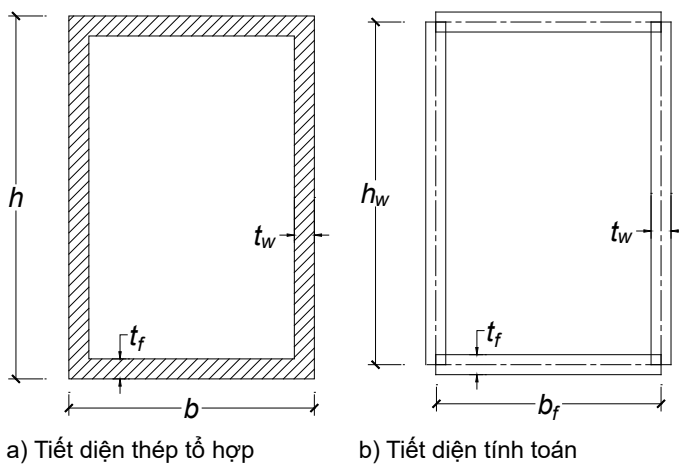
Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 04/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024



Hình 1. Kết quả phân tích mối quan hệ $\sigma - L/h$ trong chương trình CUFSM



a) Tiết diện thép tổ hợp

b) Tiết diện tính toán

Hình 2. Mặt cắt ngang thép hộp chữ nhật rỗng

Bảng 1. Kích thước hình học của những mẫu khảo sát

		b_f (mm)	h_w (mm)	$t_f(t_w)$ (mm)
Nhóm 1	Mẫu 1	30	30	1,0
	Mẫu 2	60	60	2,0
Nhóm 2	Mẫu 1	40	60	2,0
	Mẫu 2	80	120	4,0
Nhóm 3	Mẫu 1	40	80	1,0
	Mẫu 2	80	160	2,0

Kết quả khảo sát được trình bày trong Hình 1 cho thấy ứng suất tới hạn cục bộ không bị ảnh hưởng bởi tỷ số L/h mà phụ thuộc vào tỷ số t_f/b_f và hệ số ổn định (được trình bày trong công thức (1)). Thanh thép chữ nhật rỗng có giá trị ứng suất tới hạn cục bộ (điểm cực tiểu trên đường cong $\sigma - L/h$ trong Hình 1) bằng nhau khi có cùng tỷ số h_w/b_f và t_f/t_w tại điểm giá trị L/h như nhau. Như vậy, việc xác định ứng suất tới hạn cục bộ cho thanh thép hộp chữ nhật chịu uốn đều có thể bỏ qua ảnh hưởng của tỷ số L/h .

Công thức xác định hệ số ổn định cho thanh thép chữ nhật rỗng tạo hình nguội hai đầu liên kết khớp chịu uốn đều được đề xuất bởi Seif và Schafer [2] được trình bày như sau:

$$\frac{1}{k_h} = \frac{0,19}{(h_w/b_f)^3} + 0,03 \quad (2)$$

$$k_b = k_h \left(\frac{b_f}{h_w} \right)^2 \quad (3)$$

trong đó k_h là hệ số ổn định của bản bụng, k_b là hệ số ổn định bản cánh, h_w là chiều cao tiết diện, b_f là bề rộng cấu kiện.

Trong công thức (1) chỉ đề cập đến tỷ số t/b , nhưng ứng suất ổn định không những bị ảnh hưởng bởi tỷ số t/b mà còn tỷ số h_w/b_f (được thể hiện trong Hình 3 và Hình 4). Vì thế, khi đề xuất phương trình xác định hệ số ổn định k_σ thì phải xem xét tỷ số này. Phương trình đề xuất xác định hệ số ổn định có dạng như sau:

$$k_\sigma = -a_1 \left(\frac{h_w}{b_f} \right)^3 + b_1 \left(\frac{h_w}{b_f} \right)^2 - c_1 \left(\frac{h_w}{b_f} \right) + d_1$$

khi $1,0 \leq h_w/b_f < 2,5$

$$k_\sigma = a_2 e^{-b_2(h_w/b_f)} \quad (4)$$

khi $2,5 \leq h_w/b_f \leq 5,0$

trong đó $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, d_1$ là các hệ số cần tìm, $e=2,718$. Do ứng suất tới hạn cục bộ không bị ảnh hưởng bởi tỷ số L/h , vì thế khi phân tích ổn định đối với thanh thép hộp rỗng chịu uốn thuần túy chỉ phân tích sự thay đổi của kích thước hình học mặt cắt ngang như thay đổi tỷ số chiều cao với bề rộng tiết diện và tỷ số chiều dày bản cánh với chiều dày bản bụng. Phạm vi nghiên cứu sẽ được giới hạn như sau: tỷ số h_w/b_f của thanh thép hộp chữ nhật rỗng nằm trong khoảng $1,0 \leq h_w/b_f \leq 5,0$ với bước nhảy là 0,1.

Dùng chương trình CUFSM để xác định ứng suất tới hạn cục bộ, sau đó dùng phương trình để xác định ngược lại hệ số ổn định. Từ các kết quả thu được, đưa ra đường cong dự đoán phù hợp cho hệ số ổn định bằng phương pháp bình phương bé nhất. Vì thế, các hệ số trong công thức được xác định lần lượt như sau $a_1=0,53$; $b_1=2,15$; $c_1=3,2$; $d_1=6,9$; $a_2=13,15$; $b_2=0,482$ tương ứng với hệ số biến thiên CoV là thấp nhất với 0,018 và hệ số xác định R^2 là cao nhất với 0,9990. Công thức đề xuất xác định hệ số ổn định cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn đều với tỷ số $t_f/t_w=1,0$ được viết lại như sau:

$$k_\sigma = -0,53 \left(\frac{h_w}{b_f} \right)^3 + 2,15 \left(\frac{h_w}{b_f} \right)^2 - 3,2 \left(\frac{h_w}{b_f} \right) + 6,9$$

khi $1,0 \leq h_w / b_f < 2,5$ (5)

$$k_\sigma = 13,15 e^{-0,482(h_w/b_f)}$$

khi $2,5 \leq h_w / b_f \leq 5,0$

Hình 3 trình bày kết quả tính toán hệ số ổn định theo công thức đề xuất và kết quả của Seif và Schafer [2]. Kết quả thu được từ công thức đề xuất rất sát với kết quả của chương trình CUFISM khi tỷ số chiều cao với bề rộng nằm trong phạm vi $1,0 \leq h_w / b_f \leq 5,0$. Ngược lại, kết quả của Seif và Schafer [2] có sự sai lệch đáng kể khi tỷ số h_w / b_f nằm trong khoảng 1,0 đến 2,5.

Dùng phương trình và công thức đề xuất trong [2] để xác định hệ số ổn định của thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn đều, sau đó so sánh những kết quả thu được với kết quả chương trình CUFISM. Độ tin cậy của phương trình đề xuất thể hiện thông qua giá trị trung bình (μ), hệ số thay đổi (CoV) và hệ số xác định R^2 được trình bày trong Bảng 2.

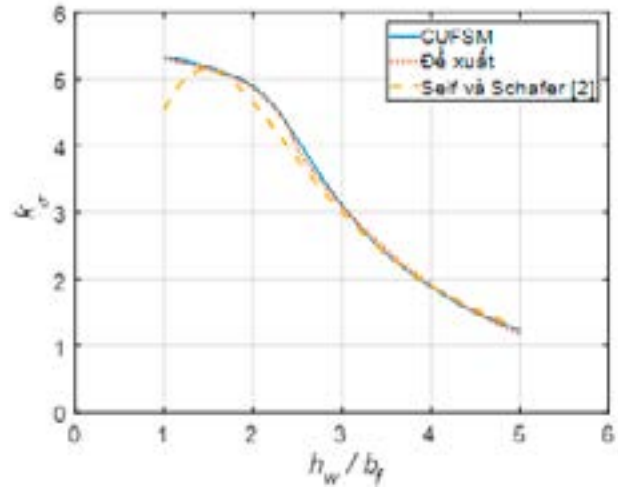
Bảng 2: So sánh kết quả hệ số ổn định

Phương pháp tính toán	Tỷ số	μ	CoV	R^2
Theo Seif và Schafer [2]	$k_{\sigma, Seif} / k_{\sigma, CUFISM}$	0,978	0,042	0,9792
Công thức đề xuất (5)	$k_\sigma / k_{\sigma, CUFISM}$	0,998	0,018	0,9990

Theo kết quả trong Bảng 2, hệ số ổn định được xác định bằng công thức đề xuất có hệ số biến thiên rất thấp với 0,018 và có giá trị trung bình dao động quanh giá trị 1,0 cụ thể là 0,998, tốt hơn so với công thức đề xuất của Seif và Schafer [2] khi có $\mu = 0,978$ và $CoV = 0,042$. Ngoài ra, hệ số xác định của phương trình đề xuất là 0,9990 cao hơn so với kết quả của Seif và Schafer [2] với 0,9792.

2.2. Chiều dày bản bụng và bản cánh không bằng nhau

Làm tương tự như cách xác định hệ số ổn định cho thanh

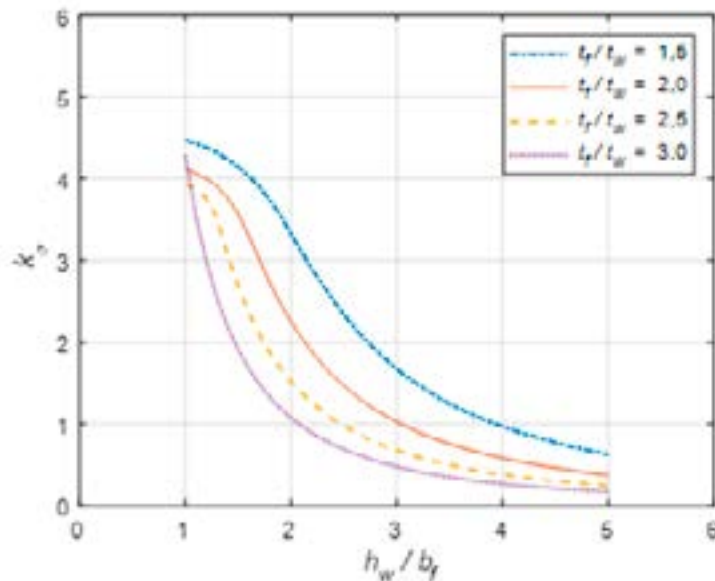


Hình 3. Hệ số ổn định cho thép hộp chữ nhật chịu uốn đều

thép hộp chữ nhật chịu uốn đều có tỷ số $t_f / t_w = 1,0$. Trong mục này chỉ trình bày kết quả đạt được từ việc phân tích, đường cong thể hiện mối quan hệ giữa ứng suất ổn định và tỷ số h_w / b_f thu được từ chương trình CUFISM (Hình 4), các công thức đề xuất xác định hệ số ổn định cho các tỷ số $t_f / t_w = 1,0$ (Bảng 3), so sánh kết quả thu được từ công thức đề xuất với kết quả mô phỏng số (Hình 5 và Bảng 4).

Bảng 4. So sánh kết quả của tỷ số CoV khi bề dày bản bụng và bản cánh không bằng nhau

Tỷ số	μ	CoV	R^2
$t_f / t_w = 2,0$	1,010	0,034	0,9982
$t_f / t_w = 2,0$	1,001	0,036	0,9994
$t_f / t_w = 3,0$	1,000	0,047	0,9972
$t_f / t_w = 3,0$	1,000	0,040	0,9994



Hình 4. Hệ số ổn định cho thép hộp chữ nhật chịu nén thuần túy với những tỷ số t_f/t_w khác nhau

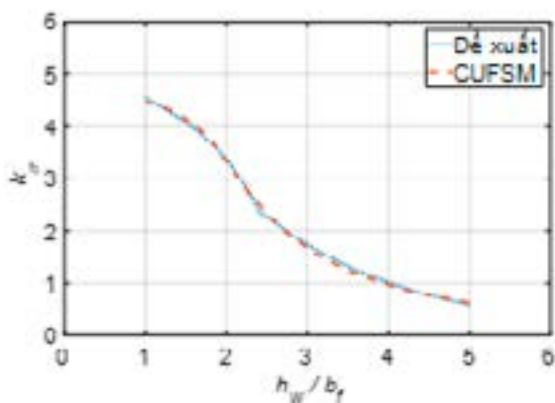
Từ kết quả trong Hình 4, có thể thấy các đường cong có hình dạng tương đối giống nhau (trừ kết quả của tỷ số $t_f / t_w = 3,0$) nhưng để thuận tiện trong việc đề xuất công thức và đơn giản trong việc chọn giới hạn của tỷ số h_w/b_f , những công thức đề xuất chọn điểm giới hạn tại giá trị $h_f / b_f = 2,5$ giống với giới hạn của tỷ số $t_f / t_w = 1,0$, các phương trình đề xuất cho các tỷ số $t_f / t_w = 1,0$ được trình bày trong Bảng 3.

Hình 5 và Bảng 4 trình bày kết quả so sánh giữa công thức đề xuất và kết quả của chương trình CUFISM. Trong Hình 5, đường cong dự đoán rất sát với đường cong của kết quả mô phỏng số cho tất cả các trường hợp.

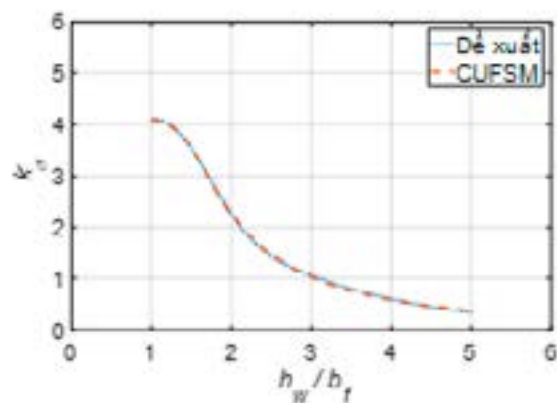
Bảng 4 trình bày kết quả so sánh giữa công thức đề xuất và kết quả chương trình CUFISM thông qua giá trị trung bình μ , hệ số biến thiên CoV và hệ số xác định R^2 . Có thể thấy kết quả giữa hai cách tính toán hệ số ổn định cho thanh thép hộp chữ nhật chịu uốn đều rất sát với nhau khi giá trị trung

Bảng 3. Công thức đề xuất xác định hệ số ổn định

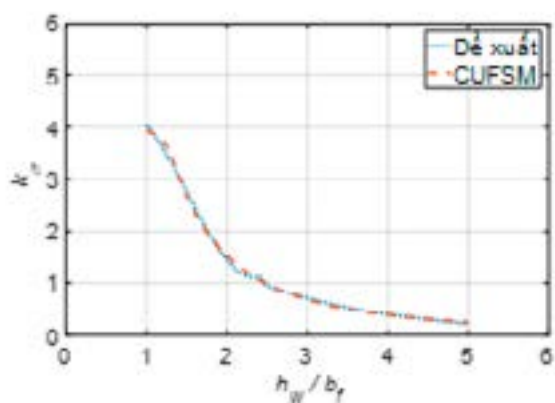
Tỷ số	Công thức đề xuất
$t_f / t_w = 1,5$	$k_\sigma = -0,542 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^3 + 2 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^2 - 3,4 \left(\frac{h_w}{b_f}\right) + 6,5$ khi $1,0 \leq h_w / b_f < 2,5$ $k_\sigma = 8,75e^{-0,539(h_w/b_f)}$ khi $2,5 \leq h_w / b_f \leq 5,0$
$t_f / t_w = 2,0$	$k_\sigma = 1,7 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^3 - 9,05 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^2 + 13,4 \left(\frac{h_w}{b_f}\right) - 1,95$ khi $1,0 \leq h_w / b_f < 2,5$ $k_\sigma = 5,8e^{-0,567(h_w/b_f)}$ khi $2,5 \leq h_w / b_f \leq 5,0$
$t_f / t_w = 2,5$	$k_\sigma = 1,48 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^3 - 6,7 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^2 + 7,13 \left(\frac{h_w}{b_f}\right) + 2,14$ khi $1,0 \leq h_w / b_f < 2,5$ $k_\sigma = 4e^{-0,578(h_w/b_f)}$ khi $2,5 \leq h_w / b_f \leq 5,0$
$t_f / t_w = 3,0$	$k_\sigma = -1,69 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^3 + 10,7 \left(\frac{h_w}{b_f}\right)^2 - 23,4 \left(\frac{h_w}{b_f}\right) + 18,6$ khi $1,0 \leq h_w / b_f < 2,5$ $k_\sigma = 2,8e^{-0,577(h_w/b_f)}$ khi $2,5 \leq h_w / b_f \leq 5,0$



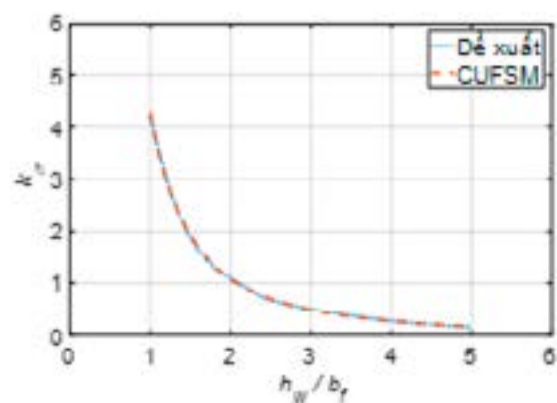
a) $t_f / t_w = 1,5$



b) $t_f / t_w = 2,0$



c) $t_f / t_w = 3,0$



d) $t_f / t_w = 3,0$

Hình 5. So sánh kết quả giữa công thức đề xuất và chương trình CUFSM

bình xấp xỉ bằng 1,0 và hệ số biến thiên rất nhỏ, cụ thể là tất cả các tỷ số trong Bảng 4 đều nhỏ hơn 0,05 và hệ số xác định cao khi tất cả các tỷ số đều có giá trị lớn hơn 0,9970.

Để xác định hệ số ổn định cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn thuần túy khi tỷ số t_f/t_w không nằm trong Bảng 4 có thể dùng phương pháp nội suy để xác định k_σ .

3. Ví dụ tính toán

Phần này trình bày những ví dụ tính toán ứng suất tới hạn cục bộ cho thanh thép hộp chữ nhật tổ hợp hàn hai đầu liên kết khớp chịu uốn đều, các đặc trưng hình học được trình bày trong Bảng 5. Kết quả từ công thức đề xuất được so sánh với kết quả của chương trình CUFSM và kết quả của Seif và Schafer [2]. Ngoài ra, để tăng độ tin cậy của công thức đề xuất thì kết quả thu được từ công thức đề xuất cũng được so sánh với kết quả của chương trình THIN-WALL [9], chương trình này cũng được thiết lập dựa trên phương pháp dải hữu hạn bán giải tích.

Bảng 5. Kích thước hình học

Tên cấu kiện	h (mm)	h (mm)	t_w (mm)	t_f (mm)
R1-1	400	400	10	10
R1-2	400	1000	10	10
R2-1	400	600	15	10
R2-2	400	1200	15	10
R3-1	400	600	20	10
R3-2	400	1200	20	10
R4-1	400	600	25	10
R4-2	400	1200	25	10
R5-1	400	600	30	10
R5-2	400	1200	30	10

Từ các số liệu được nêu trong Bảng 5, xác định ứng suất gây mất ổn định tới hạn cho các thanh thép hộp chữ nhật rỗng liên kết hai đầu khớp chịu uốn đều, biết mô đun đàn hồi là $E = 210000$ (MPa) và hệ số Poisson $\nu = 0,3$.

Xét cấu kiện R1-1, các đặc trưng hình học ban đầu:

Bề rộng: $b_f = b - t_w = 400 - 10 = 390$ (mm);

Chiều cao: $h_w = h - t_f = 400 - 10 = 390$ (mm);

Chiều dày bản cánh: $t_f = 10$ (mm)

Chiều dày bản bụng: $t_w = 10$ (mm)

Thanh thép có tỷ số $h_w / b_f = 1,0$, hệ số ổn định được xác định như sau:

Phương trình (5):

$$k_\sigma = -0,53 \left(\frac{h_w}{b_f} \right)^3 + 2,15 \left(\frac{h_w}{b_f} \right)^2 - 3,2 \left(\frac{h_w}{b_f} \right) + 6,9 = 5,32$$

Ứng suất tới hạn cục bộ:

$$\sigma_{cr} = k_\sigma \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_f}{b_f} \right)^2 = 5,32 \times \frac{\pi^2 \times 210000}{12(1-0,3^2)} \left(\frac{10}{390} \right)^2 = 663,9 \text{ (MPa)}$$

Làm tương tự cho các mẫu còn lại trong Bảng 5, kết quả tính toán được thống kê trong Bảng 6.

Kết quả được trình bày trong Bảng 6 chỉ ra rằng khi tính toán ứng suất ổn định tới hạn cho thanh thép hộp chữ nhật rỗng chịu uốn đều theo công thức đề xuất rất sát với kết quả của chương trình CUFSM, và sai lệch của các kết quả khi tính theo các công thức đề xuất so với kết quả của chương trình CUFSM được thể hiện trong các dấu ngoặc đều dưới 5%, trong khi đó sai lệch khi tính theo công thức của Seif và Schafer [2] lên tới 19,2% đối với cấu kiện R1-1. Vì thế, các công thức đề xuất xác định hệ số ổn định cho thanh thép chữ nhật chịu uốn đều cũng như ứng suất tới hạn cục bộ đều có độ tin cậy cao.

4. Kết luận

Bài báo đã sử dụng phương pháp Dải hữu hạn bán giải tích trong chương trình CUFSM để đề xuất các công thức xác định ứng suất tới hạn cục bộ của thanh thép hộp chữ nhật chịu uốn thuần túy. Kết quả tính toán cho thấy ứng suất ổn định của thanh thép chữ nhật rỗng chịu uốn đều không phụ thuộc vào tỷ số chiều dài với chiều cao cấu kiện khi thanh thép này có cùng tỷ số h_w/b_f và t_f/t_w . Do đó, các công thức đề xuất tính toán ứng suất ổn định tới hạn đã kể đến sự tương tác giữa bản cánh và bản bụng. Các công thức được thiết lập khi tỷ số giữa bề dày bản cánh và chiều dày bản

Bảng 6. Kết quả tính toán ứng suất ổn định tới hạn

Tên cấu kiện	$\sigma_{cr, CUFSM}$ (MPa)	$\sigma_{cr, THIN-WALL}$ (MPa)	$\sigma_{cr, Seif}$ (MPa)	$\sigma_{cr, Seif}$ (MPa)
R1-1	667,3	667,3	663,9 (0,5%)	539,2 (-19,2%)
R1-2	501,1	501,2	482,7 (3,7%)	450,2 (-10,2%)
R2-1	1161,4	1161,7	1142,9 (1,6%)	-
R2-2	458,8	458,9	477,6 (-4,1%)	-
R3-1	1789,9	1790,3	1773,9 (0,9%)	-
R3-2	502,9	503,2	520,7 (-3,5%)	-
R4-1	2158,3	2160,1	2208,2 (2,3%)	-
R4-2	525,7	526,1	546,8 (-4,0%)	-
R5-1	2266,5	2269,7	2339,7 (3,2%)	-
R5-2	539,4	539,7	556,9 (-3,3%)	-

bụng t_f/t_w thay đổi trong phạm vi từ 1,0 đến 3,0 và tỷ số giữa chiều cao với bề rộng tiết diện h_w/b_f thay đổi từ 1,0 đến 5,0.

Các công thức đề xuất đảm bảo độ tin cậy khi so sánh với một nghiên cứu đã được công bố gần đây, đồng thời

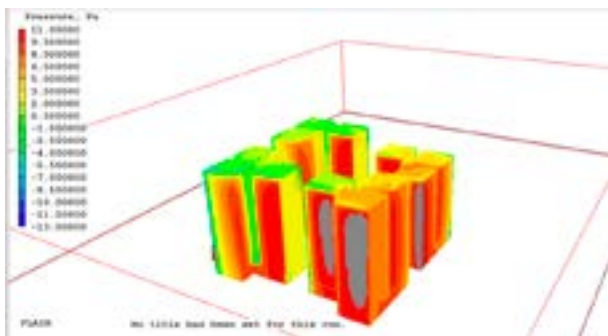
cũng so sánh với kết quả của phương pháp mô phỏng số (chương trình CUFSM) thì có hệ số biến thiên thấp đều dưới 0,05 và hệ số xác định cao đều trên 0,9970./.

Tài liệu tham khảo

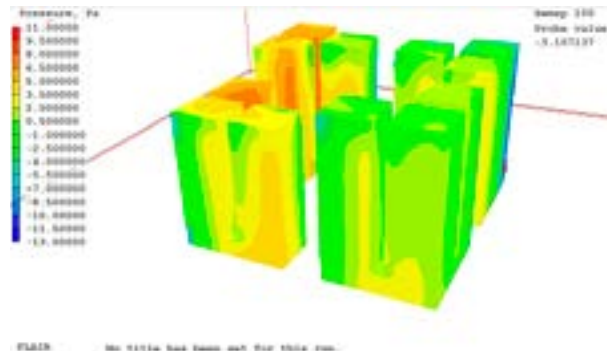
1. Vieira, L., Gonçalves, R., and Camotim, D., "On the local buckling of RHS members under axial force and biaxial bending", *Thin-Walled Structures*, 129 (February): 10–19 (2018).
2. Seif, M. and Schafer, B. W., "Local buckling of structural steel shapes", *Journal Of Constructional Steel Research*, 66 (10): 1232–1247 (2010).
3. Bùi, H. C., "Phân tích ổn định đàn hồi tấm và thanh thành mỏng bằng phương pháp dải hữu hạn", *Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng*, 11: 12–23 (2012).
4. Phạm, N. H. and Nguyễn, L. T., "Khảo sát khả năng chịu uốn của tiết diện thép hộp chữ nhật tạo hình nguội theo phương pháp cường độ liên tục", *Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng*, 3: 28–34 (2022).
5. "AISI S100 - 16. North American specifications for the design of cold-formed steel structural members", (2016).
6. "Eurocode 3. Design of steel structures - Part 1-5: Plated structural elements", (2006).
7. Trahair, N. S., Bradford, M. A., Nethercot, D. A., and Gardner, L., "The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3", 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, (2008).
8. Hancock, G. J., "LOCAL DISTORTIONAL AND LATERAL BUCKLING OF I-BEAMS", *Journal Of The Structural Division*, 104: 1787–1798 (1978).
9. Papangelis, J. P. and Hancock, G. J., "Computer analysis of thin-walled structural members", *Computers And Structures*, 56 (1): 157–176 (1995).

Mô phỏng môi trường gió ngoài trời...

(tiếp theo trang 21)



Hình 19. Biểu đồ áp suất gió ở phía đón gió



Hình 20. Biểu đồ áp suất gió ở phía khuất gió

gió và phía khuất gió của tòa nhà là -2 ~ 11Pa, có khả năng thông gió tự nhiên trong nhà tốt và tạo điều kiện thuận lợi cho người dùng mở cửa sổ để thông gió. Theo hướng gió Tây Bắc, giá trị áp suất gió của bề mặt trong nhà và ngoài trời của mặt tiền tòa nhà trên 0,5Pa. Dự án này đáp ứng yêu cầu "chênh lệch áp suất gió giữa bề mặt trong nhà và ngoài trời lớn hơn". 50% cửa sổ bên ngoài có thể mở được lớn hơn 0,5Pa". 1 điểm.

Theo tiêu chí 4.2.6 của "Tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh" (GB/T 50378-2014), dự án này có thể đạt 3 điểm, so với điểm tối đa là 6 điểm. Số điểm này thể hiện công trình đạt 50% yêu cầu của tiêu chí về môi trường gió ngoài nhà. Để đánh giá được công trình theo tiêu chuẩn xanh thì cần các nghiên cứu đánh giá các tiêu chí còn lại để có được số điểm cụ thể, từ đó so sánh với tiêu chuẩn để xếp loại công trình./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hữu Dũng, *Phát triển công trình xanh và đô thị xanh tại Việt Nam*, *Tạp chí Kinh doanh và Công Nghệ*, Số 01, 2019.
2. Tâm Linh, *Tổng quan chung cư HH Linh Đàm quận Hoàng Mai*, *Onehousing.vn*, 2023. Available: <https://onehousing.vn/blog/quy-mo-va-mat-do-xay-dung-chung-cu-hh-linh-dam-quan-hoang-mai-nhu-the-nao-n17t>, 10/8/2024.
3. GB/T 50378-2014, *Assesment standard for green buiding*, 中国建筑工业出版社, 2014.
4. Trần Xuân Tâm, *Bàn về thông gió tự nhiên trong các công trình xây dựng ở Việt nam*, *Tạp chí Công thương*, Số 9, 2022.
5. WANG Fei, XIAO Yong-quan, *Simulation and evaluation of building cluster's wind environment with PHOENICS software*. *山东建筑工程学院学报*, 2005, 5: 39-42.
6. Phương Anh, *Giới thiệu tổng quan và khái quát về địa lý thành phố Hà Nội*, *hanoi.gov.vn*, 2014. Available: <https://hanoi.gov.vn/diachihanoi/-/hn/RtLibd2X8kEn/1001/124742/gioi-thieu-tong-quan-va-khai-quat-ve-ia-li-thanh-pho-ha-noi.html>, 15/8/2024.
7. JGJ286 – 2013, *Design standard for thermal environment of urban residential areas*, 中国建筑工业出版社, 2013.
8. H.K.Versteeg, W.Malalasekera. *An introduction to computational fluid dynamics*, 2007.

Bê tông asphalt tự phục hồi - tình hình nghiên cứu và triển vọng phát triển

Self-healing asphalt concrete - research status and development prospects

Đỗ Trọng Toàn

Tóm tắt

Vật liệu “tự phục hồi” là vật liệu có khả năng tự bắt đầu quá trình loại bỏ các khiếm khuyết về cấu trúc sinh ra bên trong vật liệu trong quá trình sử dụng. Đặc điểm chính của loại vật liệu này là có tốc độ của quá trình tự phục hồi vượt quá tốc độ phát triển các khuyết tật, cấu trúc mới hình thành có khả năng chống chịu tải trọng tương đương như cấu trúc ban đầu, từ đó làm tăng tuổi thọ của vật liệu. Trong bê tông nhựa, công nghệ tự phục hồi có thể áp dụng gắn liền với đặc điểm về cấu trúc và đặc tính nhựa nhiệt dẻo của nó. Kết quả của quá trình này là sự phục hồi tính toàn vẹn của cấu trúc liên kết hóa lý thông qua việc làm ướt bề mặt vết nứt, khuếch tán các phân tử giữa các bề mặt để hàn gắn các vết nứt. Quá trình tự phục hồi có thể đạt được hiệu quả cao bằng cách thêm vào hỗn hợp bê tông nhựa các viên nang có chứa chất biến tính (chất phục hồi) cùng với các thành phần khác ở giai đoạn chuẩn bị hỗn hợp bê tông nhựa.

Từ khóa: tự phục hồi, bê tông nhựa, viên nang, chất biến tính, vật liệu thông minh

Abstract

“Self-healing” materials are materials capable of initiating the process to eliminate structural defects that arise within the material during use. The main characteristic of this material type is that the speed of the self-healing process surpasses the speed at which defects develop. The newly formed structure has the ability to withstand loads equivalent to the original structure, thereby extending the service life of the material. In asphalt concrete, self-healing technology can be applied in line with its structural characteristics and thermoplastic properties. The result of this process is the restoration of the integrity of the physicochemical bond structure by wetting the crack surface, and diffusing molecules between surfaces to heal cracks. The self-healing process can be achieved with high efficiency by adding capsules containing modifiers (repairers) to the asphalt concrete mix along with other components during the asphalt concrete mix preparation stage.

Key words: self-healing, asphalt concrete, capsules, modifier, smart material

TS. Đỗ Trọng Toàn

Bộ môn Vật liệu xây dựng, khoa Xây dựng,

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Email: trongtoan007@gmail.com;

ĐT: 0916765007

Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 04/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Mở đầu

Thực tiễn cho thấy rằng, một trong những chủ đề đang được quan tâm nghiên cứu là các giải pháp công nghệ, kỹ thuật nhằm nâng cao độ bền của vật liệu xây dựng, dẫn đến làm tăng tuổi thọ của vật liệu hoặc kết cấu. Vật liệu làm đường giao thông chịu ảnh hưởng đặc trưng bởi các yếu tố sau: tải trọng cơ học tĩnh hoặc động, tần suất của các điều kiện khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, tia cực tím, ...), mức độ tiếp xúc với các tác nhân hóa học và sinh học (tự nhiên và nhân tạo). Do tính biến thiên cao của các yếu tố ảnh hưởng nên các giải pháp công nghệ được đề xuất áp dụng nhằm mục đích cân bằng mức độ ảnh hưởng của một số yếu tố quan trọng được coi là then chốt. Trong thực tế, việc khôi phục chức năng của vật liệu đạt được thông qua các công việc sửa chữa và phục hồi với biện pháp cụ thể, kèm theo đó là chi phí về kinh tế.

Với sự phát triển của ngành xây dựng, nhu cầu sử dụng vật liệu có các đặc tính độc đáo giúp tăng hiệu quả chức năng của các kết cấu và giảm mức độ sử dụng vật liệu trong sản xuất ngày càng tăng. Một giải pháp đầy hứa hẹn trong lĩnh vực khoa học vật liệu nhằm tăng độ bền của kết cấu là tạo ra các vật liệu “thông minh” có khả năng thay đổi tính chất một cách có kiểm soát trong quá trình sử dụng dưới ảnh hưởng của các yếu tố nhân tạo hoặc tự nhiên [1, 2]. Điều kiện chính để phân loại vật liệu là “thông minh” là cung cấp các thay đổi có kiểm soát về cấu trúc, tính chất hoặc trạng thái chức năng, ... Đối với lĩnh vực xây dựng đường, một loại vật liệu thông minh đang được quan tâm và có triển vọng phát triển đó là những vật liệu có khả năng tự khôi phục chức năng của chúng, thường được gọi là “tự phục hồi” hay “tự chữa lành” [3].

Như vậy, cần phải làm rõ thuật ngữ vật liệu “tự phục hồi”. Theo quy luật, động học của những thay đổi trong tham số nhạy cảm về mặt cấu trúc (F) của vật liệu được mô tả bằng phương trình vi phân [4]:

$$\frac{dF}{dt} = -k_t \cdot F^n \quad (1)$$

và nghiệm của nó có dạng:

$$\frac{F_t}{F_0} = \sqrt[n]{1 - k_t \frac{1-n}{F_0^{1-n}} t} \quad (2)$$

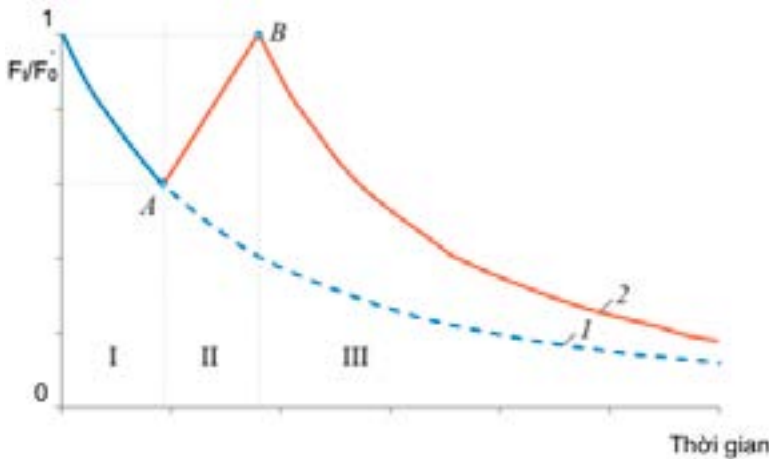
Trong đó:

F_0 - giá trị của tham số nhạy cảm với cấu trúc trong khoảng thời gian ban đầu;

n, k_t - thông số đặc trưng về năng lượng và động học; t - thời gian.

Động học về sự thay đổi giá trị của tham số nhạy cảm với cấu trúc đối với vật liệu thông thường và vật liệu tự phục hồi được trình bày trong hình 1.

Đối với vật liệu thông thường, sự thay đổi tham số nhạy cảm với cấu trúc trong quá trình sử dụng được mô tả theo công thức (2), trong đó các thông số năng lượng và động học n và k_t đặc trưng cho cường độ của quá trình phá hủy. Mô tả về vật liệu tự phục hồi được đặc trưng bởi sự hiện diện của ba giai đoạn thay đổi trong tham số nhạy cảm với cấu trúc. Ở giai đoạn I, sự thay đổi tham số nhạy cảm với cấu trúc F_t/F_0 cũng có thể được mô tả bằng sự phụ thuộc theo công thức (2). Tuy nhiên, tại thời điểm giá trị tối thiểu cho phép của tham số nhạy cảm với cấu trúc, theo đó thành phần của vật liệu được thiết kế, giai đoạn thứ hai của quá trình tự phục hồi của vật liệu sẽ bắt



Hình 1: Sơ đồ động học các thay đổi trong tham số nhạy cảm với cấu trúc. 1- Vật liệu thông thường; 2- Vật liệu tự phục hồi

đầu. Xét rằng tốc độ của quá trình này là tối thiểu, việc mô tả nó có thể được thực hiện bằng cách sử dụng mối quan hệ tuyến tính $F_{12}/F_0 = a \cdot (t - t_c) + F_{11}/F_0$, trong đó a là tốc độ của quá trình tự phục hồi; t_c là thời điểm đạt đến giá trị tới hạn F_{1c} và nảy sinh nhu cầu thực hiện các biện pháp phục hồi vật liệu. Thời điểm t_c là tối ưu để bắt đầu quá trình tự phục hồi, hiệu quả của quá trình này được xác định bởi hệ số $a > 0$ và $t > t_c$. Sau khi hoàn thành giai đoạn tự phục hồi, sự thay đổi tham số nhạy cảm với cấu trúc ở giai đoạn III cũng được mô tả bằng phương trình (2), trong đó hiệu quả tự phục hồi sẽ được đảm bảo ở các giá trị của thông số năng lượng và động học $n_2 \leq n_1$ và $k_{12} \leq k_{11}$.

Phân tích các phương trình cho thấy tốc độ đạt đến trạng thái tới hạn của vật liệu, được đặc trưng bởi sự suy giảm chức năng của nó và nhu cầu loại bỏ các khuyết tật (tăng lên khi thông số năng lượng và động học tăng lên). Trong trường hợp này, độ bền của vật liệu được đảm bảo ở mức n và kt tiến dần về 0. Về vấn đề này, vật liệu "tự phục hồi" là vật liệu có khả năng bắt đầu một quá trình loại bỏ các khiếm khuyết về cấu trúc, tốc độ phục hồi vượt quá tốc độ sự phát triển tự phát của chúng và khả năng chống lại các điều kiện vận hành của cấu trúc được hình thành không kém gì cấu trúc ban đầu. Vì vậy, việc phát triển các giải pháp giúp thực hiện theo nguyên tắc này sẽ làm tăng tuổi thọ của vật liệu là một nhiệm vụ nghiên cứu cấp bách trong lĩnh vực khoa học vật liệu, bao gồm cả lĩnh vực xây dựng đường bộ có sử dụng bê tông nhựa.

2. Tổng quan

Thống kê cho thấy xu hướng phát triển nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực công nghệ tự phục hồi có số lượng ấn phẩm ngày càng tăng lên hàng năm, trong đó tỷ trọng nghiên cứu trong lĩnh vực vật liệu đường bộ cũng tăng với số lượng đáng kể (www.scopus.com). Trong khoa học vật liệu xây dựng, các công nghệ liên quan đến khả năng tự phục hồi được sử dụng cả trong vật liệu polymer, bê tông dựa trên chất kết dính vô cơ (bê tông xi măng) hoặc hữu cơ (bê tông nhựa). Chúng đều có khả năng tự phục hồi riêng với các cơ chế tự phục hồi khác nhau [5,6].

Áp dụng công nghệ tự phục hồi trong bê tông nhựa gắn liền với đặc điểm về cấu trúc và đặc tính nhựa nhiệt dẻo của nó. Ngoài ra, còn tính đến các tính chất đặc thù khác của bitum. Bên cạnh đó, việc tăng cường độ của bê tông nhựa được thiết lập theo các văn bản quy định không đảm bảo độ bền của nó trong các điều kiện vận hành trên thực

tế [7, 8]. Độ bền được biểu thị bằng tuổi thọ sử dụng tối đa có thể có của mặt đường bê tông nhựa, mà trong thời gian đó vẫn duy trì được khả năng vận hành phù hợp và không phải tiến hành sửa chữa hoặc phục hồi. Điều này đạt được nhờ tính bất biến hoặc tính không đổi của trạng thái kết cấu vật liệu và theo thời gian đảm bảo khả năng phản ứng bình thường với các yếu tố tác động bên ngoài mà không hình thành các khuyết tật. Vì vậy, để tăng tuổi thọ của mặt đường bê tông nhựa, cần tìm kiếm các giải pháp có cơ sở khoa học mà trong thời gian vận hành, đảm bảo việc sử dụng kết cấu bê tông nhựa không có khuyết tật bằng cách tạo cho nó những đặc tính độc đáo, có thể khôi phục tính toàn vẹn của cấu trúc một cách độc lập (tự phục hồi) và khả năng chống lại các yếu tố ảnh hưởng bên ngoài.

Một giải pháp truyền thống để kéo dài tuổi thọ của mặt đường bê tông nhựa là sử dụng các loại chất thấm bề mặt trong giai đoạn vận hành để ngăn ngừa sự phát triển của các khuyết tật cơ bản. Nguyên lý chung của phương pháp này là sau khi xử lý bề mặt mặt đường bê tông nhựa, các loại chế phẩm sẽ được rải lên bề mặt (ngâm tẩm), từ đó khuếch tán vào bê tông nhựa, khôi phục thành phần, tính chất của chất kết dính bitum, hàn gắn, sửa chữa khuyết tật [9, 10]. Tuy nhiên, tùy thuộc vào đặc tính lưu biến, khả năng xuyên qua mặt đường bê tông nhựa không vượt quá 20 mm [11], do đó hiệu quả phục hồi chỉ kéo dài đến các lớp gần bề mặt của lớp bê tông nhựa. Hơn nữa, nó có nhược điểm là để thực hiện quá trình này thì cần thời gian nhất định dừng lưu thông các phương tiện trên đường.

Trong thành phần bê tông nhựa, điều đặc biệt là bitum có khả năng tự phục hồi riêng, nó phụ thuộc vào tính chất vật lý và hóa học của bitum. Khả năng tự phục hồi của bitum trong bê tông nhựa có được khi nó không chịu ảnh hưởng của tải trọng động. Mức độ phục hồi trong trường hợp này sẽ được xác định bằng thời gian nghỉ sau mỗi lần tải trọng tác dụng lặp lại [12]. Ngoài ra, mức độ tự phục hồi của bitum còn phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ trong thời gian nghỉ sau các tải trọng lặp đi lặp lại và khi nhiệt độ bitum càng cao thì quá trình phục hồi càng mạnh. Trên thực tế, tính năng này của bitum còn được sử dụng trong việc tái chế bê tông nhựa.

Khả năng tự phục hồi của bitum được ứng dụng trong việc triển khai công nghệ phục hồi cảm ứng thông qua mặt đường bê tông nhựa, được phát triển tại Đại học Công nghệ Delft. Theo đó, 5-7% sợi kim loại được đưa vào hỗn hợp bê tông nhựa, các sợi kim loại sẽ tiếp xúc với trường điện từ xen kẽ với tần số cao bằng cách sử dụng hệ thống cảm ứng đặc biệt và được nung nóng. Trong quá trình nung nóng sợi kim loại, bitum xung quanh chúng nóng chảy trên nhiệt độ làm mềm và xảy ra quá trình phục hồi bằng cách hàn gắn các khuyết tật [11-15]. Trong trường hợp này, quá trình phục hồi được phép lặp lại ít nhất 5 lần với mức độ phục hồi tương đương nhau (hình 2).

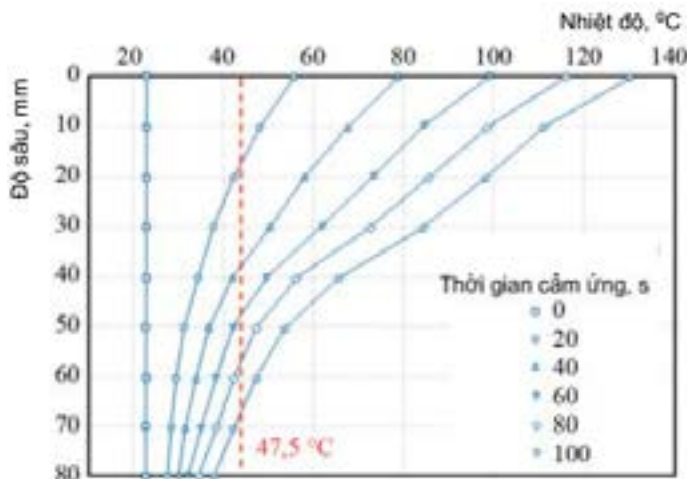
Nhược điểm của công nghệ này là trong quá trình gia nhiệt cảm ứng thì gradient nhiệt độ phụ thuộc vào chiều dày của mặt đường bê tông nhựa (hình 3). Do đó, với sự gia tăng thời gian tiếp xúc cảm ứng có công suất 8,3 kV và tần số 123 kHz trên mẫu, chênh lệch nhiệt độ trên bề mặt và ở độ sâu 80 mm có thể đạt tới hơn 90 °C. Đồng thời, ở khoảng cách tối đa từ nguồn tiếp xúc cảm ứng, nhiệt độ của vật liệu tối ưu để quá trình phục hồi diễn ra được coi bằng nhiệt độ làm mềm của bitum (47,5 °C). Nhiệt độ này không đạt được ngay cả với thời gian tối đa tác động nhiệt cảm ứng [15]. Vì

vậy, việc sử dụng nhiệt cảm ứng để phục hồi toàn bộ chiều dày mặt đường bê tông nhựa hiện nay là không khả thi. Mặt khác, nhu cầu phát triển các thiết bị cảm ứng đặc biệt sẽ làm tăng chi phí triển khai công nghệ này trong thực tế.

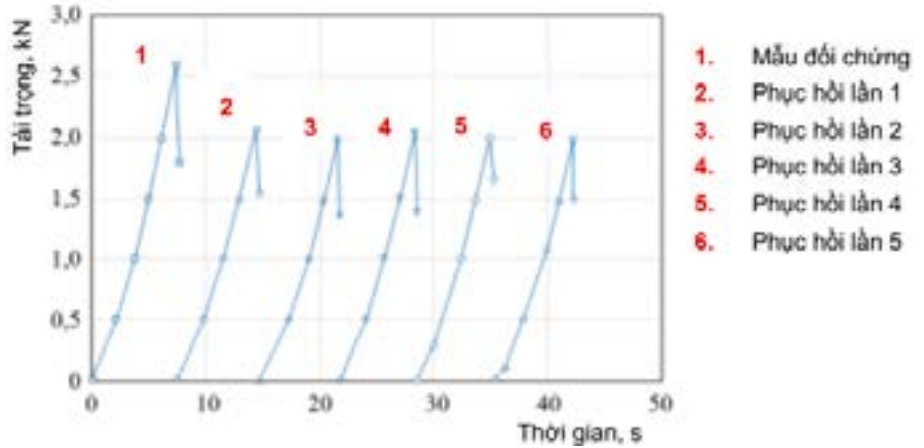
Quá trình tự phục hồi có thể đạt được hiệu quả cao bằng cách sử dụng công nghệ đóng gói các chất có chức năng phục hồi (chất biến tính, chất phục hồi) dưới dạng các viên nang hay sợi rỗng và đưa chúng vào trong thành phần ở giai đoạn chuẩn bị hỗn hợp bê tông nhựa. Việc thực hiện giải pháp như vậy giúp bê tông nhựa có thể phản ứng độc lập với những thay đổi về kết cấu trong quá trình vận hành nhằm khôi phục trạng thái chức năng ban đầu, vì vậy vật liệu này được xếp vào loại “thông minh” với khả năng tự phục hồi. Tuy nhiên, khi thực hiện các giải pháp này trong bê tông nhựa có liên quan đến một số đặc điểm công nghệ trong việc chuẩn bị hỗn hợp bê tông nhựa, cần được nghiên cứu và đánh giá. Các viên nang chứa chất phục hồi cũng phải tuân theo các yêu cầu về khả năng chịu nhiệt và độ bền của vỏ, chúng cần thiết phải duy trì tính toàn vẹn ở giai đoạn chuẩn bị và ép tạo hình hỗn hợp vì nhiệt độ yêu cầu ở quá trình này thường từ 140 đến 185 °C.

Để chế tạo các viên nang siêu nhỏ có chứa chất phục hồi cho bê tông nhựa có thể áp dụng nhiều công nghệ khác nhau (bao gồm sự khác nhau về thành phần ban đầu, độ phức tạp của quy trình công nghệ và tính chất của sản phẩm). Sử dụng công nghệ đông tụ hai giai đoạn được sử dụng để sản xuất các viên nang siêu nhỏ dựa trên hợp chất metanol-melamine formaldehyde được biến tính từ metanol nhưng công nghệ này không an toàn về mặt môi trường [16]. Theo nghiên cứu [17] đã xem xét các phương pháp sản xuất vỏ viên nang cho chất phục hồi được nhũ hóa trong nước từ xenlulo và polymer. Còn theo công trình nghiên cứu [18] đã đề xuất một công nghệ nhiều giai đoạn để bao bọc chất phục hồi, trong đó chất phục hồi được nhũ hóa trong nước và phủ một lớp vỏ urê - formaldehyde.

Phương pháp công nghệ đơn giản nhất để thu được viên



Hình 3: Sự phụ thuộc của phân bố nhiệt độ theo chiều dọc vào thời gian gia nhiệt cảm ứng [15]



Hình 2: Động học của sự thay đổi tải trọng lớn nhất [14]

nang siêu nhỏ chứa chất phục hồi đã được đề xuất theo nguyên tắc như sau: ở tốc độ khuấy không đổi, natri alginate ($C_6H_7O_6Na$) và chất phục hồi lần lượt được thêm vào nước. Sử dụng phễu nhỏ giọt, hỗn dịch thu được sẽ được chia thành các viên nang riêng lẻ thông qua dung dịch canxi clorua. Sau khi lọc, viên nang được sấy khô ở 40°C [19]. Tác giả của tất cả các tài liệu được đánh giá đều sử dụng chất trẻ hóa dưới dạng dầu hữu cơ có trọng lượng phân tử khác nhau làm chất phục hồi. Tuy nhiên, cơ chế hoạt động của chất phục hồi này trong bê tông nhựa là hòa tan các thành phần bitum bị kém chất lượng trong quá trình vận hành và giảm độ giòn cục bộ.

Kết quả của quá trình tự phục hồi là sự phục hồi tính toàn vẹn của cấu trúc liên kết hóa lý trong hỗn hợp thông qua việc làm ướt các bề mặt vết nứt, khuếch tán giữa các bề mặt và sự phân tán ngẫu nhiên ra môi trường xung quanh của tác nhân phục hồi. Tuy nhiên, trong trường hợp chất phục hồi có nguồn gốc là chất dầu, các quá trình này không được thực hiện nên hiệu ứng hợp nhất các khuyết tật trong bitum không diễn ra mà chỉ xảy ra hiện tượng pha loãng một phần các thành phần bitum bởi chất phục hồi, giúp giảm khả năng phát triển vết nứt.

3. Một số kết quả nghiên cứu về bê tông nhựa tự phục hồi có sử dụng viên nang chứa chất biến tính

Tùy thuộc vào công nghệ áp dụng, các viên nang thu được có thể khác nhau cả về thành phần ban đầu cũng như đặc tính của viên nang thu được (kích thước, tính chất cơ lý), nhưng phải đáp ứng các yêu cầu về cường độ để đảm bảo tính toàn vẹn của chúng trong quá trình chuẩn bị hỗn hợp bê tông nhựa và ép tạo hình mẫu thí nghiệm hay trong thi công mặt đường trên thực tế.

Viên nang thu được bằng nhiều phương pháp khác nhau có thể có kích thước từ 10 μm đến 3 mm, trong đó dầu thực vật hướng dương chủ yếu được sử dụng làm chất biến tính (chất phục hồi) nhưng cũng có thể thay bằng các chất có nguồn gốc công nghiệp khác. Hàm lượng chất phục hồi trong viên nang có thể đạt đến 90-94% theo khối lượng [16, 18-25]. Thông thường, các viên nang có dạng hình cầu hoặc hình elip sẽ tạo điều kiện thuận lợi khi sử dụng chúng trong quá trình trộn với các thành phần khác của hỗn hợp bê tông nhựa, còn nếu ở dạng sợi chứa chất phục hồi có nhược điểm là cấu trúc này dễ bị phá hủy trong quá trình trộn và trong quá trình vận hành thực tế. Ngoài ra, việc sử dụng các viên nang chứa chất phục hồi sẽ làm suy giảm tính chất cơ lý của bê tông vì chúng có cường độ chịu lực nhỏ.

Thống kê cho thấy, lĩnh vực nghiên cứu tự phục hồi có số lượng lớn các phương pháp khác nhau để tổng hợp các chất phục hồi, tuy nhiên cần có những dữ liệu đầy đủ mang tính khoa học để chứng minh sự cải thiện các tính chất cơ lý của vật liệu sau khi các khuyết tật hay vết nứt được chữa lành bởi các chất phục hồi có trong vật liệu (chính là thực hiện quá trình tự phục hồi).

Chất lượng của công nghệ tự phục hồi bao gồm các đặc tính công nghệ của viên nang và đặc tính phục hồi của chất được bao bọc. Hiện tại, không có phương pháp thống nhất để theo dõi khả năng tự phục hồi của vật liệu. Điều này là do thiếu các tiêu chí mô tả khả năng của vật liệu phản ứng độc lập với các điều kiện một cách có kiểm soát và thực hiện các biện pháp để loại bỏ ảnh hưởng bất lợi đến tính chất hoặc cấu trúc của vật liệu. Tài liệu [26] đề xuất các tiêu chí chất lượng phản ánh tính hiệu quả của vật liệu có khả năng tự phục hồi: mức độ phục hồi trạng thái của cấu trúc; tốc độ phục hồi trạng thái của kết cấu; độ bền của cấu trúc được khôi phục và tính kịp thời của việc bắt đầu quá trình khôi phục. Tuy nhiên, cần có nhiều nghiên cứu thực nghiệm hơn để lựa chọn các chỉ số đặc tính mô tả từng tiêu chí chất lượng.

Phân tích các công trình nghiên cứu [20, 21, 23, 27-31] cho thấy rằng tất cả các phương pháp được đề xuất để đánh giá khả năng tự phục hồi của vật liệu đều tính toán chỉ số thay đổi tương đối của kết quả đo được:

$$HL = \frac{X_h}{X_0} \quad (3)$$

Trong đó: X_0 và X_h lần lượt là kết quả về tính chất của vật liệu trước và sau khi tự phục hồi.

Chỉ số này, theo tài liệu [26], có thể được phân loại thành các chỉ số phản ánh tiêu chí về mức độ phục hồi trạng thái của kết cấu, nên chưa đủ để đánh giá khách quan tính hiệu quả của các giải pháp công nghệ đến quá trình tự phục hồi. Mặt khác, trong các trường hợp theo tài liệu [20, 21, 23, 27-31], tác giả xác định các chỉ số thuộc tính đặc trưng cho trạng thái hoạt động của vật liệu khi khiếm khuyết về cấu trúc ở mức độ nghiêm trọng, thậm chí cấu trúc bị phá hủy. Tuy nhiên, trong kết cấu đường, việc bắt đầu quá trình tự phục hồi trong vật liệu bê tông nhựa phải xảy ra ở giai đoạn trước khi kết cấu bị phá hủy. Việc thiếu một hệ thống đánh giá thống nhất không cho phép chúng ta so sánh một cách khách quan hiệu quả của các giải pháp công nghệ khác nhau để sản xuất viên nang siêu nhỏ có chứa chất phục hồi, cũng như đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến quá trình tự phục hồi.

Có thể nhận thấy rằng, chỉ số HL này không tính đến hai yếu tố: độ bền còn lại, (được xác định bởi các liên kết không bị phá vỡ do kết quả thử nghiệm) và khả năng phục hồi của chính chất kết dính. Vì vậy, cách tiếp cận chính xác hơn để đánh giá hiệu quả phục hồi là tính đến sự thay đổi độ bền bị suy giảm của bê tông nhựa khi sử dụng viên nang có chứa chất phục hồi. Với mục đích này, hệ số phục hồi đã được đề

xuất sử dụng theo công thức sau [32] :

$$k_h = \frac{IR'}{IR} \quad (4)$$

Trong đó:

$IR' = 1 - R'_h/R'_0$: chỉ số suy giảm cường độ của bê tông nhựa không có viên nang;

$IR = 1 - R^h/R_0$: chỉ số suy giảm cường độ của bê tông nhựa có sử dụng viên nang;

R'_0 và R_0 : cường độ nén của bê tông nhựa trước khi phục hồi khi không có và có sử dụng viên nang, MPa;

R'_h và R_h : cường độ nén của bê tông nhựa sau khi phục hồi khi không có và có chất sử dụng viên nang, MPa.

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng viên nang chứa chất phục hồi đến khả năng tự phục hồi của bê tông nhựa thông qua hệ số phục hồi - kh cho thấy, hàm lượng viên nang sử dụng cho khả năng tự phục hồi tối ưu là 3% so với lượng dùng bitum có trong hỗn hợp bê tông đã nghiên cứu và hệ số tự phục hồi có thể đạt đến 1,93 [32].

4. Kết luận

Vật liệu tự phục hồi bao gồm những vật liệu có khả năng tự phục hồi mà không cần nguồn năng lượng bổ sung bất buộc mang tính chủ động, các quá trình bắt đầu một cách độc lập để khôi phục trạng thái của kết cấu và có tốc độ phục hồi vượt quá tốc độ hình thành các khuyết tật. Các giải pháp công nghệ, kỹ thuật hiện tại có thể chế tạo được các viên nang chứa chất biến tính (chất phục hồi) lên tới 90-94% theo khối lượng. Công nghệ tự phục hồi cho bê tông nhựa có thể thực hiện được thông qua việc sử dụng nhiều loại chất biến tính (chất phục hồi) được đóng gói khác nhau, có thể thúc đẩy quá trình phục hồi bằng cách tăng cường khả năng phục hồi của chất kết dính thông qua tác dụng phục hồi tính kết dính hoặc bằng cách tạo ra các liên kết kết dính mới trong quá trình chuyển đổi chất phục hồi. Phân tích tài liệu khoa học và kỹ thuật cho thấy sự quan tâm ngày càng tăng của các nhà khoa học đối với nghiên cứu trong lĩnh vực công nghệ vật liệu tự phục hồi, cũng như những thành công nhất định đã đạt được theo hướng nghiên cứu này.

Từ kết quả phân tích và nghiên cứu ở trên, nhận thấy rằng, cần phải có các nghiên cứu khoa học nhằm cải tiến không chỉ về yếu tố công nghệ và vật liệu để có thể chế tạo được các viên nang có độ bền thích hợp, chứa hàm lượng chất phục hồi tối ưu mà còn phải phát triển các phương pháp đánh giá về hiệu quả của các giải pháp áp dụng, phản ánh mức độ của sự thay đổi về khiếm khuyết của cấu trúc, tốc độ thay đổi trong quá trình tự phục hồi và động học của việc hình thành các khuyết tật trong cấu trúc sau quá trình tự phục hồi một cách toàn diện nhất. Điều quan trọng là cần thiết lập một chỉ số định lượng phản ánh mức độ khiếm khuyết mà việc bắt đầu tự phục hồi cho phép đạt được hiệu quả tối đa là một trong những nhiệm vụ chính trong lĩnh vực công nghệ tự phục hồi, từ đó sớm có những nghiên cứu về ứng dụng trên thực tế./.

Tài liệu tham khảo

1. L. Bengisu M., Ferrara M. *Designing with kinetic materials. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*. 2018; 65-80.
2. Shahinpoor M., Schneider H.-J. *Intelligent Materials*. Royal Society of Chemistry. 2007.
3. Ghosh S.K. *Self-healing materials: fundamentals, design strategies, and applications. SelfHealing Materials*. Weinheim, Wiley. 2009; 1-28.
4. Korolev E.V., Bazhenov Yu.M., Al'bakasov A.I. *Radiation-protective and chemically resistant sulfur building materials*. Orenburg, Orenburg State University. 2010; 364.
5. Zhuang X., Zhou S. *The prediction of self-healing capacity of bacteria-based concrete using machine learning approaches. Computers, Materials & Continua*. 2019; 57-77.
6. De Belie N., Wang J. *Bacteria-based repair and self-healing of concrete. Journal of Sustainable Cement-Based Materials*. 2016; 35-56.

7. Иноземцев С.С., Королев Е.В. Агрессивность эксплуатационных условий дорожно-климатических зон России. *Наука и техника в дорожной отрасли*. 2019; 22-26.
8. Inozemtcev S.S., Korolev E.V. Increasing the weathering resistance of asphalt by nanomodification. *Materials Science Forum*. 2019; 147-157.
9. Шеховцова С.Ю., Королев Е.В. Обзор современного опыта использования реюнивателей для реверсинга асфальтобетонных покрытий. *Региональная архитектура и строительство*. 2018; 5-16.
10. Zaumanis M., Mallick R.B., Poulikakos L., Frank R. Influence of six rejuvenators on the performance properties of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) binder and 100% recycled asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*. 2014; 538-550.
11. Shen J., Amirghanian S., Miller J.A. Effects of rejuvenating agents on superpave mixtures containing reclaimed asphalt pavement. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2007; 376-384.
12. Tang J., Liu Q., Wu Sh., Ye Q., Sun Y., Schlangenc E. Investigation of the optimal self-healing temperatures and healing time of asphalt binders. *Construction and Building Materials*. 2016; 1029-1033.
13. Liu Q., Schlangen E., van de Ven M., Garcia A. Induction heating of electrically conductive porous asphalt concrete. *Construction and Building Materials*. 2010; 1207-1213.
14. Liu Q., Schlangen E., van de Ven M. Induction healing of porous asphalt concrete beams on an elastic foundation. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2013; 880-885.
15. Xu Sh., Garcia A., Su J., Liu Q., Tabaković A., Schlangen E. Self-healing asphalt review: from idea to practice. *Advanced Materials Interfaces*. 2018.
16. Su J.F., Wang Y.Y., Han N.X., Yang P., Han S. Experimental investigation and mechanism analysis of novel multi-self-healing behaviors of bitumen using microcapsules containing rejuvenator. *Construction and Building Material*. 2016; 317-329.
17. Barrasa R.C., López V.B., Montoliu C.M., Ibáñez V.C., Pedrajas J., Santarén J. Addressing durability of asphalt concrete by self-healing mechanism. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014; 188-197.
18. Xue B., Wang H., Pei J., Li R., Zhang J., Fan Z. Study on self-healing microcapsule containing rejuvenator for asphalt. *Construction and Building Materials*. 2017; 641-649.
19. Al-Mansoori T., Micaeloab R., Artamendi I., Norambuena-Contreras J., Garcia A. Microcapsules for self-healing of asphalt mixture without compromising mechanical performance. *Construction and Building Materials*. 2017; 1091-1100.
20. Xu S., Tabaković A., Liua X., Schlangen E. Calcium alginate capsules encapsulating rejuvenator as healing system for asphalt mastic. *Construction and Building Materials*. 2018; 379-387.
21. Al-Mansoori T., Norambuena-Contreras J. Effect of capsule addition and healing temperature on the self-healing potential of asphalt mixtures. *Materials and Structures*. 2018.
22. Prajer M., Wu X., Garcia S.J., van der Zwaag S. Direct and indirect observation of multiple local healing events in successively loaded fibre reinforced polymer model composites using healing agent-filled compartmented fibres. *Composites Science and Technology*. 2015; 127-133.
23. Tabakovic A., Dirk B., van Gerwen M., Copuroglu O., Post W., Garcia S.J. et al. The compartmented alginate fibres optimisation for bitumen rejuvenator encapsulation. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2017; 347-359.
24. Xu S., Tabakovic A., Liu X., Palin D., Schlangen E. Optimization of the calcium alginate capsules for self-healing asphalt. *Applied Sciences*. 2019.
25. Inozemtcev S.S., Korolev E.V. Technological features of production calcium-alginate microcapsules for self-healing asphalt. *MATEC Web of Conferences*. 2018.
26. Inozemtcev S., Korolev E. Indicators of the effectiveness of self-healing asphalt concrete. *E3S Web of Conferences*. 2019.
27. Al-Mansoori T., Norambuena-Contreras J., Micaelo R., Garcia A. Self-healing of asphalt mastic by the action of polymeric capsules containing rejuvenators. *Construction and Building Materials*. 2018; 330-339.
28. Norambuena-Contreras J., Liu Q., Zhang L., Wu S., Yalcin E., Garcia A. Influence of encapsulated sunflower oil on the mechanical and self-healing properties of dense-graded asphalt mixtures. *Materials and Structures*. 2019.
29. Xu S., Liu X., Tabaković A., Schlangen E. Investigation of the potential use of calcium alginate capsules for self-healing in porous asphalt concrete. *Materials*. 2019; 168.
30. Tabaković A., Schuyffel L., Karač A., Schlangen E. An evaluation of the efficiency of compartmented alginate fibres encapsulating a rejuvenator as an asphalt pavement healing system. *Applied Sciences*. 2017; 647.
31. Shu B., Bao S., Wu S., Dong L., Li C., Yang X. et al. Synthesis and effect of encapsulating rejuvenator fiber on the performance of asphalt mixture. *Materials*. 2019; 1266.
32. Do T.T., Inozemtcev S.S., Korolev E.V. Method for assessing the effect of self-healing of asphalt concrete with encapsulated modifier. *Journal of Physics: Conference Series: Advanced Trends in Civil Engineering 2021 (ATCE 2021)*. 2021; 2124. 012006.

Áp dụng quy trình kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành, khai thác sử dụng

Applying the inspection and assessment procedure ensuring utilization and operational safety conditions

Phạm Minh Hà⁽¹⁾, Nguyễn Văn Hùng⁽²⁾

Tóm tắt

Bài báo này áp dụng quy trình kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành, khai thác sử dụng vào công trình cụ thể dựa trên các tài liệu hướng dẫn của Quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng đã được Bộ Xây dựng ban hành.

Việc kiểm tra, đánh giá theo Quy trình này nhằm phát hiện kịp thời các yếu tố có nguy cơ gây mất an toàn ảnh hưởng đến sinh mạng, sức khỏe con người có hoạt động bên trong và xung quanh công trình. Từ đó, để ra các biện pháp xử lý, sửa chữa, khắc phục phù hợp hoặc đưa ra các kiến nghị, khuyến cáo cần thiết để ngăn ngừa và giảm thiểu sự tác động của các yếu tố này nếu xảy ra trong quá trình khai thác, sử dụng công trình.

Từ khóa: Định kỳ, Kiểm tra, Đánh giá

Abstract

The study applies the inspection and assessment procedure to evaluate conditions that ensure operational and utilization safety of construction projects, based on the Safety Evaluation Procedure for Construction Projects during Operation and Utilization Guidelines, issued by the Ministry of Construction.

The inspection and evaluation are intended to promptly identify hazards and risks that could affect the human health and safety. As a result, appropriate measures for handling, repairing, and remedying are proposed. Also, recommendations are given to prevent and minimize the negative impacts of these factors during the building operation.

Key words: Periodic, Inspection, Assessment

(1) PGS.TS, Thủ trưởng Bộ Xây dựng,
ĐT: 090 4606525,

Email: <phamha.cgd@gmail.com>

(2) Th.S, Giảng viên chính, Bộ môn Vi khí hậu,
Khoa Kỹ thuật Môi trường,

Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,

Email: <hungnv3@huce.edu.vn>

ĐT: 0969038180,

Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 04/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Giới thiệu

Kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn công trình vận hành, khai thác sử dụng giúp chủ đầu tư hoặc đơn vị quản lý, sử dụng công trình kịp thời phát hiện các yếu tố có nguy cơ gây mất an toàn ảnh hưởng đến sinh mạng, sức khỏe con người có hoạt động bên trong và xung quanh công trình. Bên cạnh đó, việc kiểm tra đánh giá các yêu cầu đảm bảo điều kiện vận hành khai thác công trình còn góp phần vào phát triển bền vững đô thị và ngành xây dựng khi đảm bảo những công trình an toàn giảm thiểu tình trạng ô nhiễm, giảm thiểu tai nạn, làm nền tảng cho sự phát triển kinh tế bền vững. Đây là yếu tố then chốt giúp ngành xây dựng Việt Nam phát triển hiệu quả, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của xã hội và hội nhập quốc tế. Nghiên cứu áp dụng các yêu cầu và quy trình đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành và khai thác công trình theo đúng quy định của pháp luật là cần thiết trong bối cảnh phát triển ngành xây dựng bền vững ở Việt Nam.

Áp dụng quy trình này phục vụ việc kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành, khai thác công trình theo quy định tại Điều 37 Nghị định số 06/2021/NĐ-CP [1] ngày 26 tháng 01 năm 2021 của Chính phủ và đã được hướng dẫn biện pháp thi hành tại điều 17 của Thông tư số 10/2021/TT-BXD [2] ngày 25 tháng 8 năm 2021 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng, trong đó khoản 2 quy định việc đánh giá an toàn công trình được thực hiện theo quy trình do Bộ Xây dựng ban hành trên cơ sở nhiệm vụ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, số 97/HĐKH-CN, mã số RD43-21 [3]. Quy trình kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành trong quá trình khai thác, sử dụng đã được Bộ Xây dựng ban hành thông qua quyết định số 442/QĐ-BXD ngày 15 tháng 5 năm 2024 [4].

Phạm vi kiểm tra, đánh giá phân chia thành 02 nhóm đối tượng chính được dẫn chiếu mang tính đại diện nhưng không giới hạn theo các quy trình bảo trì công trình, quy trình vận hành công trình (nếu có) và các quy định pháp luật có liên quan, bao gồm:

(1) Các điều kiện an toàn sử dụng (liên quan đến hệ thống trang thiết bị và các điều kiện về môi trường).

(2) Các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn.

Đối với các điều kiện an toàn sử dụng (liên quan đến hệ thống trang thiết bị và các điều kiện về môi trường) thì việc kiểm tra, đánh giá được thực hiện chủ yếu trên cơ sở xem xét hồ sơ, trên nguyên tắc công nhận các kết quả thí nghiệm, kiểm định, kết quả đánh giá theo các pháp luật chuyên ngành khác có liên quan;

Đối với các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn thì việc kiểm tra được thực hiện chủ yếu bằng trực quan và sử dụng các thiết bị, dụng cụ đơn giản như: thước dây, thước mét, thước kẹp, quả dọi, búa, kim, cờ lê, mỏ lết, đèn pin, máy ảnh,... Ngoài ra, có thể kết hợp với các biện pháp thủ công như: rung, lắc, đẩy nhẹ,...

Tần suất không ít hơn 05 năm/lần theo quy định tại khoản 3 Điều 17 Thông tư số 10/2021/TT-BXD [2]. Việc kiểm tra, rà soát, đánh giá hàng năm căn cứ vào tần suất kiểm tra, bảo dưỡng định kỳ đối với các bộ phận, hạng mục công trình.

2. Đối tượng áp dụng

Toà nhà chung cư tại quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội bao gồm các khối nhà từ 1 đến 8, đặc điểm các toà nhà có chung 1 tầng hầm, tầng 1, 2 là các shophouse, tầng 3 đến 28 là căn hộ.

Thời điểm đưa công trình vào khai thác, sử dụng: Từ năm 2018

Bảng 1. Bảng tổng hợp các điều kiện an toàn sử dụng (liên quan đến hệ thống trang thiết bị và các điều kiện về môi trường)

STT	Đối tượng và nội dung kiểm tra theo quy trình	Kết quả đánh giá		Ghi chú
		Đạt	Không	
I	Hệ thống PCCC			
1	Kiểm tra hồ sơ: Biên bản kiểm tra an toàn về Phòng cháy chữa cháy (Biên bản này do cơ quan cảnh sát PCCC&CNCH kiểm tra đánh giá)	x		Căn cứ theo Nghị định số 136/2020/NĐ-CP ngày 24/11/2020 của Chính phủ [5] (Tần suất: 6 tháng/lần đối với cơ sở thuộc danh mục quy định Phụ lục II Nghị định 136/2020/NĐ-CP; 1 năm/lần đối với cơ sở thuộc danh mục quy định Phụ lục III Nghị định 136/2020/NĐ-CP)
2	Kiểm tra hiện trường: + Cửa chống cháy tại hành lang các tầng; + Việc niêm yết nội quy, tiêu lệnh PCCC; bình chữa cháy xách tay các loại. + Lối thoát nạn tầng hầm; + Hoạt động của máy bơm chữa cháy;	x		
II	Hệ thống điện			
1	Máy biến áp Kết quả kiểm định máy biến áp (Biên bản kiểm định, tem kiểm định) bao gồm các thông số sau: (Chống sét van; máy biến áp; máy cắt; cáp điện, cầu dao cách ly, cầu dao tiếp địa; tủ biến áp; tủ biến dòng) (Kết quả kiểm định này do đơn vị độc lập có đủ năng lực đánh giá và cấp. Năng lực tổ chức và cá nhân theo Điều 8, Điều 9 Thông tư số 33/2015/TT-BCT ngày 27/10/2015 của Bộ Công Thương)		x	Căn cứ theo Thông tư số 33/2015/TT-BCT ngày 27/10/2015 của Bộ Công Thương [6] (Tần suất: 12 tháng/lần đối với thiết bị sử dụng ở môi trường có nguy hiểm về khí cháy và bụi nổ, với mọi cấp điện áp; 36 tháng/lần đối với thiết bị sử dụng ở môi trường không có nguy hiểm về khí cháy và bụi nổ, có cấp điện áp từ 1.000V trở lên.)
2	Hệ thống chống sét và nối đất - Giấy chứng nhận kết quả đo điện trở nối đất hệ thống an toàn điện và hệ thống chống sét cho công trình - Kiểm tra dây dẫn sét; - Kiểm tra kim thu sét. (Giấy chứng nhận này do đơn vị độc lập có đủ năng lực đánh giá và cấp. Năng lực tổ chức và cá nhân được Bộ Xây dựng cấp theo Điều 83 Nghị định 15/2021/NĐ-CP)	x		Căn cứ: Theo TCVN 9385:2012-Chống sét cho công trình xây dựng, hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống [7] (Tần suất: 12 tháng/lần)
3	Hệ thống điện ngoài nhà tại khu vực công cộng có chiều cao thiết bị dưới 2m so với sàn			Căn cứ theo quy trình bảo trì của công trình
III	Hệ thống cấp thoát nước			
1	Hệ thống cấp nước Phiếu kết quả thử nghiệm chất lượng nước tối thiểu bao gồm 14/99 chỉ tiêu (pH; Màu sắc; Độ đục; Mùi vị; Clo dư; Clorua; Độ cứng; Fe; Hàm lượng Amoni; SO42-; Pemanganat; Mn; Hàm lượng Asen tổng-; Ecoli và Coliform)	x		Căn cứ theo Thông tư số 50/2015/TT-BYT ngày 11/12/2015 của Bộ Y tế (Tần suất: 1+2 lần/năm đối với nước sinh hoạt; 1 lần/6 tháng đối với nước bể bơi)
2	Hệ thống thoát nước và xử lý nước thải Phiếu kết quả thử nghiệm chất lượng nước thải bao gồm 11 chỉ tiêu (pH; BOD5; Tổng chất rắn lơ lửng TSS; Tổng chất rắn hoà tan; Sunfua; Amoni; Nitrat, Dầu mỡ động thực vật; Tổng các chất hoạt động bề mặt; Phosphat; Tổng Coliform)	x		Căn cứ theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 14:2008/BTNMT [8] (Tần suất: 3 tháng / lần)
IV	Các thiết bị có yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn			
1	Thang máy điện (Kết quả kiểm định này do đơn vị độc lập có đủ năng lực đánh giá. Năng lực tổ chức và cá nhân được Bộ lao động thương binh xã hội cấp theo Điều 4 Nghị định 44/2016/NĐ-CP)	x		Căn cứ theo Thông tư số 54/2016/TT-BLĐTBXH ngày 28/12/2016 của Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội [9]
V	Các điều kiện an toàn về môi trường			
1	Điều kiện an toàn về mức tiếp xúc bụi cho phép tại nơi làm việc		x	Căn cứ theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02:2019/BYT [10] (Tần suất: 1 năm / lần)
2	Điều kiện an toàn về mức cho phép chiếu sáng nơi làm việc		x	Căn cứ theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 22:2016/BYT [11] (Tần suất: 1 năm / lần)
3	Điều kiện an toàn về mức tiếp xúc bụi cho phép tiếng ồn tại nơi làm việc	x		Căn cứ theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 24:2016/BYT [12] (Tần suất: 1 năm / lần)

Bảng 2. Bảng tổng hợp các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn

STT	Đối tượng và nội dung kiểm tra theo quy trình	Kết quả đánh giá		Ghi chú
		Đạt	Không	
1	Các bộ phận gắn trên tường, trần trong nhà	x		Không có dấu hiệu bất thường
2	Các lan can ban công, lô gia, trên mái; rào chắn trong nhà (bằng kim loại)	x		Không có dấu hiệu bất thường
3	Các hệ vách ngăn chia không gian, khu chức năng trong nhà	x		Không có dấu hiệu bất thường
4	Bề mặt nền, sàn nhà:	x		Không có dấu hiệu bất thường
5	Vách kính bao che mặt ngoài nhà		x	Bổ sung đề can
6	Mái tôn, tấm che tôn, tấm pin năng lượng mặt trời, biển quảng cáo, biển hiệu gắn trên mái,...	x		Không có dấu hiệu bất thường
7	Cột thu sét, thang leo phục vụ bảo trì trên mái	x		Không có dấu hiệu bất thường
8	Biển cảnh báo		x	Bổ sung biển báo
9	Bể bơi ngoài trời		x	Thay gạch bị bong
10	Các cây lớn trong khuôn viên công trình	x		Không có dấu hiệu bất thường

3. Nội dung kiểm tra và phương thức đánh giá

3.1. Các điều kiện an toàn sử dụng (liên quan đến hệ thống trang thiết bị và các điều kiện về môi trường)

- a) Hệ thống Phòng cháy chữa cháy.
- b) Hệ thống điện: (i) Máy biến áp; (ii) Hệ thống chống sét và nối đất; (iii) Hệ thống điện ngoài nhà tại khu vực công cộng có chiều cao thiết bị dưới 2m so với sàn.
- c) Hệ thống cấp thoát nước: (i) Hệ thống cấp nước; (ii) Hệ thống thoát nước và xử lý nước thải.
- d) Các thiết bị có yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn: (i) Thang máy điện; (ii) Thang cuốn, băng tải chở người; (iii) Thiết bị chịu áp lực (bình tích áp).
- e) Hệ thống cấp khí đốt (LPG).
- f) Các điều kiện an toàn về môi trường: (i) Điều kiện an toàn về mức tiếp xúc cho phép bụi tại nơi làm việc; (ii) Điều kiện an toàn về mức tiếp xúc cho phép tiếng ồn tại nơi làm việc; (iii) Điều kiện an toàn về mức cho phép chiếu sáng nơi làm việc.

Đối với các điều kiện an toàn sử dụng (liên quan đến hệ thống trang thiết bị và các điều kiện về môi trường) thì việc kiểm tra, đánh giá được thực hiện chủ yếu trên cơ sở xem xét hồ sơ, trên nguyên tắc công nhận các kết quả thí nghiệm, kiểm định, kết quả đánh giá theo các pháp luật chuyên ngành khác có liên quan.

3.2. Các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn

a) Các bộ phận thuộc công trình

Các bộ phận bên trong nhà (khu vực công cộng hoặc thường xuyên có người qua lại): (i) Các bộ phận gắn trên tường, trần trong nhà; (ii) Các lan can, rào chắn trong nhà; (iii) Các hệ vách ngăn chia không gian, khu chức năng trong nhà; (iv) Bề mặt nền, sàn trong nhà; (v) Cầu thang bộ, thang thoát hiểm; (vi) Biển cảnh báo.

Ghi chú: Đối với nhà chung cư, nhà chung cư hỗn hợp, cần kiểm tra khu vực bên trong nhà được sử dụng chung như sảnh, hành lang,...

Các bộ phận gắn trên mái nhà: (i) Lan can, tường rào bao quanh mái nhà; (ii) Mái tôn, mái ngói, tấm che tôn, tấm pin năng lượng mặt trời, biển quảng cáo, biển hiệu gắn trên mái nhà; (iii) Bể nước mái (inox, composite); (iv) Cột thu sét,

thang leo phục vụ bảo trì; (v) Cột, trụ, tháp ăng ten thu phát sóng.

Các bộ phận trên bề mặt đứng bao quanh nhà: (i) Các lan can ban công, lô gia; (ii) Mái sảnh kính bằng kết cấu kim loại; (iii) Các sê nô, ô văng, ban công; (iv) Mặt dựng bao che mặt ngoài nhà; (v) Cửa sổ kính; (vi) Các bộ phận kiến trúc, cấu kiện, vật thể gắn vào tường bên ngoài nhà.

b) Các bộ phận xung quanh công trình

(i) Đường dốc lên xuống; (ii) Nhà cầu (lối đi lại giữa các khối nhà); (iii) Khu vực có xe cơ giới đi lại, khu vực bốc xếp hàng hóa; (iv) Các hạng mục công trình công cộng ngoài trời; (v) Các cột, trụ xung quanh nhà; (vi) Các cây lớn xung quanh nhà; (vii) Cổng ra vào; (viii) Các kết cấu tường, kè chắn đất.

Đối với các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn thì việc kiểm tra được thực hiện chủ yếu bằng trực quan và sử dụng các thiết bị, dụng cụ đơn giản như: thước dây, thước mét, thước kẹp, quả dọi, búa, kim, cờ lê, mỏ lết, đèn pin, máy ảnh,... Ngoài ra, có thể kết hợp với các biện pháp thủ công như: rung, lắc, đẩy nhẹ,...

4. Kết quả kiểm tra, đánh giá

4.1. Kết quả kiểm tra an toàn

Kết quả kiểm tra, đánh giá các điều kiện đảm bảo an toàn vận hành, khai thác sử dụng đối với công trình được tổng hợp theo các bảng sau:

4.2. Kết luận về điều kiện an toàn của công trình

a. Các điều kiện an toàn sử dụng (liên quan đến hệ thống trang thiết bị và các điều kiện về môi trường)

Tại thời điểm kiểm tra toàn bộ hệ thống Cơ điện và PCCC cơ bản đảm bảo, an toàn trong quá trình vận hành. Tuy nhiên cần lưu ý bổ sung:

Kết quả kiểm định máy biến áp (Biên bản kiểm định, tem kiểm định) bao gồm các thông số sau: Chống sét van; máy biến áp; máy cắt; cáp điện, cầu dao cách ly, cầu dao tiếp địa; tủ biến áp; tủ biến dòng;

Kết quả quan trắc điều kiện an toàn về mức tiếp xúc bụi cho phép tại nơi làm việc;

Kết quả đo độ rọi tại nơi làm việc (các không gian công cộng như hành lang, cầu thang, sân chơi, tầng hầm, ...)

b. Các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn

Tại thời điểm kiểm tra, các bộ phận có nguy cơ gây mất an toàn cơ bản đảm bảo điều kiện an toàn trong quá trình khai thác, sử dụng; không có các dấu hiệu bất thường tiềm ẩn nguy cơ lớn ảnh hưởng đến an toàn sinh mạng, sức khỏe của người sử dụng công trình. Tuy nhiên, còn một số tồn tại nhỏ cần rà soát, xử lý:

Cần bổ sung các biển báo, đề can dán trên kính để cảnh báo tránh va đập đối với một số vị trí vách kính ở khu vực sảnh ra vào tầng 1, khu vực phòng sinh hoạt cộng đồng;

Một số cửa sổ hành lang (cửa chữ A) có khẩu độ mở tương đối lớn, cần thu hẹp góc mở để đảm bảo an toàn trong quá trình sử dụng;

Bể bơi ngoài trời: cần thay thế gạch lát ở một số bị bong tróc để tránh trơn trượt.

5. Kết luận

Áp dụng quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác và sử dụng, được Bộ Xây dựng ban hành mang lại rất nhiều ý nghĩa quan trọng cho ngành xây dựng cũng như toàn xã hội. Dưới đây là một số điểm nổi bật nêu bật ý nghĩa của việc áp dụng quy trình này thông qua kết quả áp dụng thực tiễn từ nghiên cứu:

Đảm bảo an toàn cho người sử dụng và môi trường: Trước hết, việc đánh giá an toàn công trình giúp bảo vệ tính mạng, sức khỏe của những người sống và làm việc trong công trình. Quy trình giúp phát hiện sớm các nguy cơ tiềm ẩn như nứt, lún, hoặc suy giảm kết cấu treo, đỡ để kịp thời có phương án sửa chữa, gia cố.

Nâng cao chất lượng công trình: Áp dụng quy trình cũng đồng nghĩa với việc duy trì và nâng cao chất lượng công trình qua thời gian. Qua quá trình kiểm tra, đánh giá thường

xuyên theo các tiêu chuẩn chi tiết, công trình luôn được duy trì ở trạng thái tốt nhất. Điều này không những kéo dài tuổi thọ của các hệ thống mà còn đảm bảo tính bền vững, chức năng như lúc mới xây dựng.

Bảo vệ tài sản của chủ đầu tư: Với chủ đầu tư, công trình xây dựng là một tài sản lớn về cả giá trị lẫn tầm quan trọng chiến lược. Việc công trình gặp phải các vấn đề về an toàn không chỉ gây tổn thất tài chính lớn mà còn ảnh hưởng đến uy tín của doanh nghiệp. Quy trình đánh giá an toàn giúp cho các chủ đầu tư theo dõi và bảo vệ tài sản của họ một cách hiệu quả nhất, đồng thời tối ưu hóa chi phí bảo trì, sửa chữa trong dài hạn.

Đảm bảo tuân thủ pháp luật: Thông qua quyết định này, việc tuân thủ các quy định về an toàn đã được luật hóa, bắt buộc các bên liên quan phải thực hiện đánh giá định kỳ. Không tuân thủ các quy định này có thể dẫn đến chế tài xử phạt, thậm chí có thể phải chịu trách nhiệm pháp lý nếu xảy ra sự cố gây hại. Do đó, các bên tham gia xây dựng, từ chủ đầu tư, nhà thầu thi công đến đơn vị quản lý, đều phải nâng cao ý thức và trách nhiệm trong việc thực hiện quy trình này.

Góp phần vào phát triển bền vững đô thị: Quy trình đánh giá an toàn không chỉ mang lại lợi ích ngắn hạn mà còn góp phần vào phát triển bền vững của đô thị. Một đô thị với những công trình an toàn, bền vững đóng góp vào hình ảnh tổng thể của xã hội, làm nền tảng cho sự phát triển kinh tế bền vững. Các công trình đạt chuẩn an toàn còn giảm thiểu tình trạng ô nhiễm, giảm thiểu tai nạn công trình gây tổn thất cho cộng đồng và môi trường xung quanh.

Tóm lại, việc áp dụng quy trình đánh giá an toàn công trình trong khai thác và sử dụng không chỉ là yêu cầu pháp lý mà còn là một chiến lược quan trọng để đảm bảo an toàn, chất lượng công trình và phát triển bền vững./.

Tài liệu tham khảo

1. Nghị định số 06/2021/NĐ-CP, ngày 26/01/2021, Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng.
2. Thông tư số 10/2021/TT-BXD, ngày 25/8/2021, Hướng dẫn một số điều và biện pháp thi hành Nghị định số 06/2021/NĐ-CP.
3. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ. Phạm Minh Hà (Chủ nhiệm đề tài): "Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng", số 97/HĐKH-CN, mã số RD43-21.
4. Bộ Xây dựng. Quyết định số 442/QĐ-BXD, ngày 15/5/2024 v/v thành lập Ban soạn thảo và tổ biên tập thông tư ban hành quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng.
5. Nghị định số 136/2020/NĐ-CP ngày 24/11/2020 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Phòng cháy và Chữa cháy và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Phòng cháy và Chữa cháy;
6. Thông tư số 33/2015/TT-BCT ngày 27/10/2015 của Bộ Công Thương quy định về kiểm định an toàn kỹ thuật các thiết bị, dụng cụ điện;
7. TCVN 9385:2012 - Chống sét cho công trình xây dựng, hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống;
8. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 14:2008/BTNMT về nước thải sinh hoạt, ban hành kèm theo Quyết định số 16/2008/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2008 của Bộ Tài nguyên và Môi trường;
9. Thông tư số 54/2016/TT-BLĐTBXH ngày 28/12/2016 của Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội về việc ban hành 30 quy trình kiểm định kỹ thuật an toàn đối với máy, thiết bị, vật tư có yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn lao động thuộc thẩm quyền quản lý của Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội;
10. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02:2019/BYT về bụi - giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép bụi tại nơi làm việc, ban hành kèm theo Thông tư số 02/2019/TT-BYT ngày 21/3/2019 của Bộ Y tế; 11. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 22:2016/BYT về chiếu sáng - mức cho phép chiếu sáng nơi làm việc, ban hành kèm theo Thông tư số 22/2016/TT-BYT ngày 30/6/2016 của Bộ Y tế; 12. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 24:2016/BYT về tiếng ồn - mức tiếp xúc cho phép tiếng ồn tại nơi làm việc, ban hành kèm theo Thông tư số 24/2016/TT-BYT ngày 30/6/2019 của Bộ Y tế;

Phương pháp đơn giản hóa tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với cấu kiện kết cấu thép

Simplified method for calculating critical temperature and self-fire resistance limit for steel structural members

Nguyễn Hồng Sơn⁽¹⁾, Võ Thanh Lương⁽²⁾

Tóm tắt

Hiện nay, việc tính toán chịu lửa cho nhà và công trình đã được quy định trong QCVN 06:2022/BXD. Tuy nhiên, việc tính toán chúng còn nhiều khó khăn bởi điều này còn khá mới mẻ đối với các nhà chuyên môn, một phần do Việt Nam chưa có tiêu chuẩn riêng. Bài báo trình bày phương pháp đơn giản hóa tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với các cấu kiện cơ bản của kết cấu thép theo tài liệu CTO APCC 11251254.001-018-03 v.v... Trên cơ sở phương pháp tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với kết cấu thép phù hợp với TCVN 5575:2024, TCVN 2737:2023 và một số tiêu chuẩn về vật liệu thép trong nước hiện hành đã được trình bày trong tài liệu [10]. Đồng thời, thực hành tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với một số cấu kiện kết cấu thép, nhằm khẳng định tính khả thi của phương pháp được áp dụng.

Từ khóa: nhiệt độ tới hạn, giới hạn chịu lửa, kết cấu thép, phương pháp đơn giản hóa

Abstract

Currently, the calculation of fire resistance for buildings and structures has been regulated in QCVN 06:2022/BXD. However, performing these calculations remains challenging for professionals because this is quite new to experts, partly because Vietnam lack its own standards. The paper presents a simplified method for calculating the critical temperature and self-fire resistance limit for basic steel structure components according to document CTO APCC 11251254.001-018-03, etc. Base on method for calculating the critical temperature and self-fire resistance limit for steel structures, in accordance with TCVN 5575:2024, TCVN 2737:2023 and some current domestic steel material standards presented in paper [10]. At the same time, calculation the critical temperature and self-fire resistance limit for some steel structure components are conducted to confirm the feasibility of the applied method.

Key words: Periodic, Inspection, Assessment

(1) PGS.TS. Giảng viên, Bộ môn Kết cấu thép gỗ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: nguyenhongsondhki@gmail.com,ĐT: 0913514110

(2) Giảng viên, Học viện Kỹ thuật quân sự

Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 01/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Giới thiệu chung

Bài báo [10] đã trình bày một phương pháp tính toán nhiệt độ tới hạn của cấu kiện kết cấu thép dựa trên Tiêu chuẩn (dự thảo) CP XX.XXXXX.2023).

Thấy rằng, việc tìm hiểu và làm rõ được cách tính toán chịu lửa đối với kết cấu thép xây dựng theo Tiêu chuẩn (dự thảo) là cần thiết, nhằm mở rộng phạm vi áp dụng đối với các quy định có trong TCVN 5575:2024 [6].

Vấn đề về thiết kế kết cấu thép chịu lửa có nhiều nội dung, bài báo này tập trung vào việc nghiên cứu làm rõ cách tính toán hệ số suy giảm độ bền của các cấu kiện cơ bản (cấu kiện chịu nén đúng tâm, cấu kiện chịu uốn, cấu kiện chịu nén kết hợp uốn) theo phương pháp đơn giản hóa dựa trên các tài liệu [7], [8], [9], từ đó xác định được nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân. Giới hạn chịu lửa bản thân là giới hạn chịu lửa mà được đảm bảo khi thiết kế bằng các thông số tiết diện của cấu kiện xây dựng và tính chất của thép khi không sử dụng chất bảo vệ chống cháy.

Các vấn đề về tính toán kỹ thuật nhiệt và khả năng chịu lửa đối với các giải pháp bảo vệ chống cháy khác nhau sẽ lần lượt được đề cập trong các công bố khác.

2. Tính chất cơ học của thép ở nhiệt độ cao

Giới hạn chảy và mô đun đàn hồi của thép bị giảm đi khi nhiệt độ tăng. Tài liệu [7], [8] và [10] cho giá trị giảm cường độ γ_T và giảm mô đun đàn hồi γ_e của thép ở nhiệt độ cao đối với thép xây dựng trong Bảng 1 (Bảng B.1 Phụ lục B SP XX.XXXX.2023 và Bảng A.1 Phụ lục A tài liệu [8]), còn tài liệu [8] và [9] trong Bảng 1a (Bảng 3 trong [7] và Bảng 1 tài liệu [9]).

Bảng 1 – Hệ số giảm cường độ tiêu chuẩn và mô đun đàn hồi của thép xây dựng

T (°C)	Hệ số γ_T	Hệ số γ_e	T (°C)	Hệ số γ_T	Hệ số γ_e
20	1,00	1,00	400	0,70	0,86
100	0,99	0,96	450	0,65	0,84
150	0,93	0,95	500	0,58	0,80
200	0,85	0,94	550	0,45	0,77
250	0,81	0,92	600	0,34	0,72
300	0,77	0,90	650	0,22	0,68
350	0,74	0,88	700	0,11	0,59

3. Tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân của cấu kiện kết cấu thép

3.1. Xác định nhiệt độ tới hạn của cấu kiện kết cấu thép

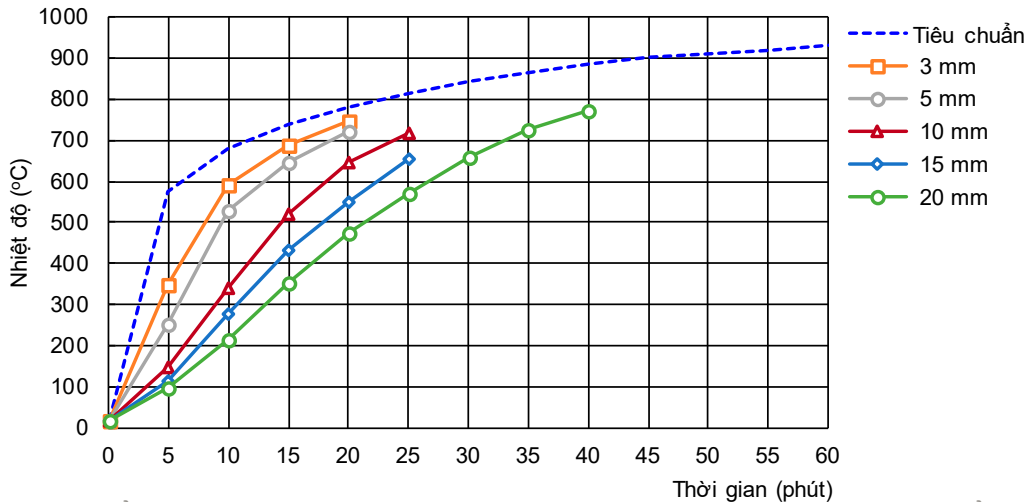
a) Cấu kiện chịu kéo hoặc nén đúng tâm

$$\gamma_T = \frac{\sigma_n}{f_y} = \frac{N}{Af_y} \quad (1)$$

Nhiệt độ tới hạn (°C) gia nhiệt tiết diện, khi kéo hoặc nén đúng tâm của cấu kiện theo mất khả năng chịu lực được xác định bằng giá trị của hệ số γ_T theo Bảng 1.

b) Cấu kiện chịu uốn

$$\gamma_T = \frac{\sigma_n}{f_y} = \frac{M}{W_x f_y} \quad (2)$$



CHÚ DẪN:

Tiêu chuẩn là đường cong quan hệ nhiệt độ – thời gian tiêu chuẩn theo TCVN 9311-1:2012 (ISO 834-1:1999)

Chiều dày thép quy đổi: 3 mm, 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm

Hình 1: Biểu đồ gia nhiệt kết cấu thép không được bảo vệ ở chế độ nhiệt tiêu chuẩn

Nhiệt độ tới hạn (°C) gia nhiệt tiết diện, khi uốn của cấu kiện theo mất khả năng chịu lực được xác định bằng giá trị của hệ số γ_T theo Bảng 1.

c) Cấu kiện chịu nén kết hợp uốn

$$\gamma_T = \frac{\sigma_n}{f_y} = \frac{N}{Af_y} + \frac{M_x}{W_x f_y} + \frac{M_y}{W_y f_y} + \frac{B}{W_{co} f_y} \quad (3)$$

Nhiệt độ tới hạn (°C) gia nhiệt tiết diện của cấu kiện khi tác dụng lực dọc cùng với uốn gây mất khả năng chịu lực được xác định dựa theo hệ số γ_T và Bảng 1.

3.2. Xác định giới hạn chịu lửa bản thân của cấu kiện kết cấu thép

Việc xác định giới hạn chịu lửa bản thân của cấu kiện kết cấu thép, là một trong số công đoạn của quá trình thiết kế khả năng chịu lửa của kết cấu thép, được đề cập ở mục tính toán nhiệt kỹ thuật trong tài liệu [8]. Sau đây bài báo chỉ tóm tắt các công thức chính trong quá trình tính toán, chi tiết có thể xem ở tài liệu liên quan.

a) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân bằng cách sử dụng biểu đồ (Hình 1)

Sử dụng [8] nhận được giá trị yêu cầu tương ứng với nhiệt độ tới hạn T_{cr} và chiều dày thép quy đổi δ_{red} bằng phương pháp nội suy tuyến tính.

b) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân bằng phương pháp tính toán theo công thức trong [8]:

$$t_{st,\tau+\Delta\tau} = \frac{\Delta\tau}{\rho_{st}\delta_{red}(C_{st} + D_{st}t_{st,\tau})} \alpha(t_{B,\tau+\Delta\tau} - t_{st,\tau}) + t_{st,\tau} \quad (4)$$

4. Ví dụ

Các ví dụ này nhằm minh họa cách tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với một số cấu kiện cơ bản.

4.1. Cấu kiện chịu nén đứng tâm

Số liệu cho trước: Cột của nhà trong công trình công nghiệp để chứa các thiết bị công nghệ. Cột chịu nén đứng tâm, giá trị tính toán của tải trọng trên cột $N = 1250$ kN, chiều cao cột 3,20 m, chiều dài tính toán $L_{ef} = 1600$ mm. Tiết diện cột chữ H với các kích thước $h = 400$ mm, $b = 400$ mm, $h_w = 358$ mm, $t_w = 13$ mm, $t_f = 21$ mm, $A = 218,69$ cm². Cột được làm bằng thép S235, với giới hạn chảy bằng $f_y = 235$ N/mm².

Yêu cầu tính toán: Xác định nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân.

Kết quả tính toán:

(1) Xác định hệ số γ_T (theo công thức (1)):

$$\gamma_T = \frac{\sigma_n}{f_y} = \frac{N}{Af_y} = \frac{1520 \times 10^3}{218,69 \times 10^2 \times 235} = 0,296$$

(2) Xác định nhiệt độ tới hạn của cấu kiện

a) bằng phương pháp nội suy tuyến tính theo Bảng 1 [10] với hệ số $\gamma_T = 0,296$.

$$T_{crHD} = 650 + \frac{0,296 - 0,34}{0,20 - 0,34} \times \frac{700 - 650}{1} = 665,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) bằng phương pháp nội suy tuyến tính theo Bảng 1 với hệ số $\gamma_T = 0,296$.

$$T_{crSTO} = 600 + \frac{0,296 - 0,34}{0,22 - 0,34} \times \frac{650 - 600}{1} = 618,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(3) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân

Tính chiều dày thép quy đổi δ_{red} , khi đốt nóng từ 4 mặt xác định theo công thức:

$$\delta_{red} = \frac{A}{Hp} = \frac{V}{A_m} = \frac{0,021869}{2,374} = 0,0092 \text{ m} = 9,2 \text{ mm,}$$

trong đó: $A = 218,69$ cm² = 0,021869 m²;

$Hp = 4 \times 400 + 2 \times 400 - 2 \times 13 = 2374$ mm = 2,374 m.

a) bằng cách sử dụng biểu đồ

Sử dụng Hình 1 nhận được giá trị yêu cầu tương ứng với nhiệt độ tới hạn $T_{cr} = 665,7$ °C và chiều dày thép quy đổi $\delta_{red} = 9,2$ mm. Kết quả tính toán thời gian gia nhiệt kết cấu đến nhiệt độ tới hạn theo biểu đồ là $t_{cr} = 20,7$ phút được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2 – Kết quả tính toán thời gian gia nhiệt của kết cấu

T_{cr} , °C	Thời gian gia nhiệt của kết cấu, phút		
	$\delta_{red} = 5$ mm	$\delta_{red} = 9,2$ mm	$\delta_{red} = 10$ mm
700	17,9	22,6	23,5
665,7	16,0	20,7	21,6
600	12,5	17,1	18,0

b) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân bằng tính toán

Từ Bước 2 có $T_{cr} = 665,7$ °C, $\delta_{red} = 9,2$ mm. Như vậy, giới hạn chịu lửa bản thân của cột lớn hơn 15 phút (19,90 phút).

Xác định giới hạn chịu lửa bản thân theo 9.2.2 trong tài liệu [7].

Kết quả xác định giới hạn chịu lửa bản thân bằng tính toán được ghi ở Bảng 3.

Đánh giá kết quả xác định thời gian gia nhiệt của kết cấu không được bảo vệ bằng phương pháp đồ thị (theo biểu đồ) và phương pháp tính toán (theo tính toán) cho thấy chênh lệch tương đối không quá 4,0 % (không quá 48 giây).

4.2. Cấu kiện chịu uốn

Số liệu cho trước: Dầm công xôn có nhịp $L = 2,5$ m chịu tải trọng tập trung tại đầu mút, đầu dầm ngàm vào cột và cánh phía dưới của nó không được cố định ngoài mặt phẳng, tải trọng lên dầm $P = 7,358$ kN, mô men uốn lớn nhất ở dầm công xôn với tải trọng tập trung ở đầu mút: $M = PL = 7,358 \times 2,5 = 18,394$ kNm. Dầm định hình chữ C có kích thước $h = 240$ mm, $b = 90$ mm, $h_w = 220$ mm, $t_w = 5,6$ mm, $t_f = 10$ mm, $A = 30,6$ cm². Dầm làm bằng thép S255 với giới hạn chảy của thép $f_y = 255$ N/mm².

Yêu cầu tính toán: Xác định nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân.

Kết quả tính toán:

(1) Xác định hệ số γ_T (theo công thức (2)):

$$T_{crHD} = 600 + \frac{0,374 - 0,45}{0,34 - 0,45} \times \frac{650 - 600}{1} = 634,5$$

trong đó: $M = 18,394$ kN.m; $W_x = 193,0$ cm³; $f_y = 255$ MPa.

(2) Xác định nhiệt độ tới hạn của cấu kiện

a) bằng phương pháp nội suy tuyến tính theo Bảng 1 [10] với hệ số $\gamma_T = 0,374$.

$$T_{crHD} = 600 + \frac{0,374 - 0,45}{0,34 - 0,45} \times \frac{650 - 600}{1} = 634,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

b) bằng phương pháp nội suy tuyến tính theo Bảng 1 với hệ số $\gamma_T = 0,374$.

$$T_{crSTO} = 550 + \frac{0,374 - 0,45}{0,34 - 0,45} \times \frac{600 - 550}{1} = 584,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

(3) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân

Tính chiều dày thép quy đổi δ_{red} , khi đốt nóng từ 4 mặt xác định theo công thức:

$$\delta_{red} = \frac{A}{Hp} = \frac{V}{A_m} = \frac{0,003060}{0,8288} = 0,0037 \text{ m} = 3,7 \text{ mm},$$

trong đó: $A = 30,36$ cm² = 0,003060 m²;

$Hp = 4 \times 90 + 2 \times 240 - 2 \times 5,6 = 828,8$ mm = 0,8288 m.

a) bằng cách sử dụng biểu đồ

Nhận được giá trị yêu cầu tương ứng với nhiệt độ tới hạn $T_{cr} = 634,5$ °C và chiều dày thép quy đổi $\delta_{red} = 3,7$ mm. Kết quả tính toán thời gian gia nhiệt kết cấu đến nhiệt độ tới hạn

theo biểu đồ là $t_{cr} = 12,8$ phút.

b) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân bằng tính toán

Từ Bước (2) có $T_{cr} = 634,5$ °C, $\delta_{red} = 3,7$ mm. Như vậy, giới hạn chịu lửa bản thân của dầm nhỏ hơn 15 phút (11,70 phút).

Đánh giá kết quả xác định thời gian gia nhiệt của kết cấu không được bảo vệ bằng phương pháp đồ thị (theo biểu đồ) và phương pháp tính toán (theo tính toán) cho thấy chênh lệch tương đối không quá 9,4 % (không quá 66 giây).

4.3. Cấu kiện chịu nén kết hợp uốn

Số liệu cho trước: Cột đỡ đường ống. Cột chịu nén và uốn đồng thời ($N = 19,62$ kN; $M_x = 5,886$ kNm) với chiều cao hình học của cột $L_{ef} = 142$ cm, chiều dài tính toán trong mặt phẳng uốn $L_{cr,x} = \mu \cdot L_{ef} = 2 \times 142 = 284$ cm, và ngoài mặt phẳng uốn $L_{cr,y} = \mu \cdot L_{ef} = 0,7 \times 142 = 99,4$ cm. Tiết diện cột hộp chữ nhật $120 \times 80 \times 5$ (theo GOST 30245), kích thước hình học $h = 120$ mm, $b = 80$ mm, $t_w = 5,0$ mm, $t_f = 5,0$ mm; các đặc trưng hình học sau: $A = 18,36$ cm², $I_x = 353,0$ cm⁴, $I_y = 187,6$ cm⁴, $W_x = 58,84$ cm³, $W_y = 46,89$ cm³, $W^{pl,x} = 76,25$ cm³, $i_x = 4,38$ cm; $i_y = 3,20$ cm. Chấp nhận rằng tiết diện chỉ làm việc trong giai đoạn đàn hồi.

Cột được làm bằng thép S275 với giới hạn chảy bằng $f_y = 275$ N/mm².

Yêu cầu tính toán: Xác định nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân.

Kết quả tính toán:

(1) Xác định hệ số γ_T (theo công thức (3)):

$$T_{crHD} = 600 + \frac{0,403 - 0,45}{0,34 - 0,45} \times \frac{650 - 600}{1} = 621,4$$

trong đó: $N = 19,62$ kN; $M_x = 5,886$ kN.m; $A = 18,36$ cm²; $W_x = 58,84$ cm³; $f_y = 275$ MPa; ; $M_y = B = 0$.

(2) Xác định nhiệt độ tới hạn của cấu kiện

a) bằng phương pháp nội suy tuyến tính theo Bảng 1 với hệ số $\gamma_T = 0,403$.

$$T_{crHD} = 600 + \frac{0,403 - 0,45}{0,34 - 0,45} \times \frac{650 - 600}{1} = 621,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

b) bằng phương pháp nội suy tuyến tính theo Bảng 1 với hệ số $\gamma_T = 0,403$.

$$T_{crSTO} = 550 + \frac{0,403 - 0,45}{0,34 - 0,45} \times \frac{600 - 550}{1} = 571,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

(3) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân

Tính chiều dày thép quy đổi δ_{red} , khi đốt nóng từ 4 mặt xác định theo công thức:

$$\delta_{red} = \frac{A}{Hp} = \frac{V}{A_m} = \frac{0,001836}{0,40} = 0,0046 \text{ m} = 4,6 \text{ mm},$$

trong đó: $A = 18,36$ cm² = 0,001836 m²;

(Xem tiếp trang 80)

Bảng 3 – Kết quả xác định giới hạn chịu lửa bản thân

Bước tính	Các thông số tính toán							
	τ_i	$t_{B,\tau+\Delta\tau}$	α_r	α_c	α_d	c_a	$\Delta\theta_a$	$t_{st,\tau+\Delta\tau}$
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
...								
198	19,80	779,9	3435	15151	18587	782	2,0	663,4
199	19,90	780,6	3400	15056	18455	783	2,0	665,3
200	20,00	781,4	3365	14960	18324	784	1,9	667,3

Phân tích ứng xử uốn phi cục bộ tấm nano FGMP có vi bọt rỗng với các điều kiện biên khác nhau

Nonlocal bending analysis of functionally graded nanoplates with porosities under various boundary conditions

Nguyễn Văn Long⁽¹⁾, Trần Minh Tú⁽²⁾ và Đặng Xuân Trung⁽³⁾

Tóm tắt

Trên cơ sở lý thuyết biến dạng cắt bậc ba của Reddy và lý thuyết đàn hồi phi cục bộ của Eringen, bài báo tiến hành phân tích ứng xử uốn của tấm chữ nhật nano FGMP (Functionally graded material with porosities).

Bằng tiếp cận theo phương pháp pb2-Ritz, lời giải bán giải tích của độ võng và các thành phần ứng suất đã được thiết lập cho tấm có các điều kiện biên khác nhau. Sau khi kiểm chứng độ tin cậy của lời giải với các kết quả đã công bố, ảnh hưởng của hệ số rỗng và tham số phi cục bộ đến độ võng và trường ứng suất trong tấm nano FGMP được khảo sát. Các kết quả nhận được là nguồn tham chiếu hữu ích cho các nghiên cứu về kết cấu ở kích cỡ micro/nano trong lĩnh vực vi-cơ điện tử.

Từ khóa: Lý thuyết đàn hồi phi cục bộ, Vật liệu FGM có vi bọt rỗng, Phân tích uốn, Phương pháp Ritz

Abstract

Based on Reddy's third-order shear deformation theory (TSDT) and Eringen's nonlocal elasticity theory, the nonlocal bending behavior of functionally graded material nanoplates with porosities (FGMP nanoplates) is investigated. A semi-analytical solution is obtained using the pb2-Ritz approach for various boundary conditions. After validating the reliability of the solution by comparing it with published results, the effects of porosity and nonlocal parameters on the deflection and stress fields of FGMPs are examined. The findings provide valuable insights for the design and analysis of micro/nano-scale structures in micro-electromechanical systems.

Key words: Nonlocal elasticity theory; Functionally graded material with porosities; Bending analysis; Ritz method

(1) TS, Giảng viên, bộ môn Sức bền vật liệu, Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: longnv@huce.edu.vn, ĐT: 0374527268

(2) GS.TS, bộ môn Sức bền vật liệu, Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: tutm@huce.edu.vn, ĐT: 0912101173

(3) ThS, Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng, Email: xuantrungcgd@gmail.com, ĐT: 0989256859

Ngày nhận bài: 30/9/2024
Ngày sửa bài: 02/10/2024
Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Tổng quan

Là một loại vật liệu composite thế hệ mới, vật liệu cơ tính biến thiên (functionally graded material-FGM) đã được phát kiến lần đầu tiên bởi các nhà khoa học Nhật Bản trong quá trình tìm kiếm loại vật liệu có khả năng làm việc trong môi trường nhiệt độ cao. Các kết cấu dầm, tấm, vỏ FGM được sử dụng nhiều trong kết cấu công trình cũng như kỹ thuật cơ khí là bằng chứng về việc sở hữu nhiều tính chất khác biệt so với vật liệu composite truyền thống, đặc biệt là tránh được sự bong tách giữa các pha vật liệu thành phần và sự tập trung ứng suất tại bề mặt tiếp xúc giữa chúng.

Trong vài thập kỷ gần đây, vật liệu FGM đã được tích hợp vào các hệ thống và kết cấu vi cơ điện tử và nano cơ điện tử. Các phân tích cơ học về kết cấu micro/nano chế tạo từ vật liệu FGM đã trở thành chủ đề nghiên cứu hấp dẫn của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Với kết cấu micro/nano, ảnh hưởng của kích thước bé cần được kể đến, do vậy các lý thuyết đàn hồi cổ điển không còn thích hợp. Hiện nay có ba phương pháp mô phỏng chính được sử dụng để phân tích cơ học các kết cấu nano: phương pháp động lực học phân tử, phương pháp thực nghiệm và cơ học môi trường liên tục phi cục bộ (nonlocal continuum theory), trong đó phương pháp đầu tiên đặc biệt tốn thời gian và phương pháp thứ hai tốn kém và khó thực hiện. Vì thế cách tiếp cận theo cơ học môi trường liên tục phi cục bộ thường được sử dụng. Các lý thuyết tấm dựa trên cơ học môi trường liên tục cổ điển đã được cải tiến bằng cách sử dụng các quan hệ ứng suất - biến dạng theo lý thuyết đàn hồi phi cục bộ của Eringen [1, 2] để xét đến hiệu ứng kích thước bé. Không như lý thuyết đàn hồi cổ điển, với lý thuyết đàn hồi phi cục bộ, trường ứng suất tại một điểm của vật thể không những phụ thuộc vào các thành phần biến dạng tại chính điểm đó mà còn phụ thuộc vào biến dạng của tất cả các điểm xung quanh.

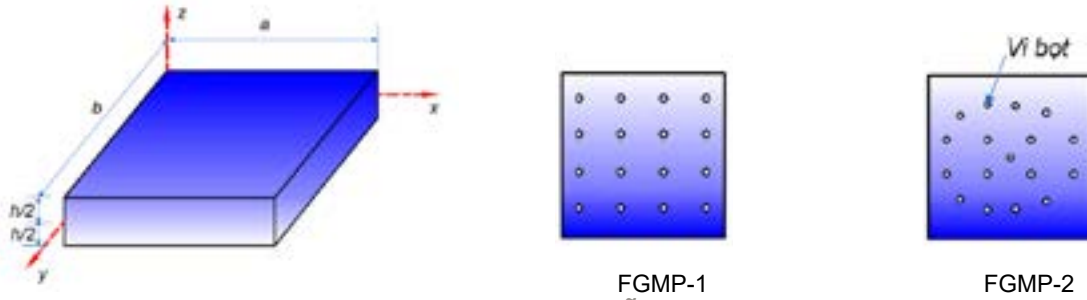
Trong phân tích phi cục bộ kết cấu tấm nano FGM, lý thuyết tấm cổ điển (CPT) [3, 4], lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất (FSDT) [5-8], và lý thuyết biến dạng cắt bậc ba của Reddy (TSDT) [9, 10] là ba lý thuyết tấm được sử dụng phổ biến nhất. Một lưu ý liên quan quá trình chế tạo FGM là các lỗ rỗng vi mô thường xuất hiện do quá trình thiêu kết các vật liệu thành phần khác nhau; các vi bọt rỗng sẽ ảnh hưởng đến cơ tính vật liệu. Các khảo sát về ứng xử tĩnh và động của tấm FGM có vi bọt rỗng (FGMP) vì thế cũng là chủ đề được quan tâm [11-14].

Từ nghiên cứu tổng quan về tấm nano FGMP, có thể thấy rằng các nghiên cứu về phân tích uốn cho tấm nano với các điều kiện biên khác nhau còn rất hạn chế. Bởi vậy, trong bài báo này, các tác giả tiến hành phân tích ảnh hưởng của vi bọt rỗng đến ứng xử tĩnh của tấm nano FGMP, có xét đến hiệu ứng kích thước bé thông qua việc sử dụng lý thuyết đàn hồi phi cục bộ của Eringen. Lý thuyết tấm TSDT với năm ẩn số chuyển vị đồng thời thỏa mãn điều kiện ứng suất tiếp của tấm, phù hợp cho phân tích tấm dày được sử dụng. Lời giải bán giải tích cho tấm nano với các dạng điều kiện biên khác nhau được thiết lập theo tiếp cận pb2-Ritz (pb2 - two-dimensional polynomial basic function). Ảnh hưởng của vi bọt rỗng, điều kiện biên và tham số phi cục bộ đến độ võng và ứng suất trong tấm nano FGMP sẽ được trình bày cụ thể trong phần khảo sát số.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Mô hình tấm nano bằng vật liệu FGMP

Xét tấm chữ nhật nano FGMP có chiều dài a , chiều rộng b , chiều dày h , trong hệ tọa độ Descartes (x, y, z) gắn với mặt trung bình của tấm (xem Hình 1). Sử dụng quy luật phân bố hàm lũy thừa, các tính chất hiệu dụng P của vật liệu bao gồm mô đun đàn hồi kéo/nén E , mô đun cắt G , hệ số



Hình 1. Tấm nano FGMP với các quy luật phân bố vi bột rỗng khác nhau

Poisson ν được viết dưới dạng [15-17]:

$$P(z) = P_{cm} \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2} \right)^\xi + P_m - (P_c + P_m) f(z);$$

$$f(z) = \begin{cases} \frac{\alpha}{2} & \text{(FGMP-1)} \\ \left(1 - \frac{2|z|}{h} \right) \frac{\alpha}{2} & \text{(FGMP-2)} \end{cases} \quad (1)$$

trong đó: $P_m = P_c - P_m$; P_c, P_m tương ứng là cơ tính của thành phần ceramic và kim loại; ξ là chỉ số tỷ lệ thể tích ($\xi \geq 0$); α là tỷ phần thể tích lỗ rỗng ($0 \leq \alpha \ll 1$). Lưu ý rằng, khi $\alpha = 0$ ta có vật liệu FGM hoàn hảo.

2.2. Các hệ thức cơ bản của tấm nano theo lý thuyết biến dạng cắt bậc ba

Sử dụng lý thuyết biến dạng cắt bậc ba của Reddy (TSDT), các thành phần chuyển vị trong không gian tấm được xác định bởi [18]:

$$\begin{Bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} u_1(x, y) \\ u_2(x, y) \\ u_3(x, y) \end{Bmatrix} + z \begin{Bmatrix} u_4(x, y) \\ u_5(x, y) \\ 0 \end{Bmatrix} - \kappa z^3 \begin{Bmatrix} u_4 + \partial u_3 / \partial x \\ u_5 + \partial u_3 / \partial y \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

trong đó: $\kappa = \frac{4}{3h^2}$; u_1, u_2, u_3 là các thành phần chuyển vị theo phương x, y, z của điểm trên mặt trung bình; u_4, u_5 tương ứng là góc xoay của pháp tuyến mặt trung bình quanh trục y, x .

Các thành phần biến dạng tuyến tính nhận được:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}$$

$$= \begin{Bmatrix} \frac{\partial u_1}{\partial x} \\ \frac{\partial u_2}{\partial y} \\ \frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\partial u_2}{\partial x} \end{Bmatrix} + z \begin{Bmatrix} \frac{\partial u_4}{\partial x} \\ \frac{\partial u_5}{\partial y} \\ \frac{\partial u_4}{\partial y} + \frac{\partial u_5}{\partial x} \end{Bmatrix} - \kappa z^3 \begin{Bmatrix} \frac{\partial u_4}{\partial x} + \frac{\partial^2 u_3}{\partial x^2} \\ \frac{\partial u_5}{\partial y} + \frac{\partial^2 u_3}{\partial y^2} \\ \frac{\partial u_4}{\partial y} + \frac{\partial u_5}{\partial x} + 2 \frac{\partial^2 u_3}{\partial x \partial y} \end{Bmatrix}$$

$$= \boldsymbol{\varepsilon}^0 + z \boldsymbol{\kappa} + z^3 \boldsymbol{\kappa}^*;$$

$$\boldsymbol{\gamma} = \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = (1 - 3\kappa z^2) \begin{Bmatrix} \frac{\partial u_3}{\partial x} + u_4 \\ \frac{\partial u_3}{\partial y} + u_5 \end{Bmatrix} = (1 - 3\kappa z^2) \boldsymbol{\gamma}^0$$

Theo lý thuyết đàn hồi phi cục bộ [2, 19], các phương trình liên tục cho tấm nano FGMP được viết dưới dạng:

$$\Re \begin{Bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & 0 \\ Q_{21} & Q_{22} & 0 \\ 0 & 0 & Q_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix};$$

$$\Re \begin{Bmatrix} t_{xz} \\ t_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{55} & 0 \\ 0 & Q_{44} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

trong đó: $\Re = 1 - \mu^2 \nabla^2$ là toán tử phi cục bộ; μ là tham số phi cục bộ.

Từ quan hệ (4), các thành phần nội lực cục bộ $(N_i^l, M_i^l, M_i^{*l}, R_i^l)$ và phi cục bộ (N_i, M_i, M_i^*, R_i) liên hệ với nhau và phụ thuộc vào các thành phần biến dạng bởi:

$$\Re N_i = N_i^l = A_{ij} \varepsilon_j^0 + B_{ij} \kappa_j + D_{ij} \kappa_j^*;$$

$$\Re M_i = M_i^l = B_{ij} \varepsilon_j^0 + C_{ij} \kappa_j + E_{ij} \kappa_j^*;$$

$$\Re M_i^* = M_i^{*l} = D_{ij} \varepsilon_j^0 + E_{ij} \kappa_j + G_{ij} \kappa_j^*;$$

$$\Re R_i = R_i^l = A^s \gamma_j$$

với:

$$(A_{ij}, B_{ij}, C_{ij}, D_{ij}, E_{ij}, G_{ij}) = \int_{-h/2}^{h/2} Q_{ij} (1, z, z^2, z^3, z^4, z^6) dz;$$

$$A^s = \int_{-h/2}^{h/2} G(z) (1 - 3\kappa z^2)^2 dz.$$

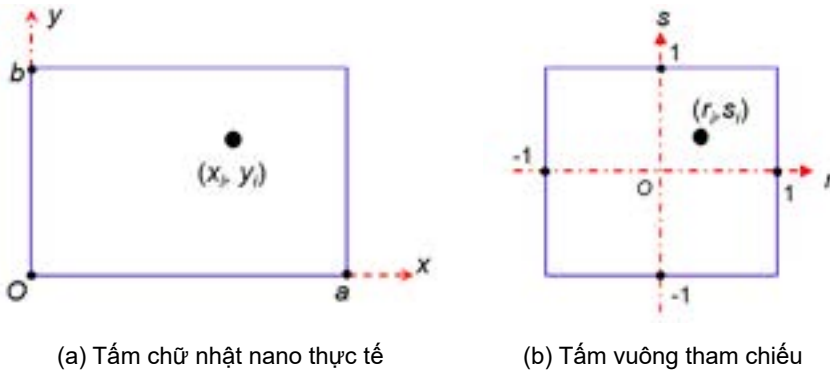
Áp dụng toán tử nonlocal \Re lên hệ phương trình cân bằng của lý thuyết TSDT [18] cho tấm nano FGMP, với chú ý sử dụng quan hệ (5), ta được:

$$\frac{\partial N_x^l}{\partial x} + \frac{\partial N_{xy}^l}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial N_{xy}^l}{\partial x} + \frac{\partial N_y^l}{\partial y} = 0;$$

$$\kappa \left(\frac{\partial^2 M_x^{*l}}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial M_{xy}^{*l}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y^{*l}}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial R_x^l}{\partial x} + \frac{\partial R_y^l}{\partial y} + \Re q = 0; \quad (6)$$

$$(3) \quad \frac{\partial P_x^l}{\partial x} + \frac{\partial P_{xy}^l}{\partial y} - R_x^l = 0; \quad \frac{\partial P_{xy}^l}{\partial x} + \frac{\partial P_y^l}{\partial y} - R_y^l = 0$$

trong đó: $P_i^l = M_i^l - \kappa M_i^{*l}$.



Hình 2. Liên hệ tọa độ giữa tấm nano thực và tấm tham chiếu

2.3. Phương pháp Ritz

Nhân lần lượt từng phương trình trong (6) với các biến phân δu_i sau đó tích phân trên miền A, ta được:

$$0 = \int_A \left[N_x^I \frac{\partial \delta u_1}{\partial x} + P_x^I \frac{\partial \delta u_4}{\partial x} - \kappa M_x^{*I} \frac{\partial^2 \delta u_3}{\partial x^2} + N_y^I \frac{\partial \delta u_2}{\partial y} + P_y^I \frac{\partial \delta u_5}{\partial y} - \kappa M_y^{*I} \frac{\partial^2 \delta u_3}{\partial y^2} + N_{xy}^I \left(\frac{\partial \delta u_1}{\partial y} + \frac{\partial \delta u_2}{\partial x} \right) + P_{xy}^I \left(\frac{\partial \delta u_4}{\partial y} + \frac{\partial \delta u_5}{\partial x} \right) - 2\kappa M_{xy}^{*I} \frac{\partial^2 \delta u_3}{\partial x \partial y} + R_x^I \left(\frac{\partial \delta u_3}{\partial x} + \delta u_4 \right) + R_y^I \left(\frac{\partial \delta u_3}{\partial y} + \delta u_5 \right) - \mathfrak{R}q \delta u_3 \right] dA \quad (7)$$

Để thuận tiện, trong phần này, hệ trục tọa độ không thứ nguyên (r, s) được sử dụng để thay thế cho hệ tọa độ Descartes (xem Hình 2). Liên hệ giữa hai hệ tọa độ:

$$r = \frac{2x}{a} - 1; s = \frac{2y}{b} - 1 \quad (8)$$

Các thành phần chuyển vị theo pb2-Ritz được giả thiết như sau [20]:

$$u_i = \sum_{p=0}^n \sum_{q=0}^p d_{ipq} u_{ipq}(r, s) = \sum_{j=1}^N d_{ij} u_j(r, s) = \mathbf{d}_i^T \mathbf{U}_i \quad (9)$$

trong đó N là bậc của đa thức; d_{ij} là các hệ số cần tìm; \mathbf{d}_i là các véc tơ chuyển vị; \mathbf{U}_i là các véc tơ hàm pb2-Ritz ($i = 1+5$) với các thành phần được tính theo:

$$u_{ij} = r^{p-q} s^q B_i \quad (10)$$

với B_i là các hàm cơ bản thỏa mãn điều kiện biên:

$$B_i = (s+1)^{k_{4i-3}} (r-1)^{k_{4i-2}} (s-1)^{k_{4i-1}} (r+1)^{k_{4i}} \quad (11)$$

Các giá trị k_i phụ thuộc vào điều kiện biên cụ thể của các cạnh tấm. Ví dụ, trên cạnh $x = a$ (tương ứng với $r = 1$): Với điều kiện biên ngàm (-C): $k_{4i-2} = 0$; với điều kiện biên tựa bản lề (-S): $k_i = 1$ với điều kiện biên tự do (-F): $k_i = 0$.

Bằng cách thay khai triển (9) vào (7), và chuyển đổi tích phân từ hệ tọa độ (x, y) sang hệ tọa độ (r, s) , hệ phương trình cân bằng thu được cho bài toán uốn:

$$Kd = F \quad (12)$$

3. Kết quả số và thảo luận

Với nghiệm bán giải tích theo phương pháp pb2-Ritz đã thiết lập ở phần trên, chương trình tính bằng

phần mềm Matlab được viết để thực hiện các ví dụ số. Các ví dụ kiểm chứng độ tin cậy của lời giải và chương trình máy tính được thực hiện cho hai trường hợp riêng bao gồm: i) Độ võng và ứng suất tấm FGMP kích thước nano liên kết khớp bốn cạnh; ii) Độ võng của tấm FGM kích thước macro với các điều kiện biên khác nhau. Để thuận tiện, các công thức không thứ nguyên được sử dụng [21]:

$$\bar{w} = \frac{10E_c h^3}{q_0 a^4} w_0 \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2} \right); \quad \bar{t}_x = \frac{h}{q_0 a} t_x \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, \frac{h}{2} \right); \quad \bar{t}_{xz} = \frac{10h}{q_0 a} t_{xz} \left(0, \frac{b}{2}, 0 \right) \quad (13)$$

3.1. Ví dụ kiểm chứng

Để kiểm chứng ứng xử uốn phi cục bộ theo lý thuyết TSDT và phương pháp Ritz, bài báo xét tấm vuông nano FGMP (Al/Al₂O₃): $a = b = 10$ nm, liên kết khớp bốn cạnh (SSSS) và chịu tác dụng của tải phân bố hình sin:

$$q = q_0 \sin(\pi x/a) \sin(\pi y/b)$$

Các kết quả tính toán độ võng không thứ nguyên \bar{w} và ứng suất không thứ nguyên \bar{t}_x, \bar{t}_{xz} của tấm trình bày ở Bảng 1. Để dễ dàng nhận thấy, với các tham số phi cục bộ μ khác nhau, kết quả trong bài báo đều phù hợp với nghiệm Navier sử dụng lý thuyết biến dạng cắt đơn giản bốn ẩn chuyển vị của Alghanmi [21].

Tiếp theo, Bảng 2 trình bày các kết quả kiểm chứng độ võng không thứ nguyên

$$\hat{w} = 100E_m h^3 w_0 \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2} \right) / \left[12(1-\nu^2) q_0 a^4 \right]$$

của tấm vuông FGM (Al/ZrO₂-1) kích thước macro: $a = b = 1$ m, $h = 0,2$ m, $\alpha = 0$, chịu tác dụng của tải phân bố đều $q = q_0$. Có thể thấy rằng, với các chỉ số tỷ lệ thể tích ξ và điều

Bảng 1. Kiểm chứng độ võng không thứ nguyên \bar{w} và các thành phần ứng suất không thứ nguyên \bar{t}_x, \bar{t}_{xz} của tấm vuông nano FGMP ($\zeta = 2, \alpha = 0,15, a/h = 10$)

\bar{t}_x	Nguồn	\bar{t}_x		\bar{t}_x		\bar{t}_{xz}	
		FGMP-1	FGMP-2	FGMP-1	FGMP-2	FGMP-1	FGMP-2
1 nm	Alghanmi [21]	1,3268	1,0058	4,8918	4,5597	2,5470	2,3494
	Bài báo	1,3268	1,0064	4,8917	4,5604	2,5468	2,3750
2 nm	Alghanmi [21]	1,9830	1,5033	7,3110	6,8148	3,8067	3,5113
	Bài báo	1,9829	1,5041	7,3110	6,8158	3,8063	3,5496

Bảng 2. Kiểm chứng độ võng không thứ nguyên ξ của tấm vuông FGM

Điều kiện biên	Nguồn	$\xi = 0.5$	$\xi = 1$	$\xi = 2$
CCCC	Lee và cs. [22]	0,1034	0,1207	0,1404
	Bài báo	0,0986	0,1156	0,1357
SCSC	Lee và cs. [22]	0,1447	0,1701	0,1953
	Bài báo	0,1386	0,1625	0,1899
SFSF	Lee và cs. [22]	0,7029	0,8214	0,9423
	Bài báo	0,6852	0,7948	0,9051

kiện biên khác nhau của tấm, các kết quả trong bài báo đều phù hợp với lời giải theo lý thuyết biến dạng cát bậc nhất và phương pháp phần tử tự do kp-Ritz (element-free kp-Ritz method) của Lee và cs. [22].

Qua các kết quả kiểm chứng ở trên, có thể thấy rằng, nghiệm theo phương pháp pb2-Ritz trong bài báo và code chương trình máy tính đã thiết lập có độ tin cậy.

3.2. Khảo sát ảnh hưởng của các tham số

Trong phần này, bài báo tiến hành phân tích ứng xử uốn phi cục bộ của tấm vuông nano FGMP (Al/Al_2O_3) [21]: $a = b = 10$ nm, $a/h = 10$, dưới tác dụng của tải phân bố đều $q=q_0$. Đồ thị trên Hình 3 thể hiện biến thiên độ võng không thứ nguyên \bar{w} và ứng suất pháp không thứ nguyên \bar{t}_x theo tham số phi cục bộ μ . Bốn trường hợp điều kiện biên được xét tới bao gồm: CCCC, SCSC, SSSS và SFSF [23].

Các kết quả cho thấy:

- Ngoại trừ trường hợp điều kiện biên ngàm 4 cạnh - CCCC có độ võng và ứng suất không đổi khi thay đổi μ , các trường hợp điều kiện biên còn lại có độ võng và ứng suất tăng phi μ tăng.

- Như mong đợi, với mỗi giá trị của tham số μ , tấm nano FGMP có liên kết CCCC luôn có độ võng nhỏ nhất; tiếp đó, tương ứng với các điều kiện biên SCSC, SSSS, SFSF thì độ võng tăng dần.

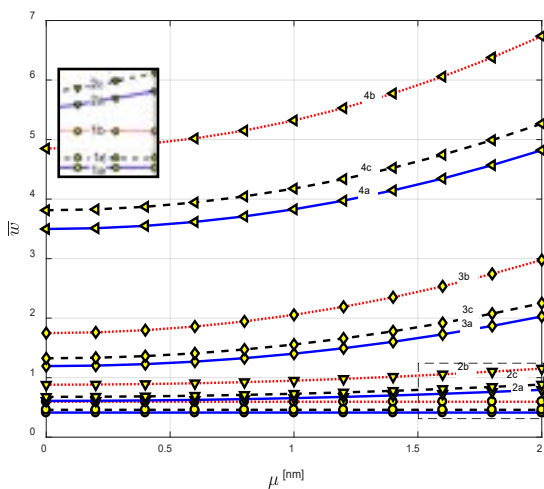
- Ảnh hưởng của điều kiện biên lên ứng suất trong không giống như độ võng, thậm chí là khá phức tạp vì nó còn phụ

thuộc vào giá trị của tham số μ . Khi $\mu = 0$, tấm nano FGMP có liên kết CCCC có ứng suất nhỏ nhất; tiếp đó, tương ứng với các điều kiện biên SFSF, SCSC, SSSS, thì ứng suất tăng dần. Khi $\mu \neq 0$ và tăng dần, điều kiện biên SFSF có ứng suất tăng rất nhanh so với các điều kiện biên SCSC và SSSS dẫn đến tương quan về ứng suất của ba điều kiện biên này thay đổi.

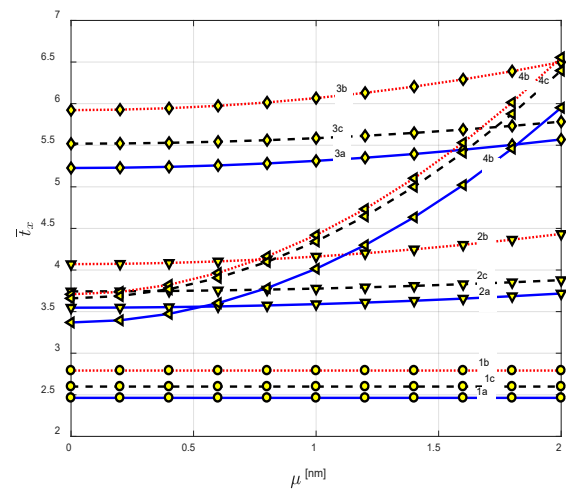
- Về ảnh hưởng của vi bọt rỗng: Với mỗi điều kiện biên và tham số μ cho trước, tấm nano FGM hoàn hảo luôn có độ võng và ứng suất bé hơn so với tấm không hoàn hảo. Phân bố FGMP-2 làm cho tấm có độ cứng uốn lớn hơn so với phân bố FGMP-1, kết quả là tấm FGMP-2 luôn có độ võng và ứng suất gần với tấm FGM hoàn hảo hơn so với tấm FGMP-1.

4. Kết luận

Bài báo xây dựng mô hình tính toán uốn cho tấm nano FGMP với các dạng điều kiện biên khác nhau theo lý thuyết biến dạng cát bậc ba của Reddy kết hợp với lý thuyết đàn hồi phi cục bộ. Nghiệm bán giải tích sử dụng phương pháp pb2-Ritz, cùng với chương trình tính bằng phần mềm Matlab được kiểm chứng cho thấy đủ tin cậy. Các khảo sát số đã được thực hiện cho phép đánh giá ảnh hưởng của điều kiện biên, tham số phi cục bộ, đến độ võng và ứng suất của tấm. Lời giải bán giải tích và những nhận xét rút ra trong khảo sát số là cơ sở cho các nghiên cứu liên quan và là nguồn tài liệu tham khảo hữu ích cho các kỹ sư kết cấu trong công lĩnh vực./.



(a) Biến thiên của \bar{w}



(b) Biến thiên của \bar{t}_x

Hình 3. Biến thiên độ võng không thứ nguyên \bar{w} và ứng suất không thứ nguyên \bar{t}_x của tấm FGMP theo μ : (1-) CCCC, (2-) SCSC, (3-) SSSS, (4-) SFSF; (-a) FGM, (-b) FGMP-1, (-c) FGMP-2

Tài liệu tham khảo

1. Eringen, A.C. and J. Wegner, *Nonlocal continuum field theories. Appl. Mech. Rev.*, 2003. 56(2): p. B20-B22.
2. Eringen, A.C., *On differential equations of nonlocal elasticity and solutions of screw dislocation and surface waves. Journal of applied physics*, 1983. 54(9): p. 4703-4710.
3. Jandaghian, A. and O. Rahmani, *Vibration analysis of functionally graded piezoelectric nanoscale plates by nonlocal elasticity theory: An analytical solution. Superlattices and Microstructures*, 2016. 100: p. 57-75.
4. Zare, M., R. Nazemnezhad, and S. Hosseini-Hashemi, *Natural frequency analysis of functionally graded rectangular nanoplates with different boundary conditions via an analytical method. Meccanica*, 2015. 50: p. 2391-2408.
5. Natarajan, S., Chakraborty, S., Thangavel, M., Bordas, S., & Rabczuk, T., *Size-dependent free flexural vibration behavior of functionally graded nanoplates. Computational Materials Science*, 2012. 65: p. 74-80.
6. Shariati, M., M. Shishehsaz, and R. Mosalmani, *Stress-driven Approach to Vibrational Analysis of FGM Annular Nano-plate based on First-order Shear Deformation Plate Theory. Journal of Applied and Computational Mechanics*, 2023. 9(3): p. 637-655.
7. Hosseini, M., Mofidi, M. R., Jamalpoor, A., & Safi Jahanshahi, M., *Nanoscale mass nanosensor based on the vibration analysis of embedded magneto-electro-elastic nanoplate made of FGMs via nonlocal Mindlin plate theory. Microsystem Technologies*, 2018. 24: p. 2295-2316.
8. Hosseini-Hashemi, S., M. Bedroud, and R. Nazemnezhad, *An exact analytical solution for free vibration of functionally graded circular/annular Mindlin nanoplates via nonlocal elasticity. Composite Structures*, 2013. 103: p. 108-118.
9. Daneshmehr, A. and A. Rajabpoor, *Stability of size dependent functionally graded nanoplate based on nonlocal elasticity and higher order plate theories and different boundary conditions. International Journal of Engineering Science*, 2014. 82: p. 84-100.
10. Daneshmehr, A., A. Rajabpoor, and A. Hadi, *Size dependent free vibration analysis of nanoplates made of functionally graded materials based on nonlocal elasticity theory with high order theories. International Journal of Engineering Science*, 2015. 95: p. 23-35.
11. Mechab, B., Mechab, I., Benaissa, S., Ameri, M., & Serier, B., *Probabilistic analysis of effect of the porosities in functionally graded material nanoplate resting on Winkler–Pasternak elastic foundations. Applied Mathematical Modelling*, 2016. 40(2): p. 738-749.
12. Slimane, M., Mostefa, A. H., Boutaleb, S., & Hellal, H., *Free Vibration Analysis of Functionally Graded FG Nano-Plates with Porosities. Journal of Nano Research*, 2020. 64: p. 61-74.
13. Phung-Van, P., Thai, C.H., Nguyen-Xuan, H., & Abdel-Wahab, M., *An isogeometric approach of static and free vibration analyses for porous FG nanoplates. European Journal of Mechanics-A/Solids*, 2019. 78: p. 103851.
14. Malikan, M., F. Tornabene, and R. Dimitri, *Nonlocal three-dimensional theory of elasticity for buckling behavior of functionally graded porous nanoplates using volume integrals. Materials Research Express*, 2018. 5(9): p. 095006.
15. Wattanasakulpong, N. and V. Ungbhakorn, *Linear and nonlinear vibration analysis of elastically restrained ends FGM beams with porosities. Aerospace Science and Technology*, 2014. 32(1): p. 111-120.
16. Shahsavari, D., Shahsavari, M., Li, L., & Karami, B., *A novel quasi-3D hyperbolic theory for free vibration of FG plates with porosities resting on Winkler/Pasternak/Kerr foundation. Aerospace Science and Technology*, 2018. 72: p. 134-149.
17. Zhao, J., Choe, K., Xie, F., Wang, A., Shuai, C., & Wang, Q., *Three-dimensional exact solution for vibration analysis of thick functionally graded porous (FGP) rectangular plates with arbitrary boundary conditions. Composites Part B: Engineering*, 2018. 155: p. 369-381.
18. Reddy, J.N., *Theory and analysis of elastic plates and shells*. 2006: CRC press.
19. Eringen, A.C. and D. Edelen, *On nonlocal elasticity. International journal of engineering science*, 1972. 10(3): p. 233-248.
20. Wu, L. and Y. Lu, *Free vibration analysis of rectangular plates with internal columns and uniform elastic edge supports by pb-2 Ritz method. International Journal of Mechanical Sciences*, 2011. 53(7): p. 494-504.
21. Alghanmi, R.A., *Nonlocal Strain Gradient Theory for the Bending of Functionally Graded Porous Nanoplates. Materials*, 2022. 15(23): p. 8601.
22. Lee, Y., X. Zhao, and K.M. Liew, *Thermoelastic analysis of functionally graded plates using the element-free kp-Ritz method. Smart Materials and Structures*, 2009. 18(3): p. 035007.
23. Nguyen, V.L., Nguyen, V.L., Nguyen, T.A., & Tran, M.T., *Dynamic responses of saturated functionally graded porous plates resting on elastic foundation and subjected to a moving mass using pb2-Ritz method. Acta Mechanica*, 2024: p. 1-27.

Một công thức dựa trên mạng nơ ron nhân tạo...**(tiếp theo trang 25)**

13. Yang Z, Zhang X, Li B. *Residual punching shear capacity of corroded reinforced concrete slabs. Magazine of Concrete Research*. 2023;75(2):82-96. doi: 10.1680/jmacr.21.00308.
14. Lotfy EM, Gomaa AmAE, Hosny S, Khafaga SA, Ahmed MA. *Predicting of Punching Shear Capacity of Corroded Reinforced Concrete Slab-column Joints Using Artificial Intelligence Techniques. MSA Engineering Journal*. 2023;2(2):384-407. doi: 10.21608/msaeng.2023.291880.
15. Gomaa AM, Lotfy EM, Khafaga SA, Hosny S, Ahmed MA. *Experimental, numerical, and theoretical study of punching shear capacity of corroded reinforced concrete slab-column joints. Engineering Structures*. 2023;289:116280. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116280.
16. Grubbs F. *Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples. Technometrics*. 1969;11(1):1-21.
17. Derogar S, Ince C, Yatbaz HY, Ever E. *Prediction of punching shear strength of slab-column connections: A comprehensive evaluation of machine learning and deep learning based approaches. Mechanics of Advanced Materials and Structures*. 2024;31(6):1272-90. doi: 10.1080/15376494.2022.2134950.
18. Mansour MY, Dicleli M, Lee JY, Zhang J. *Predicting the shear strength of reinforced concrete beams using artificial neural networks. Engineering Structures*. 2004;26(6):781-99. doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2004.01.011.
19. Bashir R, Ashour A. *Neural network modelling for shear strength of concrete members reinforced with FRP bars. Composites Part B: Engineering*. 2012;43(8):3198-207. doi: https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.04.011.

Ảnh hưởng nhiệt độ-độ ẩm đến ứng xử tĩnh của tấm FGM có vi bọt rỗng

The hygro-thermal effect on static behavior of functionally graded plate with porosities

Phạm Thanh Tùng⁽¹⁾, Trần Minh Tú⁽²⁾, Nguyễn Hoàng Nam⁽³⁾

Tóm tắt

Vật liệu có cơ tính biến thiên (functionally graded materials – FGMs) là loại composite thế hệ mới có cơ tính biến đổi trơn và liên tục theo một phương nhất định trong cấu trúc, vì thế tránh được sự bong tách, cũng như sự tập trung ứng suất tại bề mặt tiếp xúc, điều thường xảy ra ở vật liệu composite truyền thống. Bài báo tiến hành phân tích tĩnh tấm FGM có vi bọt rỗng theo lý thuyết biến dạng cắt bậc ba (TSDT), chịu tải trọng cơ-nhiệt-ẩm. Các dạng tấm FGM được xét đến là FGM hoàn hảo (không có vi bọt rỗng), FGM có vi bọt rỗng phân bố đều (FGMPo-1) và FGM có vi bọt rỗng phân bố không đều (FGMPo-2). Hệ phương trình cân bằng được thiết lập theo nguyên lý cực tiểu thế năng toàn phần và giải bằng cách sử dụng nghiệm Navier cho tấm chữ nhật liên kết khớp trên chu vi. Ảnh hưởng của vi bọt rỗng và tải trọng cơ-nhiệt-ẩm đến độ võng, và các thành phần ứng suất được khảo sát.

Từ khóa: phân tích tĩnh, tấm FGM có vi bọt rỗng, tải trọng cơ-nhiệt-ẩm, lời giải Navier, TSDT

Abstract

Functionally graded materials (FGMs) are advanced composites with continuously varying mechanical properties along specified directions within the material structure. This eliminates the debonding and stress concentration commonly observed at the interfaces of traditional composite materials. This paper presents a static analysis of functionally graded material (FGM) plates with porosity under hygro-thermo-mechanical loading using the third-order shear deformation theory (TSDT). Three types of plates are considered: Perfect FGM plates (without porosity), FGM plates with uniform porosity distribution (FGMPo-1) and FGM plates with non-uniform porosity distribution (FGMPo-2). The equilibrium equations are established by using the principle of minimum total potential energy and are solved with the Navier solution for simply supported plates. The influence of porosity and hygro-thermo-mechanical loading on the deflection and stress of the plates is investigated.

Key words: static analysis, FGM plate with porosity, hygro-thermo-mechanical loading, Navier solution, TSDT

(1) PGS.TS, Giảng viên cao cấp, Bộ môn Công trình Bê tông cốt thép, Khoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: tungpt@huce.edu.vn, ĐT: 0903278456

(2) GS.TS, Giảng viên cao cấp, Bộ môn Sức bền Vật liệu, Khoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: tutm@huce.edu.vn, ĐT: 0912101173

(3) Ths, Giảng viên, Bộ môn Sức bền Vật liệu, Khoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: namnh1@huce.edu.vn, ĐT: 0912413262

Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 02/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Mở đầu

Vật liệu cơ tính biến thiên (Functionally grade material – FGM) là loại vật liệu composite tiên tiến, không thuần nhất ở mức độ vi mô, cấu thành từ hai hoặc nhiều hơn hai pha vật liệu với các đặc trưng vật liệu biến đổi trơn và liên tục. Nhờ vào đặc điểm này, FGM có khả năng hạn chế tối đa sự tập trung ứng suất, điều thường gặp ở các vật liệu composite lớp truyền thống. FGM thường được ứng dụng trong các lĩnh vực công nghệ cao như hàng không vũ trụ, giao thông, xây dựng, y tế ...[1]. Nhiều nghiên cứu về ứng xử tĩnh và động của kết cấu FGM đã được thực hiện [2-4].

Tuy nhiên, các nghiên cứu trên mới chỉ đề cập đến vật liệu FGM hoàn hảo. Trong thực tế, trong quá trình chế tạo, do các hạn chế về công nghệ, vật liệu FGM thường xuất hiện các khuyết tật dưới dạng bọt rỗng vi mô, gây ảnh hưởng đến tính chất cơ học của vật liệu. Sự xuất hiện của vi bọt rỗng có thể làm vật liệu FGM giảm độ bền, độ cứng, nhưng đồng thời cũng làm giảm trọng lượng, tăng khả năng cách âm, cách nhiệt... Nghiên cứu về vi bọt rỗng trong vật liệu FGM vì thế là cần thiết, đã có nhiều công bố về chủ đề này trong thời gian gần đây. Mô hình dầm Timoshenko đã được Phuong và cs. [5] sử dụng để phân tích ứng xử uốn của dầm FGM có vi bọt rỗng, có xét đến vị trí thực của mặt trung hòa. Dựa vào dạng nghiệm Navier, Merdaci và Belghoul [6] khảo sát ứng xử uốn của tấm dày FGM có vi bọt rỗng theo lý thuyết biến dạng cắt bậc cao. Rezaei và cs. [7] phân tích dao động tự do của tấm FGM có vi bọt rỗng theo lý thuyết tấm bậc nhất đơn giản, sử dụng dạng nghiệm Levy.

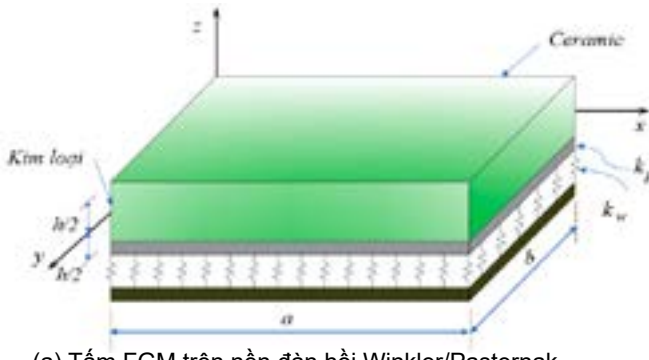
Do cấu thành từ thành phần gồm có khả năng chịu nhiệt cao và kim loại có độ bền dẻo, kết cấu FGM thường được sử dụng cho các môi trường làm việc khắc nghiệt có nhiệt độ, độ ẩm cao. Do vậy, các nghiên cứu về ứng xử cơ học của kết cấu FGM có kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ-độ ẩm cũng là một hướng nghiên cứu nhận được nhiều sự quan tâm. Tuy nhiên các nghiên cứu này cũng mới tập trung chủ yếu vào kết cấu FGM hoàn hảo, chẳng hạn Zidi các cộng sự [8] phân tích ứng xử uốn của tấm FGM đặt trên nền đàn hồi, nhóm tác giả Boukhelf [9] phân tích tĩnh tấm FGM dưới ảnh hưởng của tải cơ học-nhiệt-ẩm.

Các nghiên cứu về ứng xử tĩnh của tấm FGM không hoàn hảo (có vi bọt rỗng) còn thực sự khiêm tốn. Vì thế, mục đích của bài báo là khảo sát ứng xử tĩnh của tấm FGM không hoàn hảo dưới tác dụng của tải trọng cơ-nhiệt-ẩm, sử dụng nghiệm Navier. Lý thuyết biến dạng cắt bậc ba của Reddy (TSDT) được lựa chọn do không cần đến hệ số hiệu chỉnh cắt, phù hợp cho phân tích tấm dày. Sau khi kiểm chứng lời giải và chương trình Matlab tự viết với các công bố uy tín, các khảo sát về ảnh hưởng của tải trọng cơ-nhiệt-ẩm cũng như vi bọt rỗng đến độ võng và ứng suất sẽ được thực hiện.

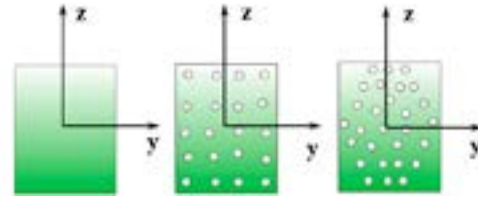
2. Cơ sở lý thuyết và mô hình tính

2.1. Trường chuyển vị và biến dạng theo lý thuyết biến dạng cắt bậc ba (TSDT)

Trường chuyển vị được giả thiết dưới dạng [10]:



(a) Tấm FGM trên nền đàn hồi Winkler/Pasternak



(b) Các dạng phân bố của vật liệu FGM

Hình 1. Mô hình tấm FGM với ba dạng phân bố vi bột rỗng trên nền đàn hồi

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= u_0 + z\phi_x - c_1 z^3 (\phi_x + \partial w_0 / \partial x); \\ v(x, y, z) &= v_0 + z\phi_y - c_1 z^3 (\phi_y + \partial w_0 / \partial y); \\ w(x, y, z) &= w_0 \end{aligned} \quad (1)$$

trong đó, u_0, v_0, w_0 là các thành phần chuyển vị của điểm bất kì trên mặt trung bình của tấm theo các phương $c_1 = (4/3h^2)$ là góc xoay của pháp tuyến mặt trung bình quanh trục y, x ;

Các thành phần biến dạng được suy ra từ trường chuyển vị theo quan hệ chuyển vị - biến dạng:

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx}^{(0)} \\ \varepsilon_{yy}^{(0)} \\ \varepsilon_{xy}^{(0)} \end{Bmatrix} + z \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx}^{(1)} \\ \varepsilon_{yy}^{(1)} \\ \varepsilon_{xy}^{(1)} \end{Bmatrix} + z^3 \begin{Bmatrix} \varepsilon_{xx}^{(3)} \\ \varepsilon_{yy}^{(3)} \\ \varepsilon_{xy}^{(3)} \end{Bmatrix}; \begin{Bmatrix} \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \gamma_{yz}^{(0)} \\ \gamma_{xz}^{(0)} \end{Bmatrix} + z^2 \begin{Bmatrix} \gamma_{yz}^{(2)} \\ \gamma_{xz}^{(2)} \end{Bmatrix} \quad (2)$$

2.2. Các phương trình vật lý

Xét tấm chữ nhật P-FGMPo kích thước $(a \times b \times h)$, bốn biên tựa khớp, chịu tải trọng vuông góc với mặt trên, mặt dưới tiếp xúc với nền đàn hồi Winkler/Pasternak (Hình 1). Các hệ số nền k_w, k_p lần lượt là hệ số cứng uốn lớp đàn hồi và hệ số độ cứng lớp trượt.

Tấm FGM bao gồm hai vật liệu thành phần: kim loại và ceramic, được đặt trong môi trường nhiệt-ẩm với trường nhiệt độ là $C(x, y, z)$ và trường độ ẩm $T(x, y, z)$. Các tính chất vật liệu của tấm được xác định dưới dạng [11]:

Vật liệu FGM hoàn hảo (không có vi bột rỗng):

$$P(z) = (P_c - P_m) \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2} \right)^p + P_m \quad (3)$$

Vật liệu FGM có vi bột rỗng phân bố đều (FGMPo-1):

$$P(z) = (P_c - P_m) \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2} \right)^p + P_m - \frac{e}{2} (P_c + P_m) \quad (4)$$

Vật liệu FGM có vi bột rỗng phân bố không đều (FGMPo-2):

$$P(z) = (P_c - P_m) \left(\frac{z}{h} + \frac{1}{2} \right)^p + P_m - \frac{e}{2} (P_c + P_m) \left(1 - \frac{2|z|}{h} \right) \quad (5)$$

trong đó, $p \geq 0$ là chỉ số tỷ lệ thể tích của các vật liệu thành phần FGM; ν là hệ số rỗng. Hệ số Poisson ν được giả thiết là hằng số theo chiều dày tấm [12].

Quan hệ ứng suất-biến dạng của tấm FGM trong môi trường nhiệt-ẩm có dạng [13]:

$$\begin{Bmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{xy} \\ \sigma_{xz} \\ \sigma_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & 0 & 0 & 0 \\ C_{21} & C_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & C_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & C_{44} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x - \alpha \Delta T - \beta \Delta C \\ \varepsilon_y - \alpha \Delta T - \beta \Delta C \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{xz} \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} \quad (6)$$

trong đó C_{ij} là các hệ số trong ma trận độ cứng vật liệu được tính theo [13]; $\Delta C = C - C_0$ và $\Delta T = T - T_0$ là chênh lệch nhiệt độ và độ ẩm ở thời điểm khảo sát so với T_0 và C_0 là nhiệt độ tham chiếu và độ ẩm tham chiếu ban đầu.

Hàm phân bố của nhiệt độ $T(x, y, z)$ và độ ẩm $C(x, y, z)$ được giả thiết [14]:

$$\begin{aligned} T(x, y, z) &= T_1(x, y) + \frac{z}{h} T_2(x, y) + \frac{1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi z}{h}\right) T_3(x, y); \\ C(x, y, z) &= C_1(x, y) + \frac{z}{h} C_2(x, y) + \frac{1}{\pi} \sin\left(\frac{\pi z}{h}\right) C_3(x, y) \end{aligned} \quad (7)$$

trong đó, $T_i(x, y)$ và $C_i(x, y)$ là hàm phân bố nhiệt độ và độ ẩm trên bề mặt tấm.

2.3. Các thành phần nội lực

Các thành phần nội lực của tấm FGM được xác định theo định nghĩa [15]:

$$\begin{Bmatrix} \{N\} \\ \{M\} \\ \{P\} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} [A] & [B] & [E] \\ [B] & [D] & [F] \\ [E] & [F] & [H] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{\varepsilon^{(0)}\} \\ \{\varepsilon^{(1)}\} \\ \{\varepsilon^{(3)}\} \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} \{N\}^T \\ \{M\}^T \\ \{P\}^T \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} \{N\}^C \\ \{M\}^C \\ \{P\}^C \end{Bmatrix}; \quad (8)$$

$$\begin{Bmatrix} \{Q\} \\ \{R\} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} [A] & [D] \\ [D] & [F] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{\gamma^{(0)}\} \\ \{\gamma^{(2)}\} \end{Bmatrix}$$

trong đó:

$$(A_{ij}, B_{ij}, D_{ij}, E_{ij}, F_{ij}, H_{ij}) = \int_{-h/2}^{h/2} C_{ij}(z) (1, z, z^2, z^3, z^4, z^6) dz;$$

$$(A_{ij}, D_{ij}, F_{ij}) = \int_{-h/2}^{h/2} C_{ij}(z) (1, z^2, z^4) dz$$

$$M_x^T = M_y^T = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{1-\nu} \alpha(z) T z dz; \quad M_x^C = M_y^C = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{1-\nu} \alpha(z) T z dz;$$

$$P_x^T = P_y^T = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{1-\nu} \alpha(z) T z^3 dz;$$

$$N_x^C = N_y^C = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{1-\nu} \beta(z) T dz; P_x^C = P_y^C = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{1-\nu} \beta(z) T z^3 dz;$$

$$P_x^C = P_y^C = \int_{-h/2}^{h/2} \frac{E(z)}{1-\nu} \beta(z) T z^3 dz;$$

2.4. Các phương trình cân bằng

Hệ phương trình cân bằng tĩnh được thiết lập theo nguyên lý cực tiểu thế năng toàn phần và có dạng sau [15] :

$$\frac{\partial N_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial N_{xy}}{\partial y} = 0; \frac{\partial N_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial N_{yy}}{\partial y} = 0;$$

$$\frac{\partial \bar{Q}_x}{\partial x} + \frac{\partial \bar{Q}_y}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left[N_{xx} \frac{\partial w_0}{\partial x} + N_{xy} \frac{\partial w_0}{\partial y} \right]$$

$$+ \frac{\partial}{\partial y} \left[N_{xy} \frac{\partial w_0}{\partial x} + N_{yy} \frac{\partial w_0}{\partial y} \right]$$

$$+ c_1 \left(\frac{\partial^2 P_{xx}}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 P_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 P_{yy}}{\partial y^2} \right) + q - f_e = 0; \quad (9)$$

$$\frac{\partial \bar{M}_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{M}_{xy}}{\partial y} - \bar{Q}_x = 0; \quad \frac{\partial \bar{M}_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{M}_{yy}}{\partial y} - \bar{Q}_y = 0;$$

trong đó :

$$f_e = K_u w - K_s \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right);$$

$$\bar{M}_{xx} = M_{xx} - c_1 P_{xx}; \bar{M}_{yy} = M_{yy} - c_1 P_{yy}; \bar{M}_{xy} = M_{xy} - c_1 P_{xy}$$

$$\bar{Q}_x = Q_x - 3c_1 R_x; \bar{Q}_y = Q_y - 3c_1 R_y;$$

Từ hệ phương trình, biểu diễn các thành phần ứng lực theo ứng suất, rồi ứng suất qua biến dạng và cuối cùng là biến dạng qua chuyển vị, ta nhận được hệ phương trình cân bằng theo các thành phần chuyển vị.

3. Lời giải Navier

Tấm FGM chữ nhật, liên kết khớp ở chu vi, điều kiện biên có dạng :

Bảng 1. Ứng suất và độ võng không thứ nguyên của tấm chữ nhật FGM (b=3a) đặt trên nền đàn hồi chịu tải trọng cơ phân bố dạng hàm sin và trường nhiệt-ẩm phân bố phi tuyến (a/h = 10, q₀=100, t₁=0, t₂=t₃=10, c₁=0, c₂=c₃=100).

p	K	J ₀	Nguồn	\bar{w}	$\bar{\sigma}_{xy}$	$\bar{\sigma}_{xy}$	$\bar{\sigma}_{xz}$
0	0	0	Zidi [16]	2,54076	0,52522	2,20374	-0,42454
			Bài báo	2,51149	0,52224	2,17795	-0,36363
0	100	0	Zidi [16]	1,36682	-0,17643	1,20877	0,16257
			Bài báo	1,35392	-0,16427	1,19721	0,13488
0	0	100	Zidi [16]	0,26518	-0,83500	0,27507	0,71354
			Bài báo	0,26319	-0,81114	0,27311	0,60461
100	100	100	Zidi [16]	0,24336	-0,84804	0,25658	0,72442
			Bài báo	0,24154	-0,82397	0,25477	0,61393
1	100	100	Zidi [16]	0,26330	-0,86205	0,23762	0,82148
			Bài báo	0,26131	-0,83424	0,23499	0,69643
2	100	100	Zidi [16]	0,26396	-0,84138	0,20133	0,80652
			Bài báo	0,26204	-0,81255	0,19879	0,67968
5	100	100	Zidi [16]	0,26601	-0,81745	0,18459	0,80297
			Bài báo	0,26416	-0,78754	0,18215	0,67309

$$\text{Tại } x=0, a: N_{xx} = v_0 = w_0 = \theta_y = \bar{M}_{xx} = 0; \quad (10)$$

$$\text{tại } y=0, b: N_{yy} = u_0 = w_0 = \theta_x = \bar{M}_{yy} = 0$$

Các thành phần chuyển vị được giả thiết dưới dạng chuỗi lượng giác kép, thỏa mãn điều kiện biên được giả thiết dưới dạng :

$$u_0 = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} u_{0mn} \cos \alpha x \sin \beta y; v_0 = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} v_{0mn} \sin \alpha x \cos \beta y;$$

$$w_0 = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} w_{0mn} \sin \alpha x \sin \beta y; \theta_x = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_{0xmn} \cos \alpha x \sin \beta y;$$

$$\theta_y = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_{0ymn} \sin \alpha x \cos \beta y \quad (11)$$

trong đó, $u_{0mn}, v_{0mn}, w_{0mn}, \theta_{0xmn}, \theta_{0ymn}$ là các hệ số cần được xác định và $\alpha = \frac{m\pi}{a}; \beta = \frac{n\pi}{b}$

Tải trọng cơ học, nhiệt, và ẩm được khai triển :

$$q = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} q_{mn} \sin \alpha x \sin \beta y; T_i = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} t_{imn} \sin \alpha x \sin \beta y;$$

$$C_i = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} c_{imn} \sin \alpha x \sin \beta y \quad (12)$$

Với tải phân bố đều :

$$q_{mn} = \frac{16q_0}{mn\pi^2}; t_{imn} = \frac{16t_{0i}}{mn\pi^2}; c_{imn} = \frac{16c_{0i}}{mn\pi^2}$$

và tải phân bố hình sin $q_{mn} = q_0; t_{imn} = t_{0i}; c_{imn} = c_{0i}$ với $i=1,2,3$

Thay các biểu thức vào hệ phương trình cân bằng theo chuyển vị, ta nhận được hệ phương trình :

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} & S_{15} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} & S_{25} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} & S_{35} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} & S_{45} \\ S_{51} & S_{52} & S_{53} & S_{54} & S_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_{0mn} \\ v_{0mn} \\ w_{0mn} \\ \varphi_{0xmn} \\ \varphi_{0ymn} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ q_{mn} \\ P_4 \\ P_5 \end{Bmatrix}; \quad \forall m, n \quad (13)$$

4. Kết quả số và thảo luận

Trong phần này, các ví dụ kiểm chứng được thực hiện cho tấm FGM hoàn hảo có kể đến ảnh hưởng của các tham số vật liệu, hình học và nền đàn hồi lên độ võng và các thành phần ứng suất. Sau đó các ví dụ số sẽ được tiến hành để khảo sát với tải trọng cơ-nhiệt-âm phân bố dạng hàm sin.

Vật liệu P-FGM (Al/Al₂O₃) có các thông số vật liệu như sau [14]:

Ceramic (ZrO₂): E_c = 117 GPa; ν_c = 0,33;

α_c = 7,11x(10-6/°C); β_c = 0;

Kim loại (Ti-6Al-4V): E_m = 66,2 GPa; ν_m = 0,33;

α_m = 10,3x(10-6/°C); β_m = 0,33.

Các đại lượng khảo sát không thứ nguyên tính theo :

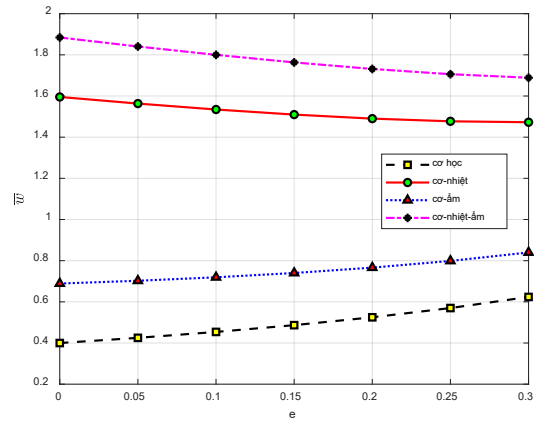
$$\begin{aligned} \bar{w} &= \frac{100D}{a^4 q_0} w \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2} \right); \quad \bar{\sigma}_{xx} = \frac{1}{100q_0} \sigma_{xx} \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, \frac{h}{2} \right); \\ \bar{\sigma}_{xz} &= \frac{1}{10q_0} \sigma_{xz} \left(0, 0, -\frac{h}{3} \right); \quad K_0 = \frac{K_u a^4}{D}; \quad J_0 = \frac{K_s a^2}{D}; \\ D &= \frac{E_c h^3}{12(1-\nu^2)} \end{aligned} \quad (14)$$

4.1. Ví dụ kiểm chứng

Bảng 1 thể hiện độ võng và ứng suất không thứ nguyên của tấm chữ nhật FGM hoàn hảo (không có vi bột rỗng) đặt trên nền đàn hồi Pasternak chịu tác dụng của tải trọng phân bố dạng hàm sin, và tải trọng cơ-nhiệt-âm phân bố phi tuyến. Kết quả của bài báo được so sánh với kết quả giải tích (nghiệm Navier) của Zidi [16] sử dụng lý thuyết 4 ẩn số chuyển vị cải tiến.

Qua ví dụ kiểm chứng trình bày ở trên, có thể thấy rằng kết quả của bài báo có sai lệch ít so với các kết quả đã công bố của Zidi (trừ trường hợp ứng suất cắt ngang do Zidi sử dụng lý thuyết 4 ẩn số chuyển vị cải tiến với hàm phân bố ứng suất cắt ngang dạng khác với Reddy).

4.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của tải trọng cơ-nhiệt-âm đến độ võng



Hình 2. Độ võng không thứ nguyên \bar{w} của tấm FGMPo-1 biến thiên theo hệ số rỗng e

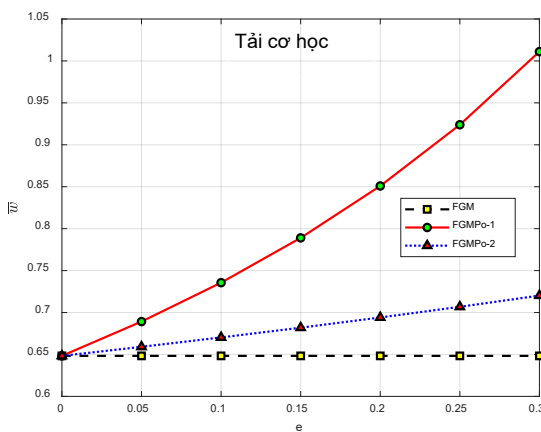
Hình 2 thể hiện độ võng lớn nhất không thứ nguyên của tấm FGMPo-1 với các loại tải trọng khác nhau: tải cơ học, cơ-nhiệt, cơ-âm và cơ-nhiệt-âm (tải phân bố đều: q₀=100, t₁ = 0, t₂ = t₃ = 10, c₁ = 0, c₂ = c₃ = 100) đối với các hệ số rỗng e khác nhau. Các thông số: b/a = 1, a/h=10, p=5, K₀=0, J₀=0.

Độ võng không thứ nguyên của các tấm vuông FGM, FGMPo-1 và FGMPo-2 (b/a=1; a/h=10, p=5) không đặt trên nền đàn hồi (K₀=0, J₀=0) chịu tải trọng cơ học, cơ-nhiệt, cơ-âm và cơ-nhiệt-âm tải phân bố đều: q₀=100, t₁ = 0, t₂ = t₃ = 10, c₁ = 0, c₂ = c₃ = 100) biến thiên theo hệ số rỗng e được thể hiện ở Hình 3.

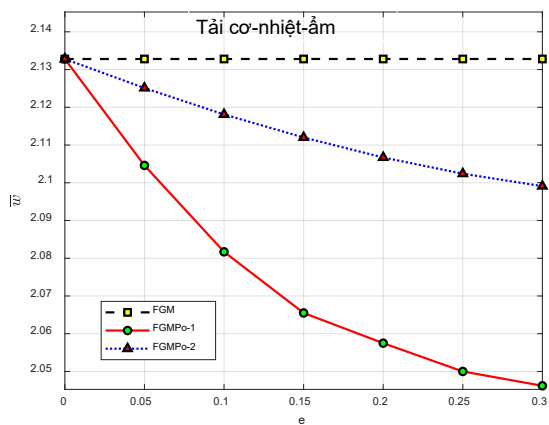
Có thể thấy rằng với vật liệu FGMPo-1, các vi bột rỗng phân bố đều theo chiều dày tấm, làm cho độ võng tấm tăng nhiều nhất trong trường hợp tấm chịu tải cơ học và cơ-âm. Tuy nhiên, khi có ảnh hưởng của nhiệt độ, xu hướng này đảo ngược lại: tấm FGMPo-1 lại giảm dần độ võng khi hệ số rỗng e tăng

4.2. Khảo sát ảnh hưởng của tải trọng cơ-nhiệt-âm đến ứng suất

Hình 4 biểu diễn ứng suất không thứ nguyên $\bar{\sigma}_{xx}$ và ứng suất cắt ngang không thứ nguyên $\bar{\sigma}_{xz}$ của tấm FGMPo-1 (vi bột rỗng phân bố đều, e = 0,1 với b/a = 1, a/h = 10, p = 5). Tấm chịu tải trọng cơ học, cơ-nhiệt, cơ-âm và cơ-nhiệt-âm tải

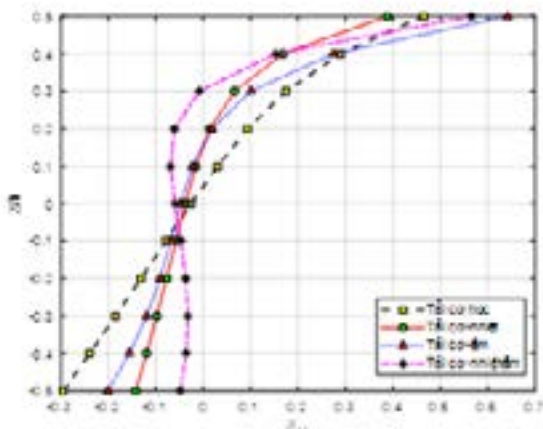


(a)

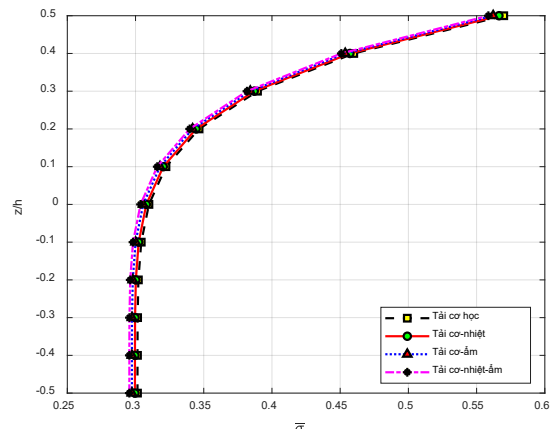


(b)

Hình 3. Độ võng không thứ nguyên \bar{w} của các loại tấm FGM chịu tải trọng cơ; cơ-nhiệt; cơ-âm; cơ-nhiệt-âm biến thiên theo hệ số rỗng e



(a)



(b)

Hình 4. Phân bố theo chiều dày của ứng suất pháp $\bar{\sigma}_{xx}$ và ứng suất cắt ngang không thứ nguyên $\bar{\sigma}_{xz}$ trong tấm FGMPo-1 với các loại tải trọng khác nhau

phân bố đều: $q_0=100$, $t_1=0$, $t_2=t_3=10$, $c_1=0$, $c_2=c_3=100$ và nền đàn hồi có tham số ($K_0=0$, $J_0=0$). Có thể thấy rằng tải trọng cơ-nhiệt-âm ảnh hưởng nhiều hơn đến ứng suất pháp không thứ nguyên so với ứng suất cắt ngang không thứ nguyên. Trong trường hợp cụ thể này, tại mặt dưới (kim loại thuần nhất), khi có mặt của tải trọng nhiệt hay âm, đều làm cho giá trị của ứng suất pháp tăng thêm. Trong khi đó tại bề mặt trên (giàu gốm), ảnh hưởng của tải cơ-nhiệt-âm không tuân theo một quy luật nhất định.

5. Kết luận

Bài báo đã sử dụng lý thuyết biến dạng cát bậc ba của Reddy để phân tích ảnh hưởng của tải trọng cơ học, nhiệt độ, độ ẩm đến ứng xử tĩnh của tấm FGM có vi bọt rỗng. Có thể thấy rằng tải trọng nhiệt độ, độ ẩm có ảnh hưởng đáng kể đến độ võng, và sự phân bố ứng suất theo chiều dày tấm. Sự có mặt của vi bọt rỗng làm giảm đáng kể độ cứng của tấm, làm cho độ võng tăng. Tấm FGM có vi bọt rỗng phân bố đều có độ cứng bé hơn tấm có vi bọt rỗng phân bố không đều./

Tài liệu tham khảo

- Saleh, B., et al., 30 Years of functionally graded materials: An overview of manufacturing methods, Applications and Future Challenges. 2020. 201: p. 108376.
- Reddy, J.J.I.J.f.n.m.i.e., Analysis of functionally graded plates. 2000. 47(1-3): p. 663-684.
- Talha, M. and B.J.A.m.m. Singh, Static response and free vibration analysis of FGM plates using higher order shear deformation theory. 2010. 34(12): p. 3991-4011.
- Swaminathan, K., et al., Stress, vibration and buckling analyses of FGM plates—A state-of-the-art review. 2015. 120: p. 10-31.
- Phuong, N.T.B., et al., Bending analysis of functionally graded beam with porosities resting on elastic foundation based on neutral surface position. Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE)-HUCE, 2019. 13(1): p. 33-45.
- Merdaci, S. and H. Belghoul, High-order shear theory for static analysis of functionally graded plates with porosities. Comptes Rendus Mécanique, 2019. 347(3): p. 207-217.
- Rezaei, A., et al., Natural frequencies of functionally graded plates with porosities via a simple four variable plate theory: an analytical approach. Thin-Walled Structures, 2017. 120: p. 366-377.
- Zidi, M., et al., Bending analysis of FGM plates under hygro-thermo-mechanical loading using a four variable refined plate theory. 2014. 34: p. 24-34.
- Boukhelf, F., et al., Hygro-thermo-mechanical bending analysis of FGM plates using a new HSDT. 2018. 21(1): p. 75-97.
- Reddy, J., Theory and analysis of laminated composite plates, in Mechanics of Composite Materials and Structures. 1999, Springer. p. 1-79.
- Bathini, S. and K.J.J.o.C.A.M. Vijaya Kumar Reddy, Flexural behavior of porous functionally graded plates using a novel higher order theory. 2020. 51(2): p. 361-373.
- Zenkour, A.M.J.A.M.M., Generalized shear deformation theory for bending analysis of functionally graded plates. 2006. 30(1): p. 67-84.
- Sayyad, A.S. and Y.M.J.J.o.T.S. Ghugal, Effects of nonlinear hygrothermomechanical loading on bending of FGM rectangular plates resting on two-parameter elastic foundation using four-unknown plate theory. 2019. 42(2): p. 213-232.
- Bouderba, B., et al., Thermomechanical bending response of FGM thick plates resting on Winkler-Pasternak elastic foundations. 2013. 14(1): p. 85-104.
- Reddy, J.N., Mechanics of laminated composite plates and shells: theory and analysis. 2003: CRC press.
- Zidi, M., et al., Bending analysis of FGM plates under hygro-thermo-mechanical loading using a four variable refined plate theory. Aerospace Science and Technology, 2014. 34: p. 24-34.

Ảnh hưởng của silica fume đến tính chất của xi măng hướng tới ứng dụng thi công giếng khoan dầu

Effects of silica fume on cement used in oil well construction

Lưu Thị Hồng⁽¹⁾, Nguyễn Duy Hiếu⁽²⁾, Phạm Thanh Mai⁽³⁾

Tóm tắt

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia hoạt tính silica fume đến một số tính chất của xi măng Pooclăng Hoàng Thạch và khả năng ứng dụng trong thi công giếng khoan dầu khí. Hàm lượng phụ gia silica fume sử dụng từ 0-25% so với khối lượng xi măng.

Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng hàm lượng silica fume, lượng nước sử dụng tăng, tỷ trọng của hồ xi măng giảm, các mẫu hầu như không tách nước, thời gian đông kết của hồ xi măng ở 52°C dài hơn, cường độ nén các mẫu cao hơn. Đặc biệt, ở 52°C mẫu sử dụng 15% silica fume có cường độ nén 1 ngày tuổi cao nhất đạt trên 2 MPa. Khi thí nghiệm ở điều kiện tiêu chuẩn, mẫu sử dụng 5% silica fume có cường độ 7 và 28 ngày tuổi cao nhất. Xi măng Pooclăng Hoàng Thạch kết hợp với 10-15% silica fume có thể sử dụng thi công giếng khoan ở độ sâu 1000m.

Từ khóa: silica fume, xi măng, giếng khoan dầu khí

Abstract

This paper presents the results of a study on the effects of silica fume on some properties of Hoang Thach Portland cement and its applicability in the construction of oil wells at a depth of 1000m. Silica fume additive content ranges from 0 - 25% by mass of the cement. The results show that when additive content increased, the amount of water used in the mixture also increased, the density of cement paste decreased, the setting time at 52oC was longer, and the strength of hardened cement grew. At 52oC, the compressive strength of the sample using 15% silica fume was at its highest level after 1 day. When testing under standard circumstances, the sample using 5% of this additive had the highest strength after 7 and 28 days. Hoang Thach Portland cement combined with 10-15% silica fume can be used in construction of oil wells at a depth of 1000m.

Key words: silica fume, cement, oil well

(1) TS, Phó Viện trưởng, Viện Vật liệu xây dựng, ĐT: 0912425751, Email: <luuthihongngoc@gmail.com>

(2) PGS.TS, Phó Trưởng khoa, Bộ môn Vật liệu xây dựng, Khoa Xây dựng, ĐH Kiến trúc Hà Nội, ĐT: 0912396397, Email: <hieuduyngchau@gmail.com>

(3) ThS, Giảng viên, Bộ môn Vật liệu xây dựng, Khoa Xây dựng, ĐH Kiến trúc Hà Nội, ĐT: 0964756999, Email: <maipt@hau.edu.vn>

Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 04/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Đặt vấn đề

Dầu khí có vai trò quan trọng trong đời sống kinh tế toàn cầu, cũng như đối với từng quốc gia. Ngành dầu khí luôn là ngành mũi nhọn của các quốc gia, cung cấp nguồn nguyên liệu quan trọng cho xã hội hiện đại. Tuy nhiên, việc khai thác trong điều kiện địa chất – kỹ thuật phức tạp, nước sâu, đặc biệt tại khu vực Đông – Bắc, xuất hiện các tầng chứa có nhiệt độ và áp suất cao, gradient địa nhiệt lên đến 4°C/100m, hệ số áp suất dị thường đạt 1,7-2,0 Bar. Trong quá trình bơm trám xi măng, đã xảy ra những sự cố nghiêm trọng, vữa xi măng không ép được vào không gian vành xuyên ngoài cột ống mà ngưng kết trong cột ống chống ở độ sâu hàng nghìn mét, tiềm ẩn những sự cố ảnh hưởng đến công tác thăm dò và khai thác dầu khí [1-3].

Silica fume với kích thước siêu mịn, hoạt tính puzolan cao đã được nghiên cứu sử dụng trong các hệ xi măng giếng khoan để cải thiện tính chất của xi măng giếng khoan. Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của silica fume đến quá trình thủy hoá, cường độ, độ dẻo và tính lưu biến của xi măng hỗn hợp [4-7]. Việc nghiên cứu sử dụng phụ gia silica fume trong xi măng pooclang hướng tới ứng dụng và nâng cao chất lượng công tác trám xi măng là một trong những công đoạn quyết định đến việc thi công các giếng khoan khai thác dầu khí, là nhiệm vụ cấp thiết, với ý nghĩa khoa học và thực tiễn lớn phục vụ cho chiến lược thăm dò và khai thác dầu khí. Trên cơ sở xi măng pooclang Hoàng Thạch kết hợp với phụ gia silica fume, mục tiêu nghiên cứu chế tạo ra loại xi măng hỗn hợp có thể sử dụng trong thi công giếng khoan dầu khí. Với gradient nhiệt độ trung bình của trái đất từ 2,5-3°C/100m, nghiên cứu này xét ở độ sâu khoảng 1000 m thì nhiệt độ trung bình xác định là 52°C. Đồng thời, nghiên cứu ảnh hưởng của silica fume đến một số tính chất của xi măng pooclang Hoàng Thạch hướng tới ứng dụng trong thi công giếng khoan dầu khí. Trong nghiên cứu này, các kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng của silica fume với hàm lượng sử dụng lên đến 25% đến một số tính chất của xi măng như: độ chảy và độ tách nước ở nhiệt độ thường, tổn thất độ chảy của hồ xi măng, thời gian đông kết và cường độ nén 1 ngày tuổi ở 52°C, và cường độ xi măng thử theo phương pháp tiêu chuẩn.

2. Vật liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu sử dụng

2.1.1. Xi măng

Clanhke xi măng pooclang Hoàng Thạch được nghiền cùng 3,5% thạch cao Thái Lan dùng để chế tạo xi măng nền.

Thành phần khoáng, hóa của clanhke xi măng được thể hiện trong bảng 1.

Thạch cao Thái Lan có thành phần hoá thể hiện trong bảng 2.

2.1.2. Silica fume

Silica fume được nhập khẩu từ Đức, các đặc tính của silica fume được thể hiện trong bảng 3.

Kết quả phân tích thành phần hạt và ảnh chụp SEM của silica fume được thể hiện trong hình dưới:

2.1.3. Nước

Nước máy thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật theo TCVN 4506:2012.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tiêu chuẩn

TCVN 7445-2:2004: xác định độ tách nước của hồ xi măng.

Bảng 1. Thành phần khoáng, hoá của clanhke xi măng

Thành phần hoá, %									Thành phần khoáng, %			
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MKN	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
21,89	5,26	3,56	65,92	1,23	0,01	0,11	0,012	0,56	61,54	16,33	7,92	10,83

Bảng 2. Thành phần hóa của thạch cao

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	MKN
1,32	0,09	0,24	32,01	0,50	44,78	0,03	21,0

Bảng 3. Đặc tính của silica fume

TT	Tên chỉ tiêu	Kết quả	Phương pháp thử
1	MKN, %	4,82	TCVN 8827:2011
2	Hàm lượng SiO ₂	91,84	TCVN 8827:2011
3	Chỉ số hoạt tính cường độ ở 7 ngày so với mẫu đối chứng, %	115	TCVN 8827:2011
4	Lượng sót trên sàng 45µm, %	6,4	TCVN 8827:2011

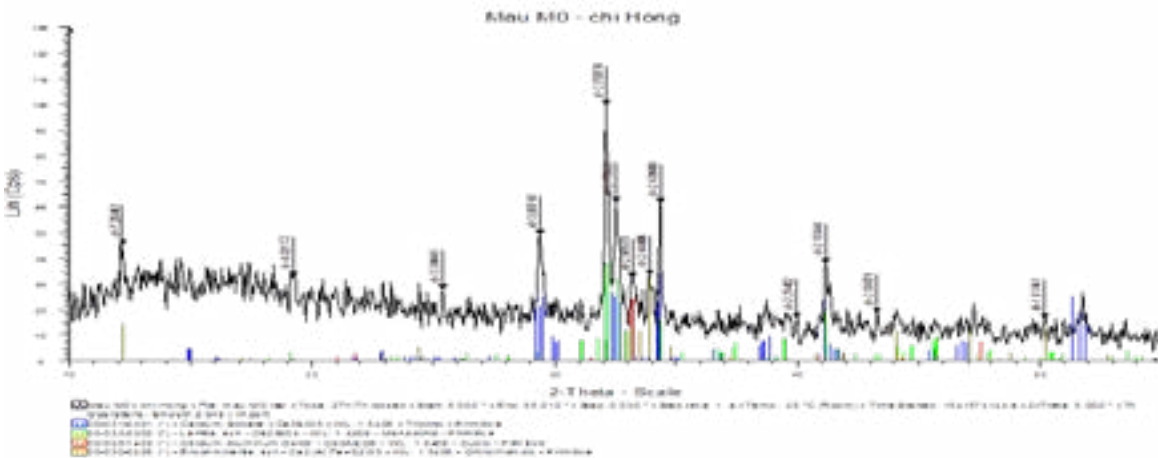
TCVN 6016:2011: xác định cường độ của xi măng.

2.2.2. Phương pháp phi tiêu chuẩn

Xác định độ chảy của hồ xi măng: đổ hồ xi măng vào vành khâu (đường kính đáy nhỏ x đáy lớn x chiều cao = 70±0,5 x 100±0,5 x 50±0,5 mm) đã đặt chính tâm của tấm kính phẳng có vạch chia. Nhấc nhẹ khâu hình côn lên khỏi tấm kính theo chiều thẳng đứng. Đọc giá trị độ chảy tỏa tại 4 vị trí vuông góc của đĩa sau 30 giây hoặc khi hồ không chảy nữa tùy theo điều nào xảy ra trước. Độ chảy tỏa được tính là giá trị trung bình của 4 giá trị vừa đọc.

Xác định tổn thất độ chảy của hồ xi măng: Các mẫu hồ xi măng sau khi xác định độ chảy ban đầu ở 18±0,5 cm, tiếp tục xác định độ chảy sau các khoảng thời gian khác nhau: 20, 40, 60,..., 140 phút, qua đó đánh giá tổn thất độ chảy của hồ xi măng theo thời gian.

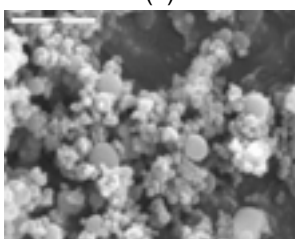
Thời gian đông kết của hồ xi măng được xác định dựa theo TCVN 6017:2015, xi măng được trộn với lượng nước tương ứng với độ chảy 18±0,5 cm. Mẫu được đưng trong bể nước nóng ở 52°C, đến thời gian nhất định thì thả kim để xác định thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của mẫu.



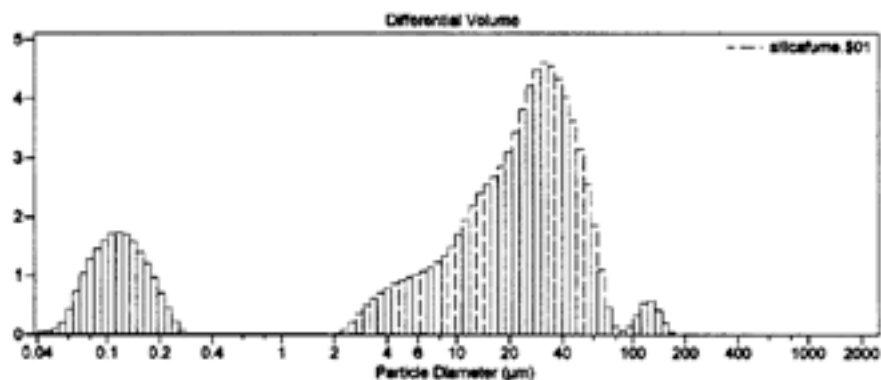
Hình 1. XRD clanhke xi măng



(a)

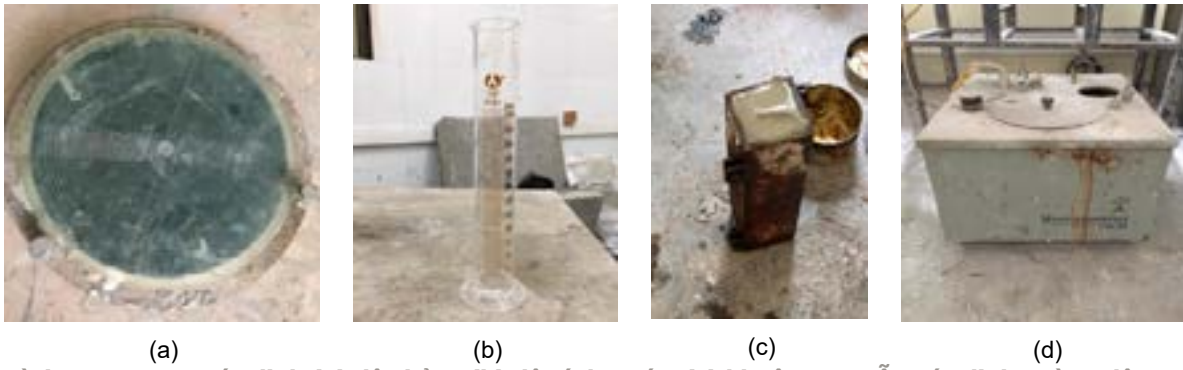


(b)



(c)

Hình 2. (a) Mẫu silica fume, (b) Ảnh chụp SEM, (c) Thành phần hạt silica fume



Hình 3. Dụng cụ xác định (a) độ chảy, (b) độ tách nước, (c) khuôn tạo mẫu xác định cường độ, (d) bể ổn nhiệt

Cường độ xi măng dựa theo TCVN 6016:2011, mẫu được bảo dưỡng trong bể ổn nhiệt đã được nâng nhiệt theo chế độ dưỡng hồ là 52°C trong 24 giờ ± 45 phút. Sau đó, lấy mẫu ra khỏi bể ổn nhiệt và tháo khuôn rồi lưu mẫu trong bể hạ nhiệt là 40 ± 5 phút ở nhiệt độ 27 ± 3oC.

2.3. Cấp phối nghiên cứu

Bảng 4. Cấp phối nghiên cứu

TT	Ký hiệu mẫu	Xi măng, %	Silica fume, %
1	M0	100	0
2	M1	95	5
3	M2	90	10
4	M3	85	15
5	M4	80	20
6	M5	75	25

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của silica fume đến lượng nước của hồ xi măng

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của silica fume đến tỷ lệ N/CKD và tỷ trọng của hồ xi măng ở cùng độ chảy được thể hiện trong bảng sau.

Bảng 5. Độ chảy, tỷ lệ N/CKD, tỷ trọng của hồ xi măng

Mẫu	Độ chảy, cm	Tỷ lệ N/CKD	Tỷ trọng, g/cm ³
M0	18	1,05	1,46
M1	18	1,1	1,43
M2	18	1,2	1,40
M3	18	1,3	1,36
M4	18	1,55	1,31
M5	18	1,67	1,28

Kết quả cho thấy ở cùng độ chảy 18 cm, khi hàm lượng silica fume tăng thì lượng nước sử dụng tăng, tỷ trọng của hồ xi măng giảm. Có thể giải thích là do silica fume có tỉ diện lớn nên lượng nước cần sử dụng nhiều hơn. Do đó, khi hàm lượng phụ gia tăng từ 5 – 15% thì nước sử dụng tăng nhẹ, khi lượng phụ gia nhiều hơn (20-25%), lượng nước tăng cao hơn.

3.2. Ảnh hưởng của silica fume đến độ tách nước của hồ xi măng

Độ tách nước của mẫu được xác định ở thời gian sau 2h từ khi trộn xi măng với nước, kết quả được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6. Độ tách nước của hồ xi măng

Mẫu	Tỷ lệ N/CKD	Tách nước, ml	Tỷ lệ N/CKD	Tách nước, ml
M0	1,05	1,5	1,05	1,5
M1	1,05	0	1,1	0
M2	1,05	0	1,2	0
M3	1,05	0	1,3	0
M4	1,05	0	1,55	0,90
M5	1,05	0	1,67	1,25

Kết quả cho thấy, khi cố định tỷ lệ N/CKD = 1,05 các mẫu xi măng sử dụng silica fume không tách nước trong khi độ tách nước của mẫu đối chứng (M0) là 1,5 ml. Khi tỷ lệ N/CKD tăng, mẫu sử dụng từ 5-15% silica fume vẫn không tách nước. Khi tỷ lệ N/CKD trên 1,55 và hàm lượng silica fume tăng trên 20% trong các mẫu bắt đầu có sự tách nước. Có thể giải thích là do silica fume với cỡ hạt mịn, diện tích bề mặt lớn nên có khả năng hấp thụ nước cao, nhu cầu nước lớn hơn xi măng thông thường. Do đó, khi sử dụng hàm lượng silica fume cao hơn trên 20%, lượng nước cần nhiều hơn thì các mẫu sẽ có sự tách nước. Bên cạnh đó, lượng nước nhào trộn thường lớn hơn nhiều so với lượng nước cần cho sự hydrat hóa xi măng, sau khi ổn định cấu trúc, nước tự do trong xi măng bị tách ra ở dạng nước tự do. Đây là một trong những điều không có lợi cho xi măng giống khoan vì nước tự do tạo ra vành khoảng trống ngăn cách ống chống và vỉa, tạo ra áp suất bất thường, khó tiến hành khai thác hoặc thăm dò các giếng dầu và khí.

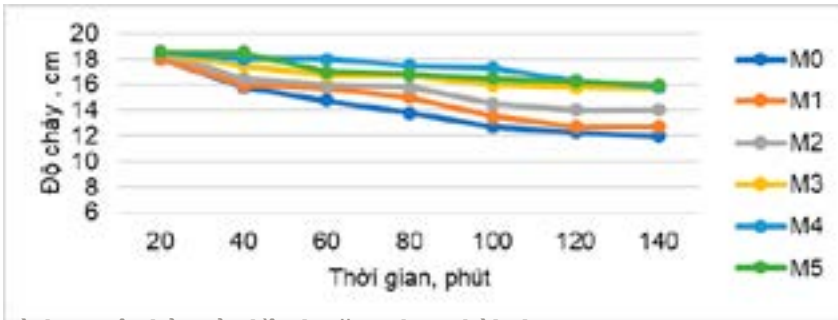
3.3. Ảnh hưởng của silica fume đến thời gian đông kết của xi măng

Kết quả xác định thời gian bắt đầu đông kết và kết thúc đông kết của hồ xi măng được thể hiện trong bảng 7.

Bảng 7. Thời gian đông kết của xi măng ở 52oC

Mẫu	Bắt đầu đông kết, phút	Kết thúc đông kết, phút
M0	100	220
M1	130	465
M2	155	465
M3	170	485
M4	220	510
M5	260	580

Kết quả của thời gian đông kết của các mẫu xi măng ở 52°C cho thấy, khi hàm lượng phụ gia tăng thì thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của mẫu tăng. Có thể giải thích là



Hình 4. Độ chảy của hồ xi măng theo thời gian

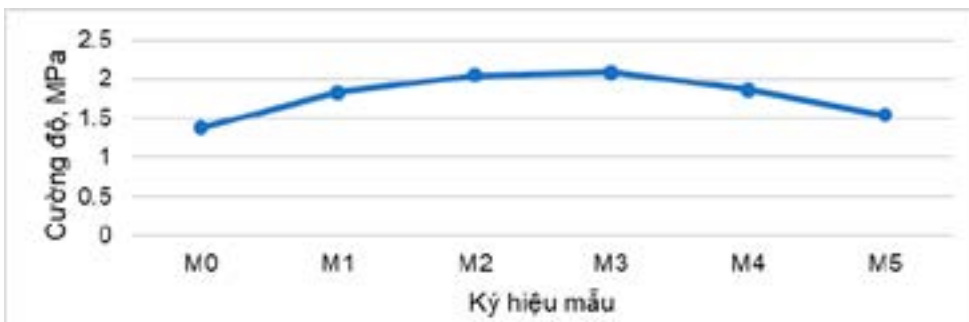
do silica fume là phụ gia siêu mịn có tỉ diện tích bề mặt lớn cho nên nhu cầu nước lớn khi yêu cầu cùng độ chảy tỏa, làm kéo dài thời gian đông kết của hồ xi măng. Mặt khác, khi hàm lượng silica fume càng tăng lên thì hàm lượng xi măng giảm xuống cũng là nguyên nhân kéo dài thời gian đông kết. Theo quan điểm hóa lý thì quá trình đông kết của xi măng là quá trình chuẩn bị tạo khung cấu trúc trong hỗn hợp xi măng – nước. Ban đầu, các khoáng trong xi măng phản ứng với nước tạo cấu trúc keo tụ, có sự tiếp xúc giữa các hạt keo, các hạt xi măng và phụ gia chưa thủy hóa. Cấu trúc này sẽ được hình thành nhưng dễ dàng bị phá vỡ, thời gian bắt đầu thủy hóa là dấu hiệu nhận biết thời điểm vữa xi măng đã mất hoàn toàn tính dẻo và định hình được khung cấu trúc ổn định, bền vững. Ở nhiệt độ 52°C, các mẫu xi măng sử dụng phụ gia silica fume vẫn có thời gian đông kết đảm bảo thời gian thi công giằng khoan.

3.4. Ảnh hưởng của silica fume đến tổn thất độ chảy của hồ xi măng

Mẫu hồ xi măng được điều chỉnh ở độ chảy là 18±0.5 cm. Ảnh hưởng của tổn thất độ chảy theo thời gian được thể hiện trong bảng sau đây:

Bảng 8. Tổn thất độ chảy của hồ xi măng ở các thời gian khác nhau

Thời gian \ Mẫu	Mẫu					
	M0	M1	M2	M3	M4	M5
20 phút	18	18	18,5	18,5	18,5	18,5
40 phút	15,8	16	16,5	17,5	18	18,5
60 phút	14,75	15,75	16	16,75	18	17
80 phút	13,8	15	15,8	16,75	17,5	16,8
100 phút	12,75	13,5	14,5	16	17,3	16,5
120 phút	12,25	12,75	14	15,8	16,3	16,2
140 phút	12	12,75	14	15,75	15,8	16



Hình 5. Cường độ các mẫu ở 1 ngày tuổi ở 52°C

Kết quả nghiên cứu cho thấy, độ chảy của hồ xi măng giảm dần theo thời gian, mẫu đối chứng M0 có độ chảy giảm nhanh nhất, các mẫu còn lại sử dụng silica fume càng tăng thì có độ chảy càng ổn định. Có thể giải thích là do silica fume là phụ gia siêu mịn có tỉ diện tích bề mặt lớn cho nên giữ nước tốt hơn và sự mất nước tự do trong quá trình thí nghiệm cũng ít hơn. Sự có mặt của silica fume đã giảm được hiện tượng vón tụ của các hạt xi măng, giải phóng lượng nước hiệu quả có trong hồ xi măng, tăng cường sự hiệu quả của lượng nước sử dụng, dẫn

đến việc duy trì độ chảy tốt hơn. Khi tăng hàm lượng silica fume trong thành phần xi măng tăng dẫn đến lượng xi măng tương đối cũng giảm xuống (hiện tượng pha loãng) làm khả năng duy trì độ chảy của hồ xi măng tốt hơn. Điều này là do nhu cầu nước sử dụng lớn hơn và hàm lượng xi măng trong thành phần ít hơn nên mức độ thủy hóa của xi măng chậm lại dẫn đến duy trì độ chảy tốt hơn.

3.5. Ảnh hưởng của silica fume đến cường độ của xi măng

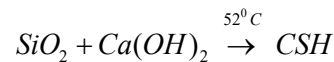
Các mẫu xi măng sau khi xác định độ chảy được sau đó vào khuôn mẫu 4x4x16 cm, sau đó cho vào bể dưỡng hộ ở nhiệt độ là 52°C, sau 24 giờ được đem đi nén và thu được kết quả như bảng dưới đây.

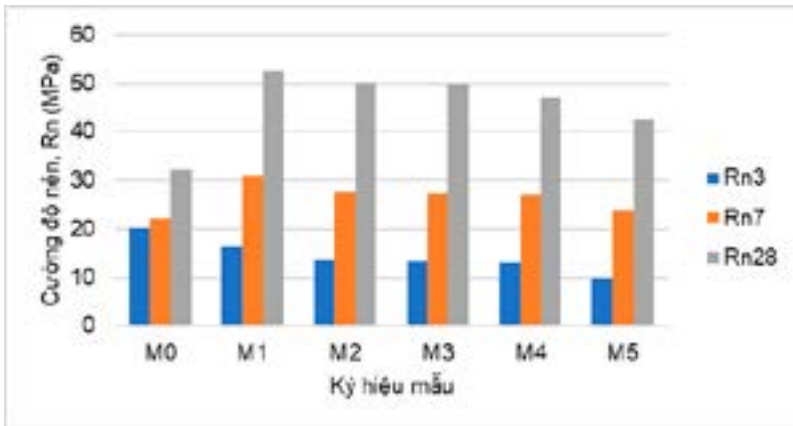
Bảng 9. Cường độ mẫu 1 ngày tuổi ở 52°C

Mẫu	M0	M1	M2	M3	M4	M5
Cường độ, MPa	1,38	1,83	2,05	2,09	1,86	1,54
Chênh lệch cường độ so với M0, %	100	133	149	151	135	112

Dưới đây là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia silica fume đến cường độ nén:

Kết quả nghiên cứu cho thấy cường độ 24 giờ ở nhiệt độ 52°C của mẫu M0 là thấp nhất, khi hàm lượng silica fume tăng, cường độ xi măng tăng, cao nhất là mẫu M3 sử dụng 15% phụ gia trong thành phần, cao hơn 51% so với mẫu đối chứng. Do silica fume có độ mịn cao và chứa SiO₂ hoạt tính, ngoài vai trò điền đầy các lỗ rỗng trong đá xi măng làm cho cấu trúc của đá xi măng trở nên rắn chắc hơn, còn có phản ứng của SiO₂ với các sản phẩm thủy hóa của xi măng là Ca(OH)₂ tạo thành chất kết dính CSH. Đặc biệt, phản ứng tạo thành CSH càng nhanh chóng khi được dưỡng hộ trong môi trường nhiệt độ cao ở 52°C.





Hình 6. Cường độ nén các mẫu theo TCVN 6016:2011

Khi tăng hàm lượng silica fume trên 20% ngoài vai trò điền đầy, nó đóng vai trò như chất độn và hàm lượng xi măng trong thành phần giảm, do đó cường độ của các mẫu xi măng giảm. Tuy nhiên, ở nhiệt độ 52°C, cường độ của các mẫu xi măng có sử dụng silica fume vẫn cao hơn mẫu đối chứng, trong đó mẫu sử dụng 10-15% phụ gia có cường độ 1 ngày tuổi cao trên 2 MPa, có thể sử dụng trong thi công giếng khoan.

Thêm vào đó, kết quả xác định ảnh hưởng của silica fume đến cường độ của xi măng khi được thử theo phương pháp tiêu chuẩn TCVN 6016:2011 thể hiện trong bảng 10.

Bảng 10. Cường độ của xi măng ở điều kiện tiêu chuẩn

Mẫu \ R	Cường độ uốn, R_u (MPa)			Cường độ nén, R_n (MPa)		
	R_{u3}	R_{u7}	R_{u28}	R_{n3}	R_{n7}	R_{n28}
M0	6,50	7,10	8,20	20,22	22,28	32,14
M1	6,05	6,70	8,05	16,17	30,94	52,55
M2	5,50	6,50	7,90	13,67	27,46	50,17
M3	5,35	6,45	7,85	13,31	27,28	49,82
M4	4,60	6,20	7,42	13,00	27,05	47,07
M5	3,85	5,35	7,30	9,76	23,76	42,43

Kết quả nghiên cứu cho thấy, cường độ uốn của mẫu M0 ở các ngày tuổi luôn cao hơn các mẫu dùng silica fume. Cường độ nén của mẫu M0 ở tuổi 3 ngày cao hơn các mẫu dùng phụ gia, nhưng ở tuổi 7 và 28 ngày cường độ nén của các mẫu sử dụng phụ gia cao hơn mẫu đối chứng và cao nhất là mẫu M1 - mẫu sử dụng 5% silica fume trong thành

phần với cường độ nén ở 28 ngày tuổi đạt trên 50 MPa, cao hơn mẫu đối chứng gần 65%. Kết quả này có thể giải thích là do silica fume đóng vai trò liên kết các chất kết dính về mặt vật lý. Vì silica fume có kích thước hạt nhỏ hơn kích thước hạt xi măng, nó lấp đầy các lỗ rỗng vì mô giữa các hạt xi măng giúp tăng liên kết giữa các hạt xi măng với nhau và với các hạt cốt liệu nhỏ trong các mẫu vữa xi măng, từ đó làm tăng cường độ của các mẫu. Bên cạnh đó, phụ gia silica fume có phản ứng pozolanic tạo ra gel CSH liên kết chặt chẽ hơn với cốt liệu đồng thời làm giảm sản phẩm $Ca(OH)_2$ không có lợi sinh ra trong quá trình thủy hóa. Vai trò của CSH là làm tăng cường độ tổng thể của xi măng, chính vì thế nó giúp cho các mẫu có sử dụng phụ gia silica fume có thể tăng cường độ ở tuổi 7 và 28 ngày.

Tuy nhiên, khi hàm lượng silica fume tăng lên 10 - 25%, cường độ các mẫu giảm dần, tuy nhiên vẫn hơn mẫu đối chứng. Điều này có thể là do phụ gia silica fume có độ mịn rất lớn nên nhu cầu sử dụng nước ở mỗi mẫu là khác nhau, những mẫu có hàm lượng phụ gia nhiều sẽ cần nhiều nước hơn, mà khi xác định cường độ theo phương pháp tiêu chuẩn tỷ lệ N/X = 0,5 do đó, những mẫu sử dụng hàm lượng phụ gia nhiều sẽ không có đủ lượng nước yêu cầu. Khi sử dụng hàm lượng silica fume lớn thì sau giai đoạn khuếch tán, tốc độ tiêu thụ $Ca(OH)_2$ trong phản ứng pozolanic sẽ nhanh hơn tốc độ hình thành $Ca(OH)_2$ trong phản ứng thủy hóa của xi măng, như vậy sẽ không có đủ $Ca(OH)_2$ để phản ứng với silica fume, dẫn đến hiện tượng giảm dần cường độ ở những mẫu sử dụng phụ gia nhiều hơn [5,6,8].

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu cho thấy khi hàm lượng silica fume tăng thì lượng nước sử dụng tăng, tỷ trọng của hồ xi măng giảm, thời gian đông kết của hồ xi măng ở 52°C dài hơn. Ở cùng tỷ lệ N/CKD với mẫu đối chứng, các mẫu sử dụng silica fume không tách nước, khi tỷ lệ N/CKD tăng, mẫu sử dụng từ 5-15% silica fume vẫn không tách nước. Cường độ nén 1 ngày tuổi ở 52°C tăng, mẫu sử dụng 10-15% silica fume trong thành phần, có cường độ cao trên 2 MPa, cao hơn 49-51% so với mẫu xi măng gốc. Ở điều kiện tiêu chuẩn, cường độ nén ở tuổi 7 và 28 ngày của các mẫu sử dụng phụ gia cao hơn mẫu đối chứng và cao nhất là mẫu sử dụng 5% silica fume trong thành phần, cường độ nén ở 28 ngày tuổi cao hơn gần 65% so với mẫu kiểm chứng. Như vậy, xi măng pooclang Hoàng Thạch kết hợp với 10-15% silica fume có thể sử dụng trong thi công giếng khoan dầu khí ở độ sâu khoảng 1000m/.

Tài liệu tham khảo

- Lương Đức Long. Nghiên cứu công nghệ sản xuất xi măng giếng khoan chủng loại G. Viện Vật liệu xây dựng, 1996.
- Lưu Thị Hồng. Nghiên cứu ảnh hưởng của diatomit biến tính, hydroxit sắt mịn đến tính chất của xi măng giếng khoan. Luận án Tiến sĩ. Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2012.
- Tiềm năng và giải pháp khai thác địa nhiệt cho phát triển năng lượng sạch tái tạo ở Việt Nam. Viện hàn lâm khoa học Việt Nam, 2010.
- Hang Zhang, Miao-Miao Hu, Peng-Peng Li, Guo-Qing Liu, Qing-Lu Chang, Jie Cao, Ming Liu, Wen-Hua Xu, Jin-Tang Guo. Thickening progression mechanism of silica fume – Oil well cement composite system at high temperatures. *Petroleum Science*, 2024.
- Jiankun Qin, Xueyu Pang, Goudong Cheng, Yuhuan Bu, Huajie Liu. Influences of different admixtures on the properties of oil well cement systems at HPHT conditions. *Cement and Concrete Composites*, Vol. 123, 2021.
- M.J Shannag. High strength concrete containing natural pozzolan and silica fume. *Cement and Concrete Composites*, Vol. 22 (6), 2000.
- Hedda Vikan, Harald Justnes. Rheology of cementitious paste with silica fume or limestone. *Cement and Concrete Research*. Vol. 37 (11), 1512-1517, 2007.
- S. Wild, B.B. Sabir, J.M. Khtib. Factors influencing strength development of concrete containing silica fume. *Cement and Concrete Research*. Vol. 25 (7), 1567-1580, 1995.

Đánh giá an toàn kết cấu công trình hiện hữu trong quá trình khai thác, sử dụng

Structural assessment of existing buildings during service life

Phạm Minh Hà⁽¹⁾, Phạm Phú Tĩnh⁽²⁾

Tóm tắt

Bài báo này giới thiệu quy trình và phương pháp đánh giá an toàn kết cấu công trình trong quá trình khai thác, sử dụng, dựa trên các tài liệu hướng dẫn của Singapore, ISO, châu Âu. Quy trình đánh giá gồm hai cấp độ, trong đó cấp độ 1 là kiểm tra trực quan định kỳ, cấp độ 2 là đánh giá an toàn kết cấu đầy đủ. Nếu đánh giá cấp độ 1 có các nghi ngờ về an toàn kết cấu thì cần thực hiện đánh giá cấp độ 2. Cơ sở của việc đánh giá an toàn kết cấu đầy đủ là cập nhật thông tin về kết cấu hiện hữu (tải trọng, đặc trưng hình học, đặc trưng vật liệu, sơ đồ kết cấu, sức kháng, biến dạng) để phân tích và kiểm tra kết cấu. Các thông tin có thể được thu thập từ khảo sát hiện trường hoặc từ hồ sơ thiết kế gốc. Việc kiểm tra kết cấu theo các trạng thái giới hạn dựa vào phương pháp hệ số tin cậy, trong đó các hệ số tin cậy khi đánh giá kết cấu hiện hữu là khác các hệ số tin cậy khi thiết kế kết cấu mới.

Từ khóa: Định kỳ, Kiểm tra, Đánh giá, Kết cấu hiện hữu, Cải tạo, Xưởng cấp

Abstract

This paper presents the procedures and methods for the structural assessment of existing buildings, based on guidelines and technical regulations from Singapore, ISO, Europe. The procedures for assessment of existing structure during its service life consist of two levels, where level 1 is periodic structural visual inspection, level 2 is full structural investigation. If there are any doubts regarding structural safety from level 1 assessment, a full structural investigation should be carried out. The basis of structural assessment is updating information for existing structure (actions, material properties, geometrical properties, structural models, resistances and deformations). The information should be collected either from onsite investigations or from original design documents. Structural verifications are based on ultimate and serviceability limit states using partial factors. The partial factors for assessment of existing structures are different from those for designing new structures.

Key words: Periodic, Inspection, Assessment, Existing structures, Retrofitting, Deterioration

(1) PGS.TS., Bộ Xây dựng
Email: phamha.cgd@gmail.com; ĐT: 0904606525

(2) PGS.TS., Giảng viên, Khoa Xây dựng
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội,
Email: tinhpp@hau.edu.vn; ĐT: 0838865855

Ngày nhận bài: 30/9/2024
Ngày sửa bài: 02/10/2024
Ngày duyệt đăng: 02/9/2024

1. Giới thiệu

Đánh giá an toàn kết cấu công trình đã được quy định tại khoản 1 điều 37 của Nghị định số 06/2021/NĐ-CP [1] ngày 26 tháng 01 năm 2021 của Chính phủ, và đã được hướng dẫn biện pháp thi hành tại điều 17 của Thông tư số 10/2021/TT-BXD [2] ngày 25 tháng 8 năm 2021 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng, trong đó khoản 2 quy định việc đánh giá an toàn công trình được thực hiện theo quy trình do Bộ Xây dựng ban hành trên cơ sở nhiệm vụ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, số 97/HĐKH-CN, mã số RD43-21 [3]. Quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng đã được Bộ Xây dựng ban hành thông qua quyết định số 442/QĐ-BXD ngày 15 tháng 5 năm 2024 [4]. Trong quy trình này, việc đánh giá an toàn kết cấu công trình gồm hai cấp độ, trong đó đánh giá cấp độ 1 là kiểm tra trực quan định kỳ, được tham khảo hướng dẫn đánh giá của Cơ quan quản lý Xây dựng và Nhà Singapore, BCA [5], đánh giá cấp độ 2 là đánh giá an toàn đầy đủ, được tham khảo từ tiêu chuẩn quốc tế ISO 13822:2010 [6] về đánh giá kết cấu hiện hữu, và những quy định kỹ thuật về đánh giá và sửa chữa kết cấu hiện hữu của châu Âu, JRC 94918:2015 [7]. Từ năm 2023, những quy tắc về chính sách và khoa học trong JRC 94918 :2015 đã được đưa vào phụ lục I, dạng tham khảo trong tiêu chuẩn châu Âu thế hệ 2 [8].

Khi đánh giá theo cấp độ 1 có các nghi ngờ về khả năng mất an toàn chịu lực của công trình thì người đánh giá đề xuất thực hiện đánh giá cấp độ 2. So với việc thiết kế kết cấu mới, việc đánh giá an toàn kết cấu hiện hữu là khó và phức tạp hơn nhiều, đòi hỏi người kỹ sư đánh giá phải giỏi và lành nghề [6,7,9].

Trong bài báo này, khung chung của quy trình kiểm tra, đánh giá thể hiện hai cấp độ đánh giá (mục 2), trong đó đánh giá cấp độ 1 (mục 3) trình bày mục đích và nhiệm vụ kiểm tra trực quan, đánh giá cấp độ 2, bao gồm đánh giá sơ bộ được trình bày trong mục 4.1, và đánh giá chi tiết được trình bày trong mục 4.2. Nội dung của giai đoạn đánh giá chi tiết là khảo sát để xác định các giá trị đầu vào thực tế, bao gồm kích thước hình học, chi tiết cấu tạo, đặc trưng vật liệu, tải trọng và tác động, các khuyết tật và hư hỏng, xưởng cấp phục vụ việc phân tích và kiểm tra kết cấu hiện hữu.

2. Khung chung của quy trình đánh giá an toàn kết cấu công trình

Khung chung quy trình đánh giá an toàn kết cấu công trình được minh họa trong hình 1, bao gồm hai cấp độ, trong đó cấp độ 1 là kiểm tra, đánh giá bằng trực quan, và cấp độ 2 là đánh giá an toàn đầy đủ.

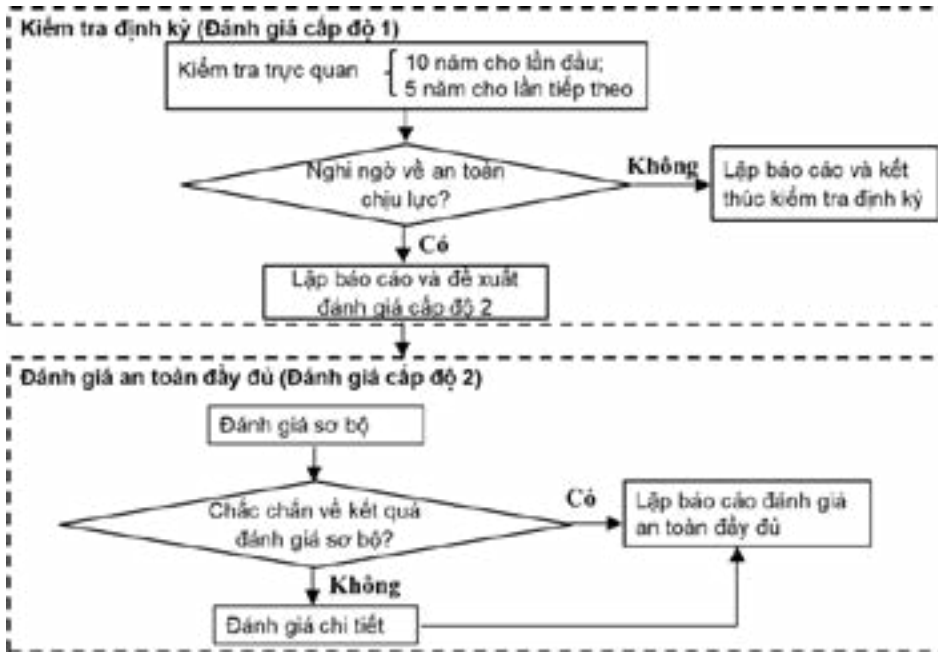
3. Đánh giá cấp độ 1

3.1. Nghiên cứu hồ sơ

Người đánh giá cần nghiên cứu hồ sơ để hiểu rõ hệ kết cấu, bố cục các khu vực chức năng của công trình, xác định được các khu vực quan trọng để kiểm tra, hiểu biết về tải trọng, tác động để đánh giá việc sử dụng đúng mục đích và khả năng quá tải, xác định được việc coi nới, cải tạo, sửa chữa (nếu có).

3.2. Kiểm tra trực quan

Việc kiểm tra trực quan thực tế khó có thể thực hiện được cho toàn bộ các khu vực trong công trình, vì vậy người đánh giá phải có kinh nghiệm để lựa chọn cấu kiện hoặc khu vực điển hình để kiểm tra đại diện. Nếu công trình tồn tại phổ biến tình trạng quá tải hoặc coi nới, thay đổi hoặc có nhiều khuyết tật kết cấu hay dấu hiệu xuống cấp đáng kể thì cần xem xét đến việc kiểm tra toàn bộ kết cấu. Tất cả các cấu kiện, kết cấu quan trọng, đặc biệt hoặc tính định (ví dụ: dầm chuyển,



Hình 1. Khung chung quy trình đánh giá an toàn kết cấu công trình

cột mảnh, kết cấu công xôn, kết cấu nhịp lớn, kết cấu cáp, gối tựa,...) đều phải được kiểm tra. Nhiệm vụ kiểm tra trực quan bao gồm:

Kiểm tra tình trạng thực tế kết cấu công trình để xác định các dấu hiệu như nứt bê tông, vỡ bê tông, nghiêng, lún, võng, cốt thép bị mất lớp bảo vệ, bị gỉ, bị ăn mòn, bê tông bị xâm thực, các dấu hiệu hư hỏng, xuống cấp của bộ phận bao che, hoàn thiện, ...

Kiểm tra tải trọng lên công trình để xác định sự phù hợp của tải trọng hiện trạng sử dụng so với thiết kế.

Kiểm tra việc cải tạo hoặc các thay đổi có thể dẫn đến quá tải hay ảnh hưởng xấu đến kết cấu công trình.

Một số (không phải là tất cả) dấu hiệu nghi ngờ về an toàn chịu lực qua kiểm tra trực quan có thể thấy trong các hình 2 đến hình 10 sau đây. Các cơ cấu phá hoại này được trình bày đầy đủ trong các sách về thiết kế kết cấu bê tông

cốt thép, ví dụ trong [10, 11].

3.3. Báo cáo kết quả đánh giá

Báo cáo phải phản ánh thực tế các công việc kiểm tra chuyên môn đã được thực hiện, thể hiện được các quan điểm kỹ thuật, đánh giá, nhận định, kết luận và các khuyến nghị, đề xuất. Khi có các nghi ngờ về an toàn chịu lực của công trình thì người đánh giá đề xuất công trình cần được đánh giá cấp độ 2. Báo cáo cũng là tài liệu lưu trữ cần thiết phục vụ cho các lần đánh giá tiếp theo.

4. Đánh giá cấp độ 2

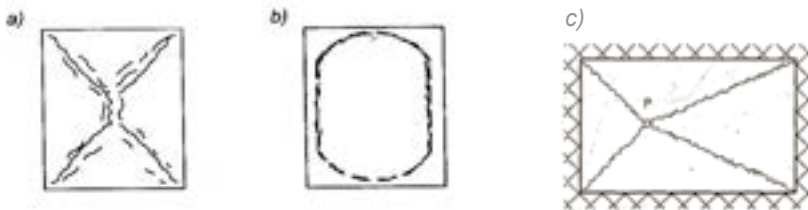
Đánh giá cấp độ 2 bao gồm hai giai đoạn: đánh giá sơ bộ và đánh giá chi tiết. Nội dung đánh giá sơ bộ ở cấp độ 2 không phải là nội dung đánh giá cấp độ 1 bằng kiểm tra trực quan.

4.1. Đánh giá sơ bộ

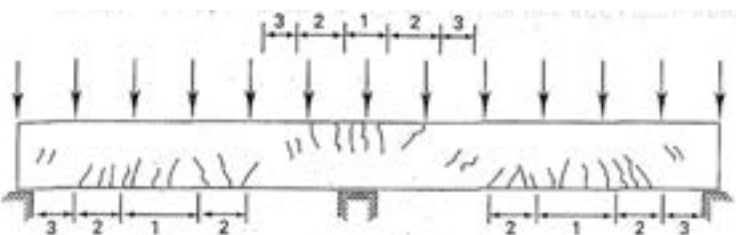
Các nhiệm vụ trong giai đoạn đánh giá sơ bộ gồm: (i) Nghiên cứu hồ sơ (gồm hồ sơ khảo sát địa hình, địa chất, hồ sơ thiết kế, hồ sơ xây dựng, hồ sơ khai thác, sử dụng, bảo trì, và lịch sử cải tạo, sửa chữa), (ii) Khảo sát hiện trường để xác định hệ kết cấu và các hư hỏng có thể có của kết cấu bằng quan sát trực quan, hoặc có thể kết hợp với các công cụ đơn giản, (iii) Kiểm tra sơ bộ để xác định những sai sót nghiêm trọng liên quan đến an toàn chịu lực và việc sử dụng bình thường. Việc kiểm tra sơ bộ cũng có thể bao gồm công việc tính toán phân tích và kiểm tra kết cấu.

Nếu không chắc chắn về kết quả đánh giá sơ bộ thì cần phải đánh giá chi tiết.

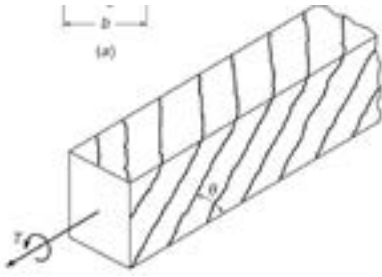
Kết quả đánh giá sơ bộ là xác định những khiếm khuyết nghiêm trọng liên quan đến an toàn chịu lực (do khảo sát, do thiết kế, do thi công, hay do sử



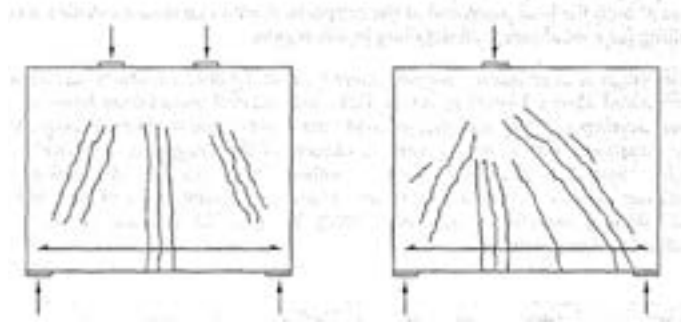
Hình 2. Cơ cấu phá hoại của ô bản có 4 cạnh ngàm: a) nứt ở mặt dưới do tải phân bố, b) nứt ở mặt trên do tải phân bố, c) nứt ở mặt dưới do tải tập trung [10]



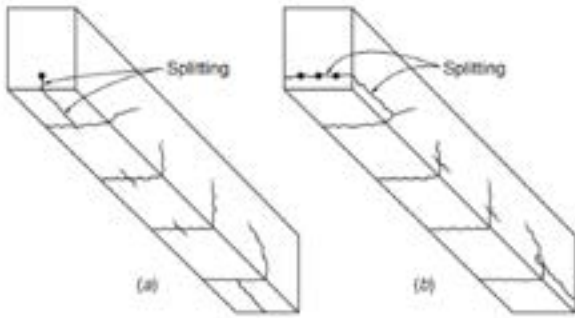
Hình 3. Các dạng vết nứt trong dầm: vùng 1, 2, 3 lần lượt là vùng có mô men lớn, cả mô men và lực cắt lớn, lực cắt lớn [10]



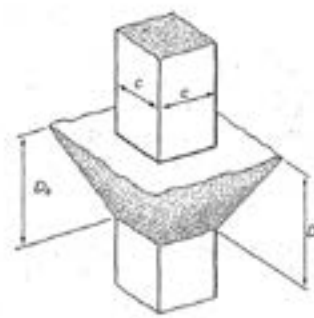
Hình 4. Nứt trong dầm do xoắn [11]



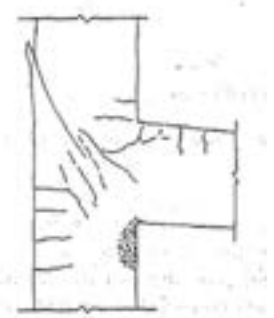
Hình 5. Nứt trong dầm cao, dầm chuyển [10]



Hình 6. Nứt do bong tách giữa bê tông và cốt thép [11]



Hình 7. Phá hoại do bị chọc thủng [11]



Hình 8. Phá hoại nứt khung biên [10]

dụng, ...), từ đó tập trung nguồn lực vào các khiếm khuyết này trong việc đánh giá chi tiết tiếp theo.

4.2. Đánh giá chi tiết

4.2.1. Khảo sát chi tiết và vật liệu

a) Xác định kích thước hình học và các chi tiết cấu tạo

Kích thước có thể được xác định từ bản vẽ và chỉ dẫn thiết kế khi chắc chắn về tính hợp lệ của chúng. Trong trường hợp không chắc chắn, kích thước phải được xác định bằng cách khảo sát và đo đạc hiện trường.

b) Xác định đặc trưng vật liệu bê tông trên kết cấu

Xác định cường độ bê tông trên kết cấu bằng khoan mẫu được hướng dẫn trong TCVN 12252:2020 [12], EN 13791:2007 [13], và BS EN 12504-1:2000[14].

Số lượng mẫu khoan: Số lượng mẫu khoan càng nhiều thì độ tin cậy của kết quả thí nghiệm càng cao, tuy nhiên số lượng mẫu thường bị giới hạn để tránh hư hỏng kết cấu dẫn đến có thể gây mất an toàn chịu lực. Số lượng mẫu khoan tối

thiểu có thể tham khảo trong Bảng 3.2, BS EN 1998-3:2005 [12]

Kích thước lõi khoan: Theo BS EN 12504-1:2000[14], và EN 13791:2007 [13], kích thước lõi có thể như sau:

Lõi có $h = d = 100\text{mm}$ thì tương đương với mẫu lập phương cạnh 150mm

Lõi có $d = 100\text{mm}$ đến 150mm , h/d bằng $2,0$ thì tương đương với mẫu trụ $150 \times 300\text{mm}$

Lõi có $d = 50\text{mm}$ đến 150mm và có tỉ lệ h/d khác thì sử dụng hệ số quy đổi được quy định tại nơi sử dụng.

Xác định các giá trị phục vụ tính toán:

- Cường độ chịu nén của lõi khoan :

$$R_{core} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

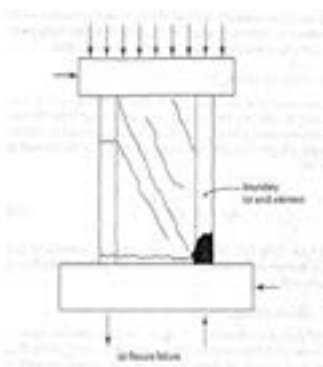
- Cường độ chịu nén hiện trường: quy đổi cường độ lõi khoan sang cường độ mẫu lập phương 150mm , theo TCVN 12252:2020 [12] :

$$R_{is} = \eta_1 \times \beta \times \frac{P}{A} \quad (2)$$

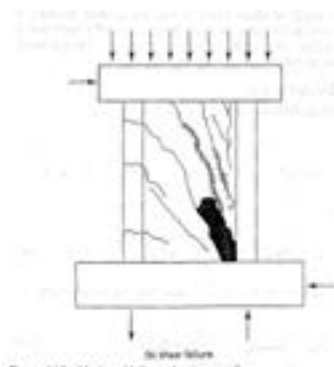
trong đó, β là hệ số ứng với tỉ lệ h/d và quy đổi về mẫu lập phương cạnh 150mm , η_1 là hệ số quy đổi liên quan đến đường kính viên mẫu và cường độ của bê tông. Giá trị của β và η_1 lần lượt được cho trong bảng 2 và 3 trong TCVN 12252:2020 [12].

- Cường độ chịu nén hiện trường trung bình, $R_{m(n),is}$:

$$R_{m(n),is} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{is}}{n} \quad (3)$$



Hình 9. Vách bị phá hoại uốn [10]



Hình 10. Vách bị phá hoại cắt [10]

Bảng 1: Hệ số tin cậy cho tác động thường xuyên (Bảng C.2, PL C trong [7])

Cấp hậu quả của sự phá hoại	Chỉ số tin cậy mục tiêu, $\gamma_{g,\beta}$		Hệ số tin cậy cho tải thường xuyên có lợi, $\gamma_{g,fav}$		Hệ số tin cậy cho tải thường xuyên bất lợi, $\gamma_{g,unfav}$	
	wn	wd	wn	wd	wn	wd
Cấp 0 (CC0)	1,8	0,8	0,97	0,99	1,06	1,03
Cấp 1 (CC1)	1,8	1,1	0,97	0,98	1,06	1,04
Cấp 2 (CC2)	2,5	2,5	0,96	0,96	1,09	1,09
Cấp 3 (CC3)	3,3	3,3	0,95	0,95	1,12	1,12

Chú thích:
 1) wn-gió không chủ đạo (wind not dominant); wd-gió chủ đạo (wind dominant);
 2) Tải thường xuyên có lợi, ví dụ như lực nén trước trong kết cấu ứng suất trước, như phần trọng lượng tạo ra mô men chống lật...

Bảng 2: Hệ số tin cậy cho tác động tạm thời (Bảng C.3, PL C trong [7])

Cấp hậu quả của sự phá hoại	Chỉ số tin cậy mục tiêu, β		Hệ số tin cậy cho tải tạm thời, γ_q	
	wn	wd	wn	wd
Cấp 0 (CC0)	1,8	0,8	1,25	1,01
Cấp 1 (CC1)	1,8	1,1	1,25	1,03
Cấp 2 (CC2)	2,5	2,5	1,40	1,11
Cấp 3 (CC3)	3,3	3,3	1,61	1,16

Chú thích: wn-gió không chủ đạo; wd-gió chủ đạo.

- Mô đun đàn hồi trung bình của bê tông hiện trường, E_{cm} , is tính từ $R_{m(n),is}$ [16]:

$$E_{cm,is} = 22 \left[\frac{R_{m(n),is}}{10} \right]^{0.3} \quad (4)$$

- Cường độ chịu nén hiện trường đặc trưng, $R_{ck,is}$:

Nếu đủ dữ liệu thống kê, tính như công thức 5a, theo ISO 13822:2010 [6] và JRC 94918:2015 [7]:

$$R_{ck,is} = R_{m(n),is} - 1,645s \quad (5a)$$

Nếu có ít nhất 15 lõi thí nghiệm, tính theo công thức 5b, theo EN 13791:2007 [13]

$$R_{ck,is} = \min \begin{cases} R_{m(n),is} - k_2s \\ R_{is,min} + 4 \end{cases} \quad (5b)$$

trong đó s là độ lệch chuẩn của kết quả thí nghiệm hoặc 2MPa, lấy giá trị nào lớn hơn, k₂ lấy bằng 1,48 nếu không có quy định khác.

Nếu có 3 đến 14 lõi thí nghiệm, tính theo công thức 5c, theo EN 13791:2007 [13]:

$$R_{ck,is} = \min \begin{cases} R_{m(n),is} - k \\ R_{is,min} + 4 \end{cases} \quad (5c)$$

Giá trị biên k phụ thuộc vào số mẫu thí nghiệm, lấy theo bảng 2 trong [13]

- Cường độ chịu nén hiện trường tính toán của bê tông

$$R_{b,is} = \frac{R_{ck,is}}{\gamma_m} \quad (6)$$

m được lấy theo bảng 3.

c) Khảo sát vật liệu cốt thép trên kết cấu

Các đặc trưng cơ lý của cốt thép có thể được xác định từ bản vẽ, chỉ dẫn thiết kế, hay hồ sơ chất lượng nếu chắc chắn các hồ sơ là hợp lệ. Nếu không chắc chắn, cần phải thiết kế phương án lấy mẫu cốt thép trong cấu kiện để thí nghiệm, và phải sửa chữa, gia cố kết cấu ngay sau khi lấy mẫu.

4.2.2. Phân tích kết cấu

Phân tích kết cấu hiện hữu được thực hiện với các giá trị số liệu đầu vào thực tế (tải trọng, kích thước hình học). Ảnh hưởng của sự xuống cấp và khuyết tật (nếu có) cần phải được đưa vào sơ đồ tính. Cũng như phân tích kết cấu mới, các phương pháp phân tích có thể được sử dụng là (i) phân tích đàn hồi tuyến tính, (ii) phân tích đàn hồi tuyến tính với sự phân phối lại nội lực có hạn chế, (iii) phân tích dẻo và (iv) phân tích phi tuyến.

Cho phép lấy mô đun đàn hồi trung bình của bê tông hiện trường, E_{cm} , is để phân tích kết cấu hiện hữu [7].

Đánh giá an toàn chịu lực có thể được áp dụng cho toàn bộ kết cấu hoặc các cấu kiện riêng lẻ, vì thế sơ đồ tính có thể áp dụng cho hệ kết cấu tổng thể hoặc cho cấu kiện.

Hệ số tin cậy cho tác động thường xuyên và tạm thời được tham khảo trong JRC 94918:2015[7], trong đó cấp công trình căn cứ vào hậu quả của sự phá hoại, được quy định trong QCVN 03:2022/BXD[15], như bảng 1 và bảng 2.

4.2.3 Kiểm tra kết cấu

Kết cấu hiện hữu được kiểm tra dựa trên trạng thái giới hạn (TTGH) về chịu lực và TTGH về sử dụng.

Đối với TTGH về cường độ, kiểm tra các tiết diện theo điều kiện:

Bảng 3: Hệ số tin cậy cho vật liệu (Bảng C.1, Phụ lục C trong [7])

Cấp hậu quả của sự phá hoại	Chỉ số tin cậy mục tiêu, γ_m		Hệ số tin cậy cho vật liệu, γ_m	
	wn	wd	wn	wd
Cấp 0 (CC0)	1,8	0,8	0,99	0,95
Cấp 1 (CC1)	1,8	1,1	0,99	0,96
Cấp 2 (CC2)	2,5	2,5	1,02	1,02
Cấp 3 (CC3)	3,3	3,3	1,05	1,05

Chú thích:
 1) wn-gió không chủ đạo (wind not dominant); wd-gió chủ đạo (wind dominant)
 2) CC2: Nhà chung cư và văn phòng, CC3: Nhà có tập trung đông người.

$$\text{Nội lực tính toán thực tế} \leq \text{Khả năng chịu lực của tiết diện thực tế} \quad (7)$$

Nội lực tính toán thực tế là kết quả phân tích kết cấu thực tế. Khả năng chịu lực của tiết diện thực tế được tính toán với các giá trị thực tế của: kích thước tiết diện, chi tiết cấu tạo, và cường độ tính toán của vật liệu. Các giá trị thực tế được xác định theo mục 4.2.1.

Đối với TTGH về sử dụng, các giá trị độ võng và bề rộng vết nứt từ kết quả quan trắc hiện trường hoặc từ kết quả phân tích kết cấu phải thỏa mãn yêu cầu theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành, TCVN 5574:2018 [15].

Hệ số tin cậy cho vật liệu được tham khảo trong

JRC 94918:2015[7], trong đó cấp công trình được quy định trong QCVN 03:2022/BXD[17], như bảng 3:

5. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu quy trình và phương pháp đánh giá an toàn kết cấu công trình bê tông cốt thép trong quá trình khai thác, sử dụng. Quy trình đánh giá gồm hai cấp độ. Nếu kết quả kiểm tra trực quan định kỳ (đánh giá cấp độ 1) có các nghi ngờ về an toàn kết cấu thì công trình cần được đánh giá an toàn kết cấu đầy đủ (đánh giá cấp độ 2). Phương pháp đánh giá được dựa trên việc khảo sát hiện trường kết cấu, phân tích và kiểm tra kết cấu dựa trên các thông tin khảo sát thực tế. Kết cấu phải thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế hiện hành./.

Tài liệu tham khảo

- Nghị định số 06/2021/NĐ-CP, ngày 26/01/2021, Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng.
- Thông tư số 10/2021/TT-BXD, ngày 25/8/2021, Hướng dẫn một số điều và biện pháp thi hành Nghị định số 06/2021/NĐ-CP.
- Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ. Phạm Minh Hà (Chủ nhiệm đề tài): "Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng", số 97/HĐKH-CN, mã số RD43-21.
- Bộ Xây dựng. Quyết định số 442/QĐ-BXD, ngày 15/5/2024 v/v thành lập Ban soạn thảo và tổ biên tập thông tư ban hành quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng.
- BCA (Building and Construction Authority), Singapore, 2012. Periodic Structural Inspection of Existing Buildings, Guidelines for structural engineers.
- ISO 13822:2010. Bases for design of structures - Assessment of existing structures.
- JRC 94918 (EUR 27128 EN), 2015. New European Technical Rules for the Assessment and Retrofitting of Existing Structures.
- BS EN 1992-1-1:2023. Eurocode 2 – Design of concrete structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings, bridges and civil engineering structures, Annex I (Informative) Assessment of Existing Structures.
- JCSS, RILEM report 32. Probabilistic Assessment of Existing Structures, Part 1: General.
- RF Warner, BV Rangan, AS Hall, KA Faulkes. Concrete Structures. Addison Wesley Longman Australia Pty Limited, 1st ed., 1998.
- D Darwin, CW Dolan, AH Nilson. Design of Concrete Structures. McGraw-Hill Education, 15th ed., 2016.
- TCVN 12252:2020. Bê tông – Phương pháp xác định cường độ bê tông trên mẫu lấy từ kết cấu.
- EN 13791:2007. Assessment in-situ compressive strength in structures and precast concrete components.
- BS EN 12504-1:2000. Test concrete in structures – Part 1: Cored specimens – Taking, examining and testing in compression.
- BS EN 1998-3:2005. Eurocode 8-Design of structures for earthquake resistance, Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.
- BS EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2- Design of concrete structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- QCVN 03:2022/BXD. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân cấp công trình phục vụ thiết kế xây dựng.

Tiềm năng ứng dụng bản sao kỹ thuật số - Digital Twin trong thi công xây dựng nhà nhiều tầng tại Việt Nam

Potential application of Digital Twin in building construction in Vietnam

Ngô Quang Tuấn⁽¹⁾, Nguyễn Ngọc Phương⁽²⁾, Đào Minh Hiếu⁽³⁾

Tóm tắt

Bài báo này đề cập đến tiềm năng tích hợp Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin vào công tác thi công xây dựng nhà nhiều tầng tại Việt Nam trên cơ sở các vấn đề mà công tác thi công xây dựng nhà nhiều tầng đang gặp phải. Digital Twin hay còn gọi là Bản sao kỹ thuật số - là mô hình ảo hoá của công trình, quy trình xây dựng hoặc vận hành hay một dịch vụ. Bằng việc số hoá các dữ liệu từ công trình nhằm tạo thành một Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin, của chính công trình đó, người kỹ sư, đơn vị quản lý dự án và các bên liên quan căn cứ vào đó để đưa ra các quyết định nhanh chóng, hiệu quả. Giúp nâng cao chất lượng công trình, đẩy nhanh tiến độ thi công, giảm chi phí và hạn chế rủi ro cho dự án.

Từ khóa: Tiềm năng, Nhà nhiều tầng, Thi công, Bản sao kỹ thuật số

Abstract

The paper discusses the potential of integrating Digital Twin technology into building construction in Vietnam, addressing the challenges the construction industry is currently facing. Digital Twin, is a virtual model of a building, construction or operation process or service... By digitizing project data to create a Digital Twin of the project, engineers and project managers can use it as a foundation for making quick and effective decisions. This approach helps improve project quality, accelerate construction progress, reduce costs, and minimize risks.

Key words: Potential, Building, Construction, Digital Twin

(1)Th.S Ngô Quang Tuấn, bộ môn Thi công và Máy xây dựng, khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội. Email: tuannq@hau.edu.vn, ĐT: 0945225558

(2)PGS.TS. Nguyễn Ngọc Phương, Khoa Sau đại học, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, ĐT: 0903405450

(3)TS. Đào Minh Hiếu, bộ môn Thi công và Máy xây dựng, khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, ĐT: 0912534406

Ngày nhận bài: 30/9/2024

Ngày sửa bài: 04/10/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Một số vấn đề thi công nhà nhiều tầng tại Việt Nam

Tại Việt Nam, cùng với sự phát triển kinh tế, xu thế xây dựng nhà nhiều tầng đang nở rộ tại các đô thị, quy mô cũng như số tầng cao ngày càng tăng, đặc biệt là nhà có số tầng từ 9 tầng trở lên (còn gọi là nhà ở cao tầng) được xây dựng ngày càng phổ biến như: Lanmark 72, Lanmark 81.... Phần lớn nhà nhiều tầng là nhà có công năng nhà ở, thương mại, văn phòng hay dạng phức hợp, hỗn hợp nhiều công năng. Vì thế các toà nhà nhiều tầng thường có chiều cao lớn, phức tạp về mặt kỹ thuật. Do đó, việc thi công xây dựng nhà nhiều tầng hiện nay, đang đối mặt với hàng loạt các thách thức và khó khăn do nhiều nguyên nhân khách quan, chủ quan gây ra.

1.1. Vấn đề về chất lượng công trình xây dựng

Ngày 26/01/2021, Chính phủ ban hành Nghị định 06/2021/NĐ-CP quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng, tuy nhiên chất lượng trong quá trình thi công xây dựng công trình nhà nhiều tầng tại nhiều dự án chưa được đảm bảo do sai sót trong quá trình thiết kế; vật tư đưa vào thi công kém chất lượng; công tác thi công và giám sát thi công chưa tuân thủ theo đúng quy định về quản lý chất lượng; hoặc không lường trước được các xung đột giữa các bộ môn của công trình trong thi công, thiếu giao tiếp và phối hợp kém giữa các nhóm thi công dẫn đến hệ quả như Hình 1 (dầm chịu lực bị đục tẩy khi lắp đặt hệ thống thoát nước). Khiến cho các dự án này đưa vào sử dụng một thời gian không lâu, đã xảy ra hư hỏng, xuống cấp trong quá trình khai thác sử dụng.



Hình 1: Xung đột giữa các bộ môn trong thi công ảnh hưởng đến chất lượng công trình

1.2. Vấn đề về an toàn lao động

Công tác thi công nhà nhiều tầng diễn ra ở trên cao, thẳng đứng và có những nguy cơ cơ bản điển hình mất an toàn lao động, có thể được kể đến như sau: Nguy cơ ngã cao; nguy cơ trơn, trượt; nguy cơ tai nạn về điện; nguy cơ bị chấn thương do tiếp xúc với máy, thiết bị; nguy cơ do bị vật rơi, sập đổ; nguy cơ do nhiệt;..., về cơ bản có thể thấy rõ các nguy cơ này có thể tồn tại độc lập hoặc cùng tồn tại song song trong từng công đoạn thi công xây dựng. Và khi xảy ra mất an toàn lao động tại các dự án thi công nhà nhiều tầng sẽ gây ra các thiệt hại về tài sản, ảnh hưởng đến tính mạng con người, tâm tâm lý hoang mang và bức xúc trong xã hội.



Hình 2. Dự án VietinBank Tower, Tây Hồ, Hà Nội, chưa hoàn thành sau 13 năm khởi công

1.3. Vấn đề về tiến độ thi công xây dựng

Năm 2023, UBND Thành phố Hà Nội đã thông tin trên toàn địa bàn có 712 dự án ngoài ngân sách sử dụng đất nhưng bị chậm tiến độ, chậm triển khai. Trong đó có không ít các dự án đã nằm "bất động" từ 10-20 năm. Không chỉ Thành phố Hà Nội, mà việc chậm tiến độ tại các công trình thi công xây dựng nhà nhiều tầng trở thành phổ biến trên khắp cả nước như: Dự án tòa nhà Saigon One Tower (Thành phố Hồ Chí Minh); Dự án tòa nhà Golden Square (Thành phố Đà Nẵng)... Việc chậm tiến độ tại những dự án này không chỉ gây thiệt hại về kinh tế cho các bên liên quan của dự án, lãng phí tài nguyên đất mà còn để lại hệ lụy rất lớn đối với mỹ quan, môi trường đô thị của đô thị. Đồng thời còn kìm hãm sự phát triển kinh tế - xã hội và ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của người dân sinh sống xung quanh khu vực.

1.4. Vấn đề về chi phí đầu tư xây dựng

Đi kèm với việc chậm tiến độ, chất lượng chưa được đảm bảo, mất an toàn lao động trong quá trình thi công xây dựng tại các dự án nhà nhiều tầng là việc tăng chi phí đầu tư xây dựng công trình hay nói cách khác tổng mức đầu tư xây dựng sẽ tăng theo bởi nhiều nguyên nhân khác nhau. Từ đó đặt ra việc phải quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình đối với các kỹ sư, nhà quản lý, các bên liên quan đến dự án.

1.5. Vấn đề về quản lý rủi ro trong thi công xây dựng

Quản lý rủi ro là một công tác quan trọng trong quản lý thi công xây dựng nhằm giúp nhà thầu có thể chủ động nhận dạng, đánh giá, kiểm soát đồng thời giảm thiểu tối đa các tác động tiêu cực của rủi ro tới dự án thi công xây dựng công trình, từ đó đảm bảo hiệu quả của dự án, là yếu tố quyết định đến sự thành bại của dự án.

Tuy nhiên nhiều dự án nhà nhiều tầng, trong quá trình thi công xây dựng, nhà thầu thi công và các đơn vị liên quan bị thiếu đi các công cụ để quản lý rủi ro do tính chất đặc thù của nhà nhiều tầng, dẫn đến tiến độ dự án bị chậm, tăng chi phí đầu tư xây dựng, chất lượng công trình không đảm bảo, cũng như thường xuyên xảy ra mất an toàn lao động trên công trường...

1.6. Chuyển đổi số trong lĩnh vực xây dựng

Để giải quyết các vấn đề trên việc chuyển đổi kỹ thuật

số vào thi công xây dựng nhà nhiều tầng là một trong những giải pháp đã và đang được tiến hành áp dụng. Tuy nhiên việc chuyển đổi số trong lĩnh vực xây dựng còn nhiều vấn đề cần triển khai một cách cụ thể, có lộ trình rõ ràng để giúp giảm thiểu các vấn đề còn tồn tại trong thi công xây dựng nhà nhiều tầng.

Chuyển đổi kỹ thuật số trong xây dựng được hiểu là mọi hoạt động trong lĩnh vực xây dựng được chuyển đổi sang kỹ thuật số từ hiện đại hóa công nghệ thông tin, đến tối ưu hóa kỹ thuật số, đến phát minh ra các mô hình kinh doanh, quản lý kỹ thuật số mới, mở rộng ra bao gồm việc tận dụng các giải pháp đổi mới nhằm nâng cao hiệu suất và hiệu quả của lĩnh vực xây dựng. Theo Viện Toàn cầu McKinsey (The McKinsey Global Institute - MGI) - Hoa Kỳ, đổi mới và chuyển đổi kỹ thuật số trong xây dựng có thể cải thiện đáng kể năng suất (khoảng 15%) và giảm chi

phí (khoảng 6%).

Tại Việt Nam, ngày 31/7/2020, Bộ Xây dựng đã có Quyết định 1004/QĐ-BXD về việc phê duyệt "Kế hoạch Chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2020-2025, định hướng đến năm 2030". Kế hoạch này dựa trên quan điểm: Chuyển đổi số ngành Xây dựng là nội dung rất quan trọng cần tập trung chỉ đạo, tổ chức thực hiện có hiệu quả để góp phần tăng năng suất lao động, tăng sức cạnh tranh của sản phẩm, hàng hóa và doanh nghiệp trong lĩnh vực xây dựng, nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước, nâng cao chất lượng dịch vụ công.

2. Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin trong lĩnh vực xây dựng

Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin, là một trong những khái niệm chính liên quan đến việc chuyển đổi số trong xây dựng (Công nghiệp 4.0). Trong những năm gần đây, Digital Twin đã nhận được sự chú ý ngày càng nhiều. Đây là một dạng cụ thể của Hệ thống vật lý điện tử (Cyber Physical System-CPS) đề cập đến một bản sao kỹ thuật số gần như thời gian thực của một sản phẩm hoặc quy trình vật lý (Physical Twin), bao gồm tất cả thông tin có thể hữu ích trong tất cả các giai đoạn của vòng đời của sản phẩm. Khái niệm Digital Twin đã có từ năm 2002 và lần đầu tiên được sử dụng trong lĩnh vực hàng không vũ trụ. Cho đến gần đây, một vài lĩnh vực công nghiệp khác như sản xuất, kỹ thuật công nghiệp và robot đã áp dụng khái niệm Digital Twin.

Xây dựng là một trong lĩnh vực phức tạp, đa dạng và không thể đoán trước, dẫn đến việc số hóa trở nên khó khăn. Tuy nhiên, với những tiến bộ lớn trong công nghệ máy tính, kết hợp với việc làm mờ các đường phân chia giữa các ngành công nghiệp đang mở ra cơ hội lớn cho việc số hóa ngành xây dựng. Một trong những lĩnh vực thay đổi mạnh nhất là sự xuất hiện của công nghệ Digital Twin. Digital Twin xây dựng trên một loạt các công nghệ và sáng kiến hiện có. Nó được coi là sự phát triển tự nhiên của Mô hình thông tin xây dựng (Building Information Modeling - BIM) và bắt đầu đại diện mô hình kỹ thuật số cho môi trường được xây dựng. Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) cung cấp dữ liệu cần thiết để giúp biến các mô hình kỹ thuật số thành

Digital Twin cập nhật (Hình 3). Khi dữ liệu này tăng lên về số lượng và độ phức tạp, các phân tích và trí tuệ nhân tạo ngày càng quan trọng để kết nối và giải thích dữ liệu này, để nó có thể cải thiện việc ra quyết định hợp lý trong quá trình thi công và vận hành công trình.

3. Các ứng dụng Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin trong thi công xây dựng

Trên thế giới, đã có những nghiên cứu, ứng dụng tích hợp Digital Twin vào lĩnh vực thi công xây dựng để hỗ trợ cũng như giải quyết các vấn đề mà lĩnh vực xây dựng gặp phải như:

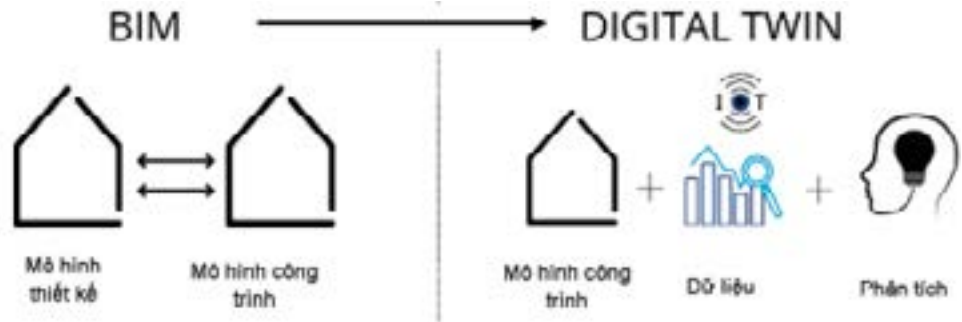
3.1. Giám sát thời gian thực trong quá trình thi công

Digital Twin liên kết vật lý với mô hình số hóa ảo của công trình, việc liên kết này được thực hiện liên tục trong thời gian thực. Từ đó, các đơn vị liên quan có thể thực hiện các giám sát các bước trong quá trình thi công, giúp giám sát chất lượng thi công, tiến độ thi công cũng như giảm thiểu các điều kiện nguy hiểm hoặc hành vi không an toàn của con người trong quá trình lao động, cụ thể như:

+ Tăng cường giám sát tiến độ, rút ngắn thời gian thi công: Điều này giúp công việc xây dựng hoàn thành đúng với kế hoạch đề ra theo đúng với các yêu cầu kỹ thuật của công trình, dự án. Việc tích hợp Digital Twin, công tác xây dựng của dự án có thể được thực hiện lại và liên tục trong môi trường ảo đã đồng bộ hóa với công trình thực tế. Mô hình được xây dựng này có thể được so sánh với một mô hình được thiết kế trong thời gian thực, cho phép thực hiện các điều chỉnh trong quá trình thiết kế.

+ Lập kế hoạch cung ứng vật tư, vật liệu đảm bảo kế hoạch thi công và chất lượng thi công: Với Digital Twin, phân bổ vật liệu và sử dụng thiết bị có thể được theo dõi và tính toán một cách tự động. Điều này sẽ giúp tránh phân bổ quá mức và dự đoán linh hoạt các yêu cầu tài nguyên trên công trường, từ đó cung cấp một cách tiếp cận hiệu quả hơn cho kế hoạch cung ứng vật tư.

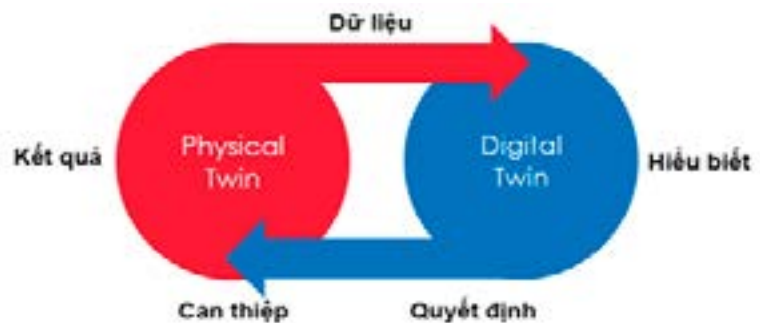
+ Mặt khác, các điều kiện làm việc trong thực tế có thể được nghiên cứu trước bằng các thuật toán về các vấn đề an toàn lao động có thể được đánh giá theo nhiều điều kiện biên khác nhau trong Digital Twin. Từ đó hệ thống đưa ra các thông báo để đưa ra cảnh báo cho người quản lý cũng như bất kỳ công nhân nào đang gặp nguy hiểm. Ví dụ, nó cho phép kiểm tra, đánh giá các khu vực không an toàn thông



Hình 3. Sự hình thành của Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin



Hình 4. Ứng dụng Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin giám sát thời gian thực trong thi công



Hình 4: Quy trình phân tích, đưa ra quyết định trong Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin

qua các thuật toán xử lý hình ảnh được cài đặt sẵn. Điều này sẽ tăng cường công tác kiểm tra bổ sung và do đó giúp chủ đầu tư, nhà thầu thi công và các đơn vị liên quan khác phát hiện các vấn đề mất an toàn tiềm ẩn trước khi xảy ra tai nạn.

Có thể thấy, với việc giám sát thời gian thực sẽ hỗ trợ giám sát tiến độ, nâng cao chất lượng, an toàn lao động, quản lý nhân lực và lập kế hoạch cung ứng vật tư, vật liệu... giúp giảm thiểu rủi ro cho dự án trong quá trình thi công xây dựng.

3.2. Hỗ trợ đánh giá và ra quyết định

Digital Twin có thể giúp quá trình đưa ra quyết định của chủ đầu tư, tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công và các đơn vị



Hình 5: Áp dụng Digital Twin cho đoạn hầm CP4a và CP3a, dự án Crosswell, London, Anh

liên quan một cách chủ động, dựa trên kết quả từ dữ liệu đa phương thức (ví dụ: dữ liệu về trình tự thi công, biện pháp thi công, tiến độ thi công, nhu cầu về tài nguyên, v.v.) được hợp nhất vào một hệ thống phân tích. Phân tích được thực hiện trên dữ liệu được lưu trữ giúp có thể cung cấp những hiểu biết sâu sắc, hoặc những thông kê hay dự đoán các kịch bản trong thi công ngay lập tức, do đó hỗ trợ con người trong việc ra quyết định và cung cấp cơ sở để điều chỉnh, thay đổi phù hợp với tình hình thi công ngoài công trường.

Cùng với vòng đời của một dự án xây dựng, Digital Twin có khả năng ghi lại tiến độ tại chỗ, giữ một bản sao kỹ thuật số thời gian thực của dự án và liên tục tự điều chỉnh để có kết quả tối ưu. Từ đó sẽ giảm các rủi ro trong công tác quản lý tiến độ, kế hoạch thi công và tăng hiệu quả cho quá trình thi công.

3.3. Nâng cao năng lực sản xuất

Mặc dù nổi bật về quan điểm an toàn trong khả năng giám sát thời gian thực của Digital Twin, nâng cao năng lực sản xuất là một lợi ích khác cho các ngành công nghiệp áp dụng Digital Twin. Trong ngành xây dựng, nâng cao năng lực sản xuất có tầm quan trọng sống còn trong việc đảm bảo giao dự án đúng thời hạn và chi phí đầu tư. Với khả năng tích hợp dữ liệu và mô phỏng đa quy mô, Digital Twin cung cấp các phương pháp mới trong việc cải thiện năng lực sản xuất, đẩy nhanh tiến độ thi công và hiệu quả đầu tư trong suốt vòng đời dự án.

Tại Dự án đường sắt ngầm đô thị Crosswell 2, London, (Hình 5) trong quá trình thi công đoạn hầm CP4a và CP3a

nối giữa ba tuyến hầm, CSIC – Cambridge Centre for Smart Infrastructure & Construction – Trường đại học Cambridge, Vương Quốc Anh đã tiến hành đặt các cảm biến đã được định vị trên mô hình số hóa vào trong đất nền xung quanh và tường của hệ thống hầm để tiến hành đo áp lực đất tác động lên hệ kết cấu. Sau đó toàn bộ các dữ liệu thu được được đưa vào tính toán kiểm tra lại, và họ nhận thấy rằng các dữ liệu thu được nhỏ hơn rất nhiều so với các giá trị tính toán theo các tiêu chuẩn và kinh nghiệm của đơn vị tư vấn thiết kế. Từ đó có thể tiến hành điều chỉnh hệ kết cấu, giảm chiều dày của vỏ tường hầm cho các đoạn hầm khác trong cùng khu vực, giúp tiết kiệm chi phí và rút ngắn thời gian thi công.

Với việc nâng cao năng lực sản xuất trong quá trình thi công sẽ giúp nhà thầu thi công và các đơn vị liên quan đảm bảo tiến độ thi công được thực hiện đúng thời hạn, hạn chế tăng chi phí đầu tư xây dựng.

4. Kết luận

Từ những ứng dụng của Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin, trong lĩnh vực xây dựng có thể thấy được tiềm năng, cũng như tính khả thi và sự cần thiết của việc tích hợp Bản sao kỹ thuật số- Digital Twin vào công tác thi công xây dựng nhà nhiều tầng tại Việt Nam để giải quyết các vấn đề đang gặp phải.

Tuy nhiên, ở Việt Nam, đây là một vấn đề hoàn toàn mới nên cần có các nghiên cứu, tích hợp Bản sao kỹ thuật số - Digital Twin trong lĩnh vực thi công xây dựng, đặc biệt là lĩnh vực thi công xây dựng nhà nhiều tầng./

Tài liệu tham khảo

1. Ngô Quang Tuấn, Nguyễn Hoài Nam (2019), Digital Twin và vai trò trong ngành công nghiệp xây dựng Việt Nam, Hội thảo quốc tế về Kiến trúc và Xây dựng 2019 (ICACE-2019), Đại học Kiến trúc Hà Nội.
2. Quyết định 1004/QĐ-BXD Bộ Xây dựng, ký ngày 31/7/2020, về việc phê duyệt “Kế hoạch Chuyển đổi số ngành Xây dựng giai đoạn 2020-2025, định hướng đến năm 2030”
3. Bortolini, R.; Rodrigues, R.; Alavi, H.; Vecchia, L.F.D.; Forcada, N. Digital Twins' Applications for Building Energy Efficiency: A Review. *Energies* 2022
4. Callcut, M.; Agliozzo, J.-P.C.; Varga, L.; McMillan, L. *Digital Twins in Civil Infrastructure Systems. Sustainability* 2021.
5. *Digital Twins & FM Case Study – HongKong International Airport, Atlas Vietnam*, 2019.
6. *Digital twins for the Built Environment - British Standards Institution (bsi)*, 2018
7. Mark Enzer, “The future Infrastructure”, *The National Digital Twin*, 2019.
8. Grieves, M. and Vickers, J. “Digital Twin: mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems.” *Transdisciplinary Perspective on Complex System*, 2017

Quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật thành phố Đà Lạt đáp ứng yêu cầu phát triển đô thị xanh

Technical preparation planning of Đà Lạt city to meet requirements of green urban development

Vũ Hoàng Điệp⁽¹⁾, Đinh Thị Thu Hoài⁽²⁾

Tóm tắt

Những năm gần đây dưới tác động của tốc độ đô thị hoá ngày càng gia tăng và tình hình mưa lớn kéo dài do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, các đô thị vùng cao nguyên Việt Nam nói chung và thành phố Đà Lạt nói riêng đã phải đối mặt với những hậu quả đáng kể do sự mất cân bằng hệ sinh thái tự nhiên gây ra như sạt lở và ngập úng cục bộ. Dưới góc độ quy hoạch đô thị và với quan điểm giải pháp quy hoạch đô thị được coi là giải pháp nguồn trong việc phòng chống sạt lở và ngập úng, bài viết dưới đây trình bày đặc điểm điều kiện tự nhiên, đặc biệt là yếu tố địa hình trong quy hoạch đô thị Đà Lạt và đề xuất giải pháp chuẩn bị kỹ thuật góp phần khắc phục tình trạng đó đồng thời gìn giữ bản sắc không gian, kiến trúc cảnh quan đô thị Đà Lạt hướng đến một đô thị xanh.

Từ khóa: địa hình; quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật; quy hoạch cao độ nền; tổ chức thoát nước mặt; Đà Lạt; đô thị xanh

Abstract

In recent years, under the impact of increasing urbanization rates and prolonged heavy rains due to the effects of climate change, urban areas in the highlands of Vietnam, in general, and Đà Lạt, in particular, has faced a lot of significant consequences due to imbalances in the natural ecosystem, such as landslides and localized flooding. From the perspective of urban planning, and with the view that urban planning solutions are considered a source of strategies for preventing landslides and flooding, the paper presents characteristics of natural conditions, especially topographic factors in Đà Lạt urban planning, and proposes planning solutions that contribute to overcoming these challenges while preserving spatial identity and landscape architecture. This effort aims to make Đà Lạt a green urban.

Key words: topography; technical preparation planning; ground elevation planning; organizing surface water drainage; Đà Lạt; green urban

(1)ThS, Giảng viên bộ môn Kỹ thuật hạ tầng, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội,

ĐT: 0904174640; Email: <diepvuhoang@gmail.com>

(2)ThS, Giảng viên bộ môn Kỹ thuật hạ tầng, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội,

ĐT: 0983567884; Email: <hoai.dinh86@gmail.com>

Ngày nhận bài: 09/8/2024

Ngày sửa bài: 30/9/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, tình hình xây dựng và phát triển đô thị Đà Lạt đã cho thấy mối quan hệ giữa con người và thiên nhiên trong quá trình quy hoạch đô thị đang mất cân bằng nghiêm trọng. Để góp phần thúc đẩy mối quan hệ này trở nên lành mạnh hơn với mục đích bảo tồn những giá trị, vai trò, chức năng của hệ sinh thái đặc trưng nhằm mang lại lợi ích tối ưu cho cộng đồng, nhóm tác giả đóng góp một số giải pháp quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật hướng đến một đô thị Đà Lạt phát triển xanh.

2. Các yêu cầu về đô thị phát triển xanh trong công tác chuẩn bị kỹ thuật cho thành phố Đà Lạt

Thực tiễn quy hoạch đô thị đã cho thấy vai trò của yếu tố tự nhiên cũng như của các giải pháp quy hoạch đô thị phù hợp với điều kiện tự nhiên và vai trò của công tác chuẩn bị kỹ thuật khu đất xây dựng là rất quan trọng và có ý nghĩa thiết thực trong việc tạo lập một môi trường nhân tạo hòa hợp với môi trường tự nhiên. Vì vậy, cần có các giải pháp mang tính định hướng trong quy hoạch đô thị Đà Lạt theo quan điểm khai thác hợp lý yếu tố địa hình trên cơ sở các yêu cầu phát triển không gian đô thị, đây cũng sẽ là những giải pháp hữu hiệu trong việc khắc phục tình trạng mất cân bằng sinh thái cũng như bảo tồn di sản không gian, kiến trúc cảnh quan cho Đà Lạt.

2.1. Giới thiệu chung về thành phố Đà Lạt

2.1.1. Điều kiện tự nhiên và kinh tế

Tại thành phố Đà Lạt do nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa cận xích đạo và nằm ở độ cao 1.500m, được các dãy núi cùng quần hệ thực vật rừng, đặc biệt là rừng thông bao quanh, nên khí hậu mang những điểm đặc biệt so với vùng xung quanh như thời tiết mát mẻ, mưa nhiều, mùa khô ngắn, lượng bốc hơi thấp, không có bão. Thổ nhưỡng tại vùng cao nguyên Đà Lạt (bình nguyên Đà Lạt, vùng núi Lang Biang, Bidoup Núi Bà - Thành phố. Đà Lạt, huyện Lạc Dương) chủ yếu là đất feralit vàng đỏ phát triển trên mangan axit, trầm tích hỗn hợp và màu vàng đỏ thích hợp cho canh tác rau màu.

Hệ thống thủy văn tại Đà Lạt và vùng phụ cận được hình thành bởi hệ thống bốn tuyến sông, suối tự nhiên: Sông Krông No, Sông Đa Dăng, Sông Cam Ly, Sông Đa Nhim. Hệ thống sông suối này kết hợp cùng địa hình đã tạo ra hệ thống cảnh quan đa dạng tự nhiên và các hồ nhân tạo. Từ đó hình thành hệ thống cảnh quan đa dạng và đặc trưng của địa phương. Cấu trúc thủy văn tự nhiên đã hình thành kết nối sinh thái tự nhiên của hệ thống điểm dân cư theo quá trình phát triển lịch sử theo hai sông chính là Cam Ly và Đa Nhim. (Hình 1)

Đà Lạt và vùng phụ cận nằm trong khu vực ít chịu ảnh hưởng của bão, tuy nhiên lốc xoáy thường xuyên xảy ra hơn trong những năm gần đây do ảnh hưởng của hiện tượng El Nino. Lũ ống, lũ quét, ngập lụt xảy ra theo chiều hướng tăng về diện không gian và tần suất. Thời gian gần đây, ngập úng đô thị diễn ra thường xuyên trong trung tâm thành phố Đà Lạt, gây ảnh hưởng tiêu cực đến đời sống của người dân. Sạt lở, xói mòn thường diễn biến nghiêm trọng tại các tuyến đường giao thông đối ngoại (QL.20, QL.27, QL27C), các taluy trong khu vực dân cư thành phố. Với vị trí địa lý nằm trên độ cao 1500m so với mực nước biển, khí hậu ôn hoà, các yếu tố thiên nhiên và văn hoá đa dạng và bề dày lịch sử là trạm nghỉ dưỡng của người Pháp thời kỳ thuộc địa, Đà Lạt – Lâm Đồng có tiềm năng trở thành điểm đến hấp dẫn, an toàn và thân thiện.

Kinh tế thành phố tiếp tục tăng trưởng khá và ổn định; cơ cấu kinh



Hình 1. Sơ đồ thủy văn thành phố Đà Lạt và vùng phụ cận [1]



Hình 2. Toàn cảnh trung tâm thành phố Đà Lạt (Nguồn: internet)

tế cơ bản dịch chuyển đúng hướng, khai thác có hiệu quả tiềm năng thế mạnh của địa phương trong định hướng phát triển các ngành kinh tế, giảm dần tỷ trọng sản xuất nông lâm nghiệp và nâng cao tỷ trọng thương mại dịch vụ. Thành phố Đà Lạt là một thành phố nông nghiệp năng động, các không gian nông nghiệp xen lẫn với không gian đô thị và len lỏi vào tận trung tâm thành phố. Tuy nhiên, diện tích vùng nông nghiệp nhà kính trồng rau, trồng hoa ở trung tâm thành phố đang ngày càng tác động xấu đến cảnh quan và môi trường đô thị Đà Lạt. Hiện nay, hoạt động nông nghiệp này xung đột với hình ảnh của một đô thị nghỉ dưỡng.

2.1.2. Đặc điểm địa hình và đánh giá điều kiện địa hình trong quy hoạch đô thị Đà Lạt

Địa hình của Đà Lạt và vùng phụ cận có cao độ biến

thiên từ 200 - 2.200m, độ dốc chủ yếu là từ Bắc xuống Nam hình thành nên các cao nguyên và thung lũng với cảnh quan đặc trưng. Thành phố Đà Lạt có cao độ từ 1.100 - 1.600m, hướng dốc chủ yếu là từ Bắc xuống Nam hình thành nên hệ thống các hồ gồm: Hồ Đa Thiện, Hồ Chiến Thắng, Hồ Xuân Hương, Hồ Tuyên Lâm..., khu vực thấp nhất là thác Cam Lộ và khu vực phía Nam đoạn từ hồ Prenn chảy xuống sông Đa Tar Doun. Địa hình là một hình thể phản ánh yếu tố địa chất và quá trình địa mạo; do đó, gắn liền với nguồn gốc địa chất và tuổi khu vực, địa hình Đà Lạt nhìn chung thuộc dạng sơn nguyên, có thể phân thành 3 dạng địa hình cục bộ: núi cao, đồi thấp và thung lũng.

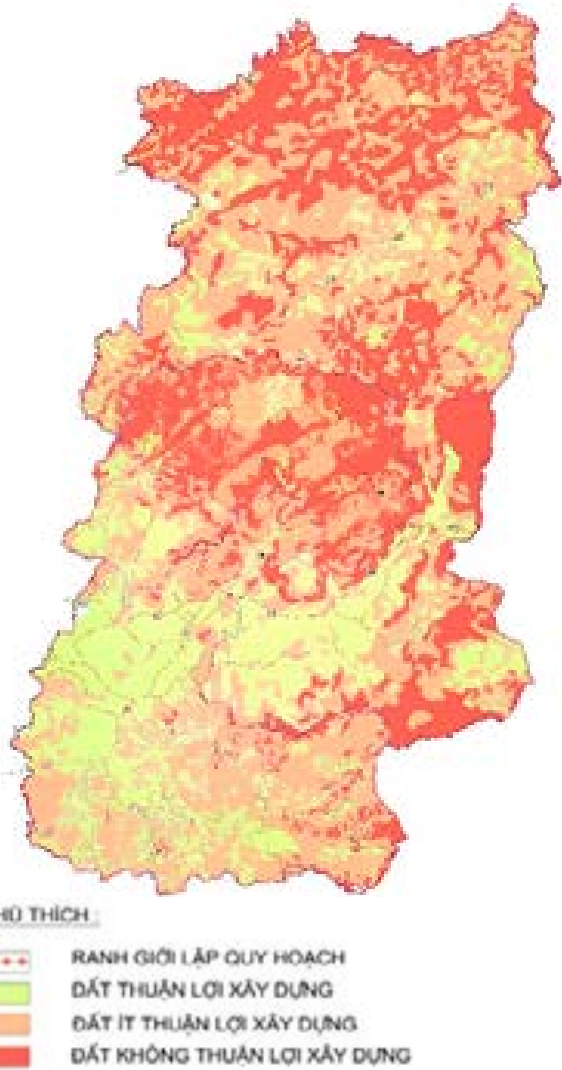
- Địa hình núi cao: bao gồm các dãy núi cao bao quanh khu vực trung tâm Đà Lạt, chiếm trên 70% diện tích tự nhiên toàn Thành phố, có thể chia làm 2 khu vực. Khu vực nằm ở phía Nam, phía Đông và phía Tây: bao gồm các dãy núi có độ cao thay đổi từ 1.450 - 1.550m, cá biệt có dãy cao trên 1.600m, tạo thành vòng cung bao quanh 3 mặt khu trung tâm. Hầu hết diện tích có độ dốc rất lớn, nhiều thác, thực bì chủ yếu là rừng thông nguyên sinh, thích hợp cho phát triển lâm nghiệp kết hợp với du lịch. Khu vực phía Bắc: bao gồm các dãy núi có độ cao thay đổi từ 1.600m đến 1.700m, đặc biệt có núi Langbiang (thuộc Lạc Dương) cao tới 2.165m.

- Địa hình đồi: là các dải đồi hoặc núi thấp - ít dốc (phần lớn từ 20° trở xuống), phân bố tập trung ở khu vực trung tâm Thành phố với độ cao phổ biến từ 1.500m đến 1.550m và Tà Nung (độ cao phổ biến 1.100m - 1.200m), chiếm gần 30% diện tích tự nhiên.

- Địa hình thung lũng: gồm các dải đất trũng phân tán ven các suối, đa phần diện tích đã được sử dụng làm hồ chứa nước. Tuy chỉ chiếm khoảng 1% tổng diện tích tự nhiên, những dạng địa hình này có vai trò quan trọng trong bảo vệ nguồn nước, cải tạo khí hậu và tạo nên những nét đẹp riêng cho cảnh quan thành phố.

Đặc điểm địa hình của Đà Lạt ảnh hưởng đến các yếu tố khí hậu, thổ nhưỡng, thảm thực vật... tạo ra những cảnh quan thiên nhiên phong phú và đa dạng là điều kiện thuận lợi để phát triển du lịch và xây dựng thủy điện. Tuy nhiên địa hình phức tạp cũng tạo ra nhiều sườn dốc, thác ghềnh, dòng chảy mạnh với lượng mưa và cường độ mưa lớn nên đất dễ rửa trôi và xói mòn, tiềm ẩn nguy cơ thoái hoá nếu không được bảo vệ tốt và sử dụng hợp lý. Địa hình chia cắt mạnh gây tốn kém và khó khăn cho việc xây dựng mạng lưới đường bộ và đường sắt, làm hạn chế không nhỏ đến phát triển kinh tế - xã hội trong vùng.

Trong công tác quy hoạch đô thị đối với Đà Lạt, việc đánh giá điều kiện tự nhiên khu đất dưới góc độ công tác chuẩn bị kỹ thuật được hiểu là việc đánh giá mức độ thuận lợi về mặt kỹ thuật xây dựng của khu đất theo các yếu tố điều kiện tự nhiên như khí hậu, địa hình, thủy văn, địa chất công trình và địa chất thủy văn... để có thể khai thác và sử dụng quỹ đất một cách hiệu quả. Đánh giá điều kiện tự nhiên khu đất được tiến hành ở giai đoạn quy hoạch chung đô thị với nhiệm vụ là phân loại và xác định quỹ đất thuận lợi, ít thuận lợi và không thuận lợi cho xây dựng đô thị làm cơ sở cho việc lựa chọn đất xây dựng, phân khu chức năng và đề xuất các biện pháp chuẩn bị kỹ thuật. Phân tích và đánh giá các điều kiện tự nhiên trong quy hoạch xây dựng và thiết kế đô thị là một trong những cơ sở giúp các nhà thiết kế lựa chọn đất xây dựng và tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan đô thị. Đối với đô thị có đặc trưng địa hình đồi lượn sóng xen kẽ các thung lũng như ở Đà Lạt, việc phân tích đánh giá yếu tố địa hình tự nhiên là một nhiệm vụ quan trọng và cần được xem xét ở cả hai khía cạnh là kỹ thuật xây dựng và cảnh quan.



Hình 3. Đánh giá đất theo yếu tố địa hình tự nhiên khu vực lập quy hoạch đô thị Đà Lạt và vùng phụ cận [1]

Về kỹ thuật, cần đánh giá mức độ thuận lợi của điều kiện địa hình tự nhiên (chủ yếu là độ dốc) đối với công tác xây dựng đô thị và phân loại rõ: Đất thuận lợi cho xây dựng (độ dốc từ 0,4 đến 10%); Đất ít thuận lợi cho xây dựng (độ dốc từ 10 đến 20%, vùng núi đến 30%); Đất không thuận lợi cho xây dựng (độ dốc >20%, vùng núi >30%). Ngoài ra, cần lưu ý các khu vực có những thềm đất trượt riêng biệt đòi hỏi xử lý ít tốn kém sẽ được đánh giá là đất ít thuận lợi cho xây dựng và các khu vực có nhiều thềm trượt liên tiếp đòi hỏi các biện pháp xử lý phức tạp sẽ được đánh giá là đất không thuận lợi cho xây dựng. Bản đồ đánh giá đất xây dựng cho thành phố Đà Lạt cần lồng ghép với bản đồ phân vùng rủi ro và cảnh báo nguy cơ sạt lở trong khu vực nghiên cứu dựa trên các kết quả khảo sát, phân tích và dự báo.

Về cảnh quan, cần phân tích, đánh giá các đặc điểm và tiềm năng cảnh quan của một khu đất bao gồm: Đặc điểm về diện mạo của khu đất (địa hình bằng, địa hình dốc đều, địa hình bị chia cắt...); Giới hạn phân chia địa hình bởi các đường phân lưu, tụ thủy; Các điểm cao, điểm thấp, tầm nhìn và hướng nhìn, các chướng ngại của địa hình tự nhiên; Ảnh hưởng của địa hình đến khả năng nhìn và cảm thụ không gian...



Hình 4. 7 tiêu chí đô thị xanh các nước châu Âu đang áp dụng (Nguồn: internet)

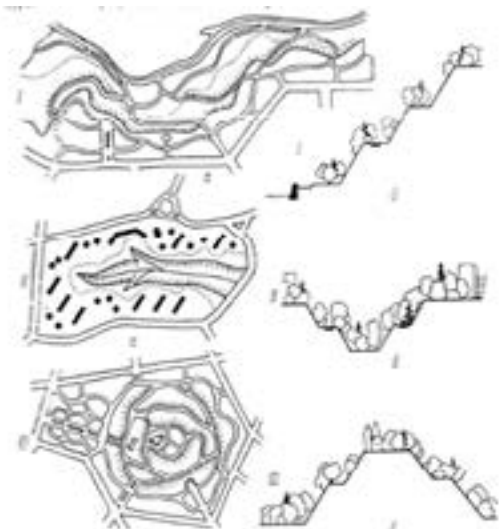
2.2. Các yêu cầu về đô thị phát triển xanh trong quy hoạch cao độ nền thành phố Đà Lạt

2.2.1. Các nguyên tắc trong quy hoạch cao độ nền

Nghiên cứu thiết kế quy hoạch cao độ nền cho Đà Lạt cần phải tuân thủ các nguyên tắc đó là: (i) Triệt để lợi dụng địa hình tự nhiên, sử dụng đến mức tối đa những mặt tốt của điều kiện tự nhiên, tận dụng hình dáng địa hình sẵn có, giữ lại những vùng cây xanh, rừng thông và các lớp đất màu, tận dụng tối đa các vật tự thủy thoát nước nhằm mang lại hiệu quả cao về kiến trúc cảnh quan và kinh tế; (ii) Quy hoạch cao độ nền phải được giải quyết trên toàn bộ đất đai đô thị hoặc trong khu đất xây dựng; (iii) Phải tạo sự liên kết chặt chẽ về cao độ giữa các bộ phận trong đô thị, làm nổi bật ý đồ kiến trúc và thuận lợi cho các yêu cầu kỹ thuật khác.

2.2.2. Khái niệm về đô thị phát triển xanh (đô thị xanh), các tiêu chí đô thị phát triển xanh

Đô thị xanh (Tiếng Anh: Green Cities) là tổng thể quy hoạch xây dựng của 3 yếu tố gồm môi trường xanh – kinh tế xanh – xã hội xanh chứ không phải chỉ dựa vào yếu tố có nhiều cây xanh. Đô thị xanh được hiểu là việc quy hoạch xây dựng và sử dụng tài nguyên hiệu quả. Theo đó, đô thị xanh được phát triển trên cơ sở mật độ xây dựng thấp, hệ số sử



Phụ 12.5. Phân bố không gian và quy hoạch sử dụng đất ở các khu vực: a - ở vùng ven sông; b - ở địa phận khe núi (xây dựng trên những đồi lượn sóng dùng thung lũng để thoát nước); c - trên đồi

Hình 5. Vị trí khu đất ở địa hình phức tạp [5]

a. Nằm ở vùng ven sông; b. Trên địa phận khe núi (xây dựng trên những đồi lượn sóng dùng thung lũng để thoát nước); c. Trên đồi

dụng đất cao, kiến trúc không gian đô thị mở và khai thác có hiệu quả tài nguyên, bảo tồn văn hóa bản địa và các di sản.

Tại Việt Nam, khái niệm về đô thị xanh (ĐTX) còn khá mới, nhiều người vẫn hiểu ĐTX là đô thị có nhiều công viên, cây xanh, mặt nước, khá hơn thì có thêm việc sử dụng năng lượng bằng pin mặt trời cho các tòa nhà và trồng cây xanh trên mái. Hình 4 dưới đây là những tiêu chí đô thị xanh được các nước châu Âu và nhiều nước phát triển áp dụng:

Cách đây nhiều năm, “đô thị xanh” cũng đã bắt đầu xuất hiện ở trung tâm các thành phố lớn tại Việt Nam. Tuy nhiên, các đô thị này vẫn còn một khoảng cách khá xa để đạt đến tiêu chuẩn “xanh” như tại các quốc gia châu Âu do nhiều giới hạn về công nghệ cũng như quỹ đất. Quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật góp phần hoàn thiện tiêu chí về không gian xanh và bảo tồn cảnh quan thiên nhiên cho Đà Lạt cụ thể như sau: (i) Tận dụng yếu tố mặt nước tự nhiên hiện hữu để kết nối vùng lãnh thổ. Tạo lập hành lang xanh là vùng đệm cảnh quan để mở ra tuyến kết nối đô thị, tạo lập đa dạng sinh học cho khu vực; (ii) Bảo tồn và khôi phục không gian rừng hiện hữu của khu vực nhằm góp phần tạo lập môi trường vi khí hậu, hình ảnh đô thị từ thiên nhiên của Đà Lạt; (iii) Tạo lập hệ thống hồ điều hòa nhằm tăng cường khả năng chống chọi với thiên tai, lưu trữ nước trong mùa khô và góp phần hình thành môi trường vi khí hậu. Xây dựng hệ thống hồ điều hòa gắn với hệ thống du lịch dịch vụ để thu hút đầu tư và hoàn thiện các dự án hồ điều hòa.

2.2.3. Quan điểm quy hoạch thành phố Đà Lạt hướng đến mục tiêu phát triển đô thị xanh

Mục tiêu của đề án Điều chỉnh Quy hoạch chung thành phố Đà Lạt – năm 2023 nêu rõ: bảo tồn và phát triển Đà Lạt thành đô thị đặc thù về quy hoạch kiến trúc, văn hóa, lịch sử, cảnh quan tự nhiên; xây dựng Đà Lạt trở thành đô thị phát triển du lịch - văn hóa - khoa học, xanh và hiện đại có đẳng cấp quốc tế. Định hướng phát triển không gian cho khu vực đô thị Đà Lạt hướng tới gia tăng giá trị, sức hấp dẫn, đặc trưng và bản sắc riêng cho thành phố, tạo điều kiện thu hút đầu tư cải tạo, chỉnh trang, tái thiết và phát triển đô

thị. Không gian cho khu vực đô thị Đà Lạt cần khai thác các khu vực đặc trưng về cảnh quan rừng, sông, suối, hồ và hệ thống công trình kiến trúc gắn với phát triển kinh tế dịch vụ, xây dựng hạ tầng xanh đa chức năng; tạo điều kiện cho công tác thu hút đầu tư bảo tồn và phát huy những giá trị văn hóa lịch sử, xây dựng hệ thống không gian mở, cây xanh, các quảng trường chức năng... gắn với các dự án phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng, giao thông công cộng. Nghiên cứu di dời các xí nghiệp công nghiệp ô nhiễm ra khỏi khu vực nội thành cũ; hạn chế phát triển công nghiệp trong khu vực đô thị và sử dụng quỹ đất hiệu quả; tổ chức không gian sản xuất theo chuyên ngành và thu hút đầu tư phát triển các ngành công nghiệp sạch, hiện đại, có hàm lượng khoa học cao, giá trị gia tăng lớn, sử dụng ít lao động phổ thông và không gây ô nhiễm môi trường; chuyển đổi dần các không gian sản xuất nông nghiệp theo mô hình nhà kính, nhà màng sang mô hình nông nghiệp hữu cơ, nông nghiệp sạch kết hợp khai thác du lịch theo mô hình du lịch canh nông.

Định hướng phát triển hệ thống hạ tầng kỹ thuật xanh, đa chức năng, trong đó quy hoạch cao độ nền và thoát nước mưa được định hướng như sau: (i) Đề xuất định hướng cải tạo cao độ nền và thoát nước mặt toàn đô thị, trong đó xem xét đến tác động kép của hiện tượng ngập úng, sụt lún nền đất và biến đổi khí hậu; (ii) Đề xuất các giải pháp san lấp tạo mặt bằng xây dựng, tăng diện tích mặt thấm và tăng khả năng trữ nước trước khi xả ra nguồn thoát. Phần lưu vực thoát nước xác định hệ thống thoát nước mưa hợp lý và tách riêng với hệ thống thoát nước thải, xác định cao độ nền xây dựng cho các khu vực theo lưu vực thoát nước, đảm bảo kiểm soát ngập úng do mưa, đảm bảo tiêu thoát lũ; thống nhất, đồng bộ với quy hoạch thủy lợi chống ngập úng (phù hợp với quy hoạch vùng, quy hoạch xây dựng tỉnh Lâm Đồng).

2.3. Đề xuất giải pháp chuẩn bị kỹ thuật thành phố Đà Lạt hướng đến đô thị phát triển xanh

2.3.1. Giải pháp quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật

Định hướng quy hoạch chuẩn bị kỹ thuật cho Đà Lạt gắn kết giữa tổ chức thoát nước mặt với quy hoạch cao độ nền khu đất, trong đó cần triệt để lợi dụng địa hình để thiết kế mạng lưới thoát nước tự chảy, tận dụng khe suối, hồ và chỗ trũng thấp có thể thoát nước hoặc làm hồ điều hòa.

Đối với đô thị Đà Lạt cần đặc biệt chú ý đến việc phân tích đặc điểm địa hình đồi lượn sóng và đặc điểm thủy văn tập trung dòng chảy để tổ chức thoát nước mặt theo các dòng chảy tự nhiên kể cả dòng chảy tạm thời (các khe tụ thủy). Trong quy hoạch mạng lưới thoát nước mặt, việc tính toán lưu lượng thoát nước không chỉ tính toán cho các tuyến cống dọc đường mà còn cần tính toán lưu lượng tập trung theo các khe tụ thủy từ đó xác định được tiết diện dòng chảy cần thiết, khẩu độ cầu cống ngang đường và hành lang an toàn dọc theo các dòng chảy để đảm bảo thoát nước khi có mưa lớn bất thường. Việc tính toán thủy văn xác định lưu lượng dòng chảy còn phải tính đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đối với sự thay đổi lượng mưa tính toán được dự báo theo kịch bản biến đổi khí hậu. Bên cạnh đó cũng cần có những tính toán cụ thể hơn về hệ số dòng chảy đã có sự thay đổi nhiều dưới tác động của đô thị hóa và hình thức canh tác nông nghiệp trong nhà kính.

Quy hoạch cao độ nền khu đất xây dựng đô thị là nghiên cứu tổ chức lại bề mặt của địa hình tự nhiên tạo thành bề mặt thiết kế cho các công trình và bộ phận của đô thị với nhiệm vụ là xác định cao độ, hướng dốc, độ dốc bề mặt hoàn thiện của khu đất xây dựng để đảm bảo thực hiện ý đồ quy hoạch không gian, quy hoạch giao thông và thoát nước một

cách tối ưu. Nghiên cứu thiết kế quy hoạch cao độ nền cho khu đất xây dựng đối với đô thị Đà Lạt cần phải tuân thủ các nguyên tắc trong đó quan trọng nhất là nguyên tắc triệt để lợi dụng địa hình tự nhiên. Phải cố gắng sử dụng đến mức tối đa những mặt tốt của điều kiện tự nhiên, tận dụng hình dáng địa hình sẵn có, giữ lại những vùng cây xanh và các lớp đất màu nhằm mang lại hiệu quả cao về kiến trúc cảnh quan và kinh tế. Trong thực tế, việc san lấp tạo mặt bằng chỉ nên thực hiện ở những khu vực có bố trí công trình xây dựng, các đường phố và sân bãi, còn những khu vực khác nếu xét thấy có thể thì cố gắng giữ nguyên hoặc cải tạo nhỏ. Đặc biệt lưu ý không san lấp làm thu hẹp dòng chảy kể cả những dòng chảy tạm thời theo các vết trũng địa hình (khe tự thủy).

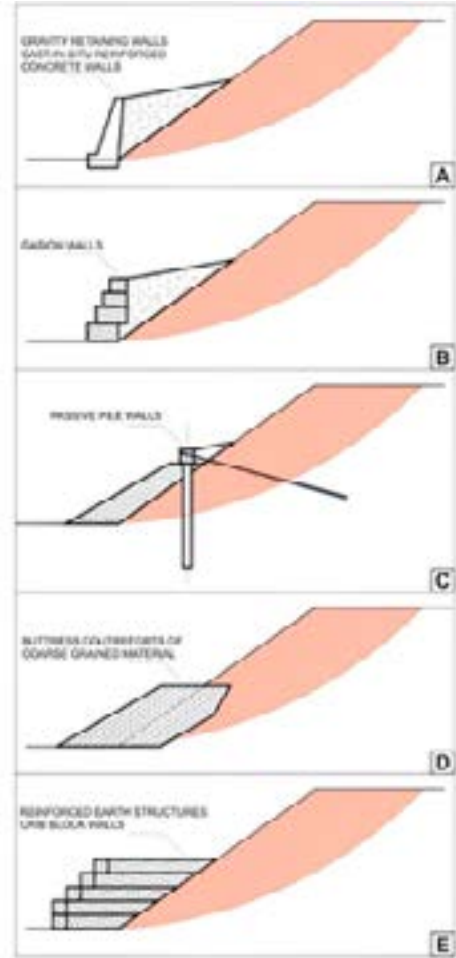
2.3.2. Giải pháp công trình

Những năm gần đây dưới tác động của tốc độ đô thị hoá ngày càng gia tăng và tình hình mưa lớn kéo dài do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, đô thị Đà Lạt đã phải đối mặt với những hậu quả đáng kể do sạt lở và ngập úng. Nền địa chất tính liên kết kém, chủ yếu là bazan bờ rời, nhất là khi có mưa lớn kéo dài, lượng nước trong đất bão hòa, dẫn đến sạt lở, trượt, nứt đất. Đồng thời, do kiến trúc địa chất, địa tầng tạo nên các cấu trúc địa chất không đồng nhất, các cung trượt có quy mô và mức độ ảnh hưởng lớn. Bên cạnh những giải pháp quy hoạch phù hợp với điều kiện tự nhiên cũng cần có những biện pháp công trình bảo vệ cấu trúc cân bằng tự nhiên các khu vực địa hình phức tạp có nguy cơ sạt lở có thể kể đến dưới đây.

- Gia cố cơ học các khối đất ở trạng thái cân bằng các tường chắn, đóng cọc: trong một số trường hợp khi không gian bị hạn chế, chân mái dốc được dùng để xây dựng công trình khác thì tường chắn có thể được sử dụng để đảm bảo độ an toàn của mái dốc. Hình 6 thể hiện một số loại tường chắn thông dụng. Tường chắn trọng lực hoặc tường chắn BTCT (Hình 6.A) và rọ đá (Hình 6.B) là kết cấu truyền thống có cấu tạo đơn giản, dễ thi công. Tuy nhiên độ cao của tường chắn bị hạn chế, thông thường nên nhỏ hơn 5m. Kết cấu tường chắn bằng đất bằng cọc/ cừ có neo giữ (Hình 6.C) là loại kết cấu có thể áp dụng cho độ cao lớn tuy nhiên việc thi công khá phức tạp, giá thành cao. Khối đá chặn (Hình 6.D) ít được sử dụng do chiếm nhiều diện tích, tiêu tốn nhiều vật liệu trong khi đó hiệu quả không được cao. (Hình 6.E) thể hiện phương án sử dụng tường chắn có cốt (gia cường bằng lưới, vải địa kỹ thuật) là một giải pháp có nhiều ưu điểm như giá thành hợp lý, phù hợp với tường chắn có độ cao lớn có thể lên đến hàng chục mét. Tuy nhiên việc thiết kế và thi công tương đối phức tạp cần đơn vị có kinh nghiệm triển khai.

- Hàng rào ngăn sạt lở: ở những nơi có nguy cơ trượt mái dốc dùng khung bê tông để giữ, tường và hàng rào được xây dựng để hứng khối đất cát khi bị sụp xuống. Công trình khung giữ là các khung bê tông ổn định dốc. Trong một số trường hợp, họ trồng cây trong khung bê tông này. Phương pháp neo đất là phương pháp nối dây thép lượn vào nền đất cứng với công trình khung bê tông giữ cho mái dốc ít khả năng bị sập hơn.

- Trồng cây và bảo vệ lớp phủ thực vật để chống xói mòn, phong hóa trên các sườn dốc, đặc biệt chú ý quy hoạch

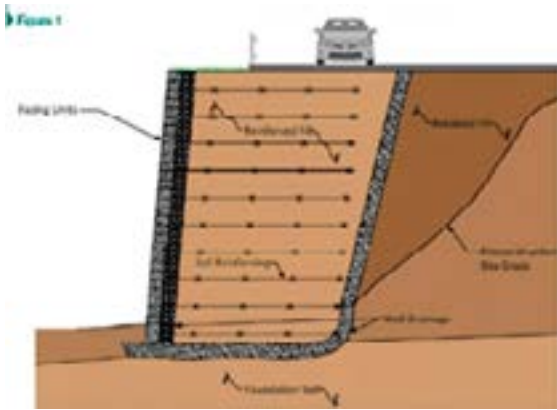


Hình 6. Các biện pháp giữ ổn định mái dốc sử dụng tường chắn đất [6]

A. Tường chắn trọng lực hoặc tường chắn BTCT; B. Rọ đá; B. Tường chắn đất có neo; D. Khối đá chặn chân; C. Tường chắn có cốt



Hình 7. Sơ đồ quy hoạch các giải pháp chống đá rơi, sạt lở đất và lũ quét tại Nhật Bản [7]



Hình 8. Cấu tạo tường chắn vải địa kỹ thuật [6]



Hình 9. Mái dốc đã được xử lý theo phương pháp “đỉnh đất”, phần tường bê tông dưới dày 10cm, nửa trên được bảo vệ bằng các ô địa kỹ thuật để trồng cỏ tạo thành thảm bảo vệ. Hình ảnh chụp năm 2023 tại số 33 Nguyễn Văn Cừ, Phường 1, thành phố Đà Lạt [6]

bảo tồn, phát triển rừng thông không chỉ với vai trò là yếu tố cảnh quan đặc trưng của Đà Lạt mà còn góp phần giữ ổn định các khu đất dốc.

- Hạ độ dốc mái nhằm tăng độ ổn định mái dốc, giảm lực gây trượt và tăng sức kháng trượt. Việc thay đổi hình dạng mái dốc phải hài hoà với cảnh quan và môi trường sinh thái đặc trưng của thành phố Đà Lạt.

- Gia cố và giữ ổn định mái dốc bằng các biện pháp kỹ thuật như: lưới phủ, phun phủ mặt đất, neo đất, đỉnh đất, cọc giữ, tường trọng lực, tường chắn địa kỹ thuật... cần ưu tiên các giải pháp ứng dụng công nghệ tiên tiến xử lý sạt lở bền vững, hạn chế xây dựng tường chắn đất bằng đá hoặc bê tông kích cỡ lớn phá vỡ cảnh quan.

Gia cố mái dốc và sườn dốc bằng lớp phủ thực vật khi độ dốc và điều kiện thổ nhưỡng cho phép thực vật phát triển, việc trồng cây cần được thực hiện để chống xói mòn do mưa, hạn chế nước ngấm quá sâu vào đất. Ở những nơi có độ dốc không thích hợp với thảm thực vật, việc phủ bề mặt bằng các bề mặt cứng như bê tông cần được xem xét. Trong một số trường hợp, khi mái dốc có độ ổn định thấp, nguy cơ

sụt đất cao thì các giải pháp kết cấu như đỉnh đất, neo đất, cọc giữ ổn định, mặc dù tốn kém cũng cần được sử dụng để khống chế sự sụt trượt đất.

3. Kết luận

Việc phân tích, đánh giá điều kiện địa hình, thủy văn sẽ là cơ sở cho việc lựa chọn giải pháp bố cục không gian kiến trúc, xác định mật độ xây dựng phù hợp với điều kiện tự nhiên từ đó giảm thiểu sự tác động vào tự nhiên trong quá trình xây dựng đô thị. Giải pháp quy hoạch chiều cao nền và tổ chức thoát nước mặt triệt để lợi dụng hình dáng địa hình được coi là giải pháp nguồn; các giải pháp công trình phòng chống trượt được sử dụng hợp lý, ưu tiên sử dụng các giải pháp gắn với mặt phủ thực vật sẽ góp phần khắc phục tình trạng sạt lở, ngập úng cho thành phố Đà Lạt. Nhằm đáp ứng mục tiêu phát triển Đà Lạt thành đô thị đặc thù về quy hoạch, kiến trúc, cảnh quan tự nhiên và phát triển xanh, công tác quy hoạch đô thị ở tất cả các giai đoạn đều cần phải xác định được các giải pháp về cao độ nền hài hoà với điều kiện tự nhiên, đảm bảo tính ổn định cân bằng của cấu trúc tự nhiên./.

Tài liệu tham khảo

1. Viện Kiến Trúc Quốc gia, Điều chỉnh tổng thể Quy hoạch chung thành phố Đà Lạt và Vùng phụ cận đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2045, 2024.
2. Vũ Hoàng Điệp, Chuẩn bị kỹ thuật cho khu đất xây dựng đô thị Phần 1, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2024.
3. Trầm Phùng, “Đô thị xanh là gì? Những đô thị xanh nổi bật ở Việt Nam”, khaihoanland.vn, 2021, <https://tuyendung.khaihoanland.vn/do-thi-xanh-la-gi/>
4. Vũ Hoàng Điệp, “Yếu tố địa hình trong quy hoạch và thiết kế đô thị”, Tạp chí Xây dựng, số 9, 2008.
5. Под редакцией канд. техн. наук В. С. Ницука (1983) СТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИИ, Киев Будівельник.
6. Kỹ yếu hội thảo, “Đánh giá thực trạng, nguyên nhân và đề xuất giải pháp phòng chống sạt lở, ngập lụt cục bộ trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng”, Ủy ban nhân dân tỉnh Lâm Đồng, 2023.
7. Thanh Tùng, “Phòng tránh lũ quét, sạt lở đất – Bài học từ Nhật Bản”, baotainguyenmoitruong.vn, 2022, <https://baotainguyenmoitruong.vn/phong-tranh-lu-quet-sat-lo-dat-nhin-tu-nhat-ban-335721.html>
8. Viện Quy hoạch Đô thị và Nông thôn quốc gia, Điều chỉnh Quy hoạch chung thành phố Đà Lạt và Vùng phụ cận đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050, 2014.

Ứng dụng giải pháp thiên nhiên nhằm giảm thiểu ngập úng và sạt lở tại các đô thị Trung du, miền núi phía Bắc

Applying natural solutions to reduce flooding and landslides in the midlands and mountain areas of the northern region

Chu Văn Hoàng⁽¹⁾

Tóm tắt

Có nhiều người nghĩ rằng, những đô thị vùng trung du, miền núi có nền địa hình cao, độ dốc lớn nên không xảy ra ngập úng nhưng thực tế lại ngược lại. Trong những năm gần đây, các đô thị ở vùng này vẫn thường xuyên xảy ra tình trạng ngập úng khi có các trận mưa lớn. Bên cạnh đó, đây còn là vùng thường xảy ra thiên tai, đặc biệt là lũ quét và sạt lở đất. Những thiên tai này có diễn biến khó lường, ảnh hưởng đến phát triển kinh tế - xã hội và gây thiệt hại nghiêm trọng đến người và tài sản. Trong khuôn khổ bài báo này, tác giả bước đầu tổng hợp các nguyên nhân gây ra tình trạng ngập lụt và trượt lở, từ đó đề xuất một số giải pháp thiên nhiên nhằm tránh tác động lớn đến cân bằng tự nhiên đồng thời giảm thiểu ngập úng và trượt lở cho các đô thị vùng Trung du và miền núi phía Bắc.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu; Ngập úng; Sạt lở; Lũ quét

Abstract

Many people think that urban areas in the midlands and mountainous areas have high terrain and steep slopes, so flooding does not occur, but in fact, the opposite is true. In recent years, urban areas in this area have often experienced flooding during heavy rains. In addition, this is also an area where natural disasters often occur, especially flash floods and landslides. These natural disasters have unpredictable developments, affecting socio-economic development and causing serious damage to people and property. Within the framework of this paper, the author initially synthesizes the causes of flooding and landslides, thereby proposing some natural solutions to avoid major impacts on the natural balance while minimizing flooding and landslides in the urban areas of Northern midlands and mountainous areas.

Key words: Climate change; Flooding; Landslides; Flash floods

(1) Giảng viên, bộ môn Kỹ thuật hạ tầng,
Khoa Kỹ thuật Hạ tầng và Môi trường Đô thị,
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
Điện thoại: 0983450383;
Email: vanhoangvtv.hau@gmail.com

Ngày nhận bài: 9/8/2024
Ngày sửa bài: 13/8/2024
Ngày duyệt đăng: 02/9/2024

1. Tổng quan về các đô thị vùng trung du và miền núi phía Bắc

Theo Quyết định 369/QĐ-TTg ngày 4/5/2024 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch vùng trung du và miền núi phía Bắc (TD&MNPB) thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050. Vùng TD&MNPB bao gồm 14 tỉnh: Cao Bằng, Điện Biên, Bắc Giang, Bắc Kạn, Hà Giang, Hòa Bình, Lạng Sơn, Lai Châu, Lào Cai, Phú Thọ, Sơn La, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Yên Bái [1]. Các đô thị ở vùng TD&MNPB được định hướng phát triển đô thị bền vững, gắn với bảo tồn cảnh quan thiên nhiên, bản sắc và giá trị truyền thống của các dân tộc; chú trọng phát triển các đô thị tại các khu vực khu kinh tế cửa khẩu, khu vực biên giới để thu hút người dân, phát triển kinh tế kết hợp bảo đảm quốc phòng, an ninh; phát triển đô thị với kết cấu hạ tầng đồng bộ, hiện đại, thông minh, thân thiện với môi trường, tiết kiệm năng lượng và thích ứng với biến đổi khí hậu. Đặc biệt, hạn chế phát triển gồm các khu vực có địa hình đặc biệt; vùng có nguy cơ xảy ra sạt lở, lũ ống, lũ quét. (Hình 1)

Trong những năm qua, các đô thị thuộc vùng TD&MNPB có tốc độ đô thị hóa khá cao như thành phố (Tp) Thái Nguyên; Tp Hòa Bình; Tp Lào Cai; Tp Việt Trì; Tp Yên Bái... Các đô thị này đã và đang là hạt nhân để hình thành 3 tiểu vùng, 5 hành lang kinh tế, 3 vành đai và 1 khu vực động lực, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội cho toàn vùng TD&MNPB. Tuy nhiên, do quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh chóng, kéo theo không ít hệ lụy đối với các khu vực này, đặc biệt là các tai biến thiên nhiên như ngập úng, lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất. Những thiên tai này gần đây đã xảy ra thường xuyên hơn, đe dọa đến an toàn tính mạng và tài sản của người dân.

2. Thực trạng ngập úng và trượt lở tại các đô thị vùng trung du và miền núi phía Bắc

a. Thực trạng ngập úng, lũ quét

Trong những năm gần đây, các đô thị ở vùng TD&MNPB thường xuyên xảy ra tình trạng ngập úng khi có các trận mưa lớn. Hệ thống thoát nước đã cũ và xuống cấp kết hợp hệ thống hồ và suối bị thu hẹp trong quá trình phát triển đô thị đã gây ra tình trạng ngập lụt đối với các đô thị trung du và miền núi. Theo một nghiên cứu của Bộ Xây dựng về tác động của BĐKH đến một số đô thị vùng trung du và miền núi, TP. Lào Cai, Tp Lai Châu, Tp Yên Bái, Tp Hà Giang là điển hình của đô thị vùng núi cao chịu nhiều tác động của thiên tai như lũ quét, sạt lở đất, ngập úng, lốc xoáy, ... Trong đó, ngập úng, lũ quét, sạt lở đất là 3 loại hình thiên tai nguy hiểm nhất, gây thiệt hại lớn về người, phá hoại hoạt động sản xuất, kinh doanh, cơ sở vật chất của người dân, làm gián đoạn sinh hoạt, cũng như các tác hại đi kèm về bệnh dịch, ô nhiễm môi trường, mất điện, nước. Điển hình tại Hà Giang, lượng mưa từ 19h ngày 20/7/2024 đến 19h ngày 21/7/2024 đạt 347 mm. Đây là lượng mưa trong 24 giờ lớn nhất theo số liệu quan trắc từ năm 1961 đến nay trên địa bàn. Mưa lớn kết hợp địa hình lòng chảo nên dẫn tới khả năng nước tập trung nhanh, hệ thống tiêu thoát của thành phố không đáp ứng kịp nên gây ra ngập úng nghiêm trọng, có nơi ngập đến gần 2m và nhiều nơi bị chia cắt hoàn toàn [2]. Thành phố Lào Cai, Tp Hòa Bình, nơi tưởng như không bao giờ bị ngập nhưng thời gian gần đây nhiều khu vực của thành phố này bị ngập cục bộ khi mưa lớn xảy ra.

Ngoài vấn đề ngập úng, tình trạng lũ quét xảy ra tại vùng TD&MNPB diễn biến khá phức tạp. Theo thống kê trong 20 năm qua (2001 - 2019) đã xảy ra 550 trận lũ quét trên hầu hết các tỉnh vùng



Hình 1. Sơ đồ các đô thị vùng trung du và miền núi phía Bắc [1]

núi phía Bắc. Những địa phương thường xuyên chịu thiệt hại do lũ quét là: Hà Giang, Lào Cai, Lai Châu, Sơn La, Tuyên Quang, Cao Bằng, Bắc Kạn... Trung bình hàng năm toàn vùng xảy ra khoảng 30 trận lũ quét, riêng năm 2008 xảy ra tới 69 trận, trong đó Lào Cai xảy ra 18 trận, Yên Bái xảy ra 17 trận. Lũ quét xảy ra tại các đô thị vùng TD&MNPB. [3] (Bảng 1)

Bảng 1. Thống kê số trận lũ quét từ năm 2001 đến năm 2019 [3].

STT	Tỉnh	Số trận lũ quét từ 2001-2019
1	Tỉnh Hà Giang	56
2	Tỉnh Cao Bằng	48
3	Tỉnh Bắc Kạn	16
4	Tỉnh Tuyên Quang	30
5	Tỉnh Lào Cai	95
6	Tỉnh Điện Biên	42
7	Tỉnh Lai Châu	40

STT	Tỉnh	Số trận lũ quét từ 2001-2019
8	Tỉnh Sơn La	95
9	Tỉnh Yên Bái	47
10	Tỉnh Hoà Bình	37
11	Tỉnh Thái Nguyên	13
12	Tỉnh Bắc Giang	7
13	Tỉnh Phú Thọ	24
Tổng		550

b. Thực trạng sạt lở đất

Sạt lở đất là khối đất ở sườn dốc bị tách khỏi vị trí ban đầu và dịch chuyển xuống phía dưới. Quá trình sạt lở là sự đan xen giữa hiện tượng dịch chuyển trượt và hiện tượng sụp đổ của khối đất ở sườn dốc. Trong những năm gần đây, tình trạng sạt lở đất tại các đô thị vùng TD&MNPB diễn ra thường xuyên và gây hậu quả đặc biệt nghiêm trọng về người và tài sản, phá hoại cấu trúc hệ thống hạ tầng kỹ thuật của các đô thị. Theo kết quả điều tra thống kê, từ năm



Hình 2. Ngập úng tại Tp Hòa Bình [2].



Hình 3. Ngập úng tại Tp Hà Giang [2]

2001-2019 trên địa bàn 13 tỉnh điều tra đã có 836 điểm xảy ra sạt lở đất. Số điểm sạt lở đất có xu hướng ngày càng tăng, năm 2017 ghi nhận 235 điểm xảy ra sạt lở đất trong đó nhiều nhất là tại tỉnh Hòa Bình với 45 điểm, tỉnh Cao Bằng với 40 điểm [3]. Sạt lở đất có thể xảy ra vài lần tại cùng 1 điểm. Kết quả thống kê sơ bộ năm 2018 đã có 3 điểm sạt lở đất lớn xảy ra tại Hòa Bình, Lào Cai, Sơn La gây ảnh hưởng lớn về người và tài sản. (Bảng 2)

Bảng 2. Thống kê số điểm sạt lở đất từ năm 2001-2019 [3]

STT	Tỉnh	Số điểm sạt lở đất từ 2001-2019
1	Tỉnh Hà Giang	112
2	Tỉnh Cao Bằng	136
3	Tỉnh Bắc Kạn	45
4	Tỉnh Tuyên Quang	15
5	Tỉnh Lào Cai	83
6	Tỉnh Điện Biên	57
7	Tỉnh Lai Châu	56
8	Tỉnh Sơn La	104
9	Tỉnh Yên Bái	93
10	Tỉnh Hoà Bình	68
11	Tỉnh Thái Nguyên	37
12	Tỉnh Bắc Giang	1
13	Tỉnh Phú Thọ	29
Tổng		836

Các nguyên nhân gây ra ngập úng và sạt lở tại các đô thị vùng trung du và miền núi phía Bắc.

Điều kiện tự nhiên và tác động của biến đổi khí hậu.

Nguyên nhân đầu tiên của tình trạng ngập lụt, lũ quét và sạt lở đất là do đặc điểm về điều kiện khí tượng, thủy văn, địa hình, cấu tạo địa chất, lũ thượng nguồn và đặc biệt tác động của Biến đổi khí hậu (BĐKH). Các đặc điểm về điều kiện tự nhiên này dẫn đến các hiện tượng thiên tai bất thường tại các đô thị vùng TD&MNPB.

Khí tượng thủy văn: 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 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 tại các đô thị vùng TD&MNPB hiện nay.

Thủy văn: Khu vực có mạng lưới thủy văn dày đặc, với địa hình núi cao lại bị phân cắt mạnh nên thượng nguồn các sông có độ dốc lớn, chảy xiết. Vì vậy trong khu vực thường xảy ra sạt lở bờ sông, suối đặc biệt vào mùa mưa, lũ. Việc phát triển thủy điện mang lại những rủi ro thiên tai như giữ cát tại lòng hồ làm mất cân bằng bùn cát sẽ gây sạt lở bờ sông, suối... xây dựng thủy điện sẽ chiếm diện tích cho lòng hồ nên mất lớp đệm của rừng và khi mưa sẽ tập trung nước nhanh về sông, suối sẽ tăng thêm rủi ro về lũ quét, sạt lở đất

Địa hình: Do địa hình dốc, với lượng mưa trung bình lớn. Vì vậy, nước từ sườn dốc chảy xuống khe, rãnh và dồn về sông, suối gây ra lũ với biên độ dao động rất lớn. Với những đặc điểm bất lợi về địa hình, cấu trúc địa chất, diễn biến ngày càng cực đoan của thời tiết và các tác động của con người vào môi trường tự nhiên làm tăng nguy cơ lũ quét, sạt lở đất và thiệt hại sẽ rất lớn khi xuất hiện loại hình thiên tai này.

Cấu tạo địa chất: Là vùng có cấu trúc địa tầng phức tạp, có 12 nhóm đất với 34 loại đất chính gồm đất feralit (đất đỏ vàng) trên đá sét và đá biến chất, đất vàng nhạt trên đá cát, đất đỏ vàng trên đá macma, đất vàng đỏ trên đá biến chất, đất phù sa ven suối, ... Trong đó, phần lớn diện tích là đất feralit trên đá phiến, đá vôi và các đá mẹ khác, đất phù sa cổ. Vỏ phong hóa đóng vai trò quan trọng đối với sạt lở đất. Đối với vỏ phong hóa triệt để, bề dày lớp vỏ phong hóa này càng lớn thì khả năng trượt càng lớn. Vỏ phong hóa dày kết hợp với địa hình dốc là nơi tiềm năng nguy cơ lũ quét và sạt lở đất.

Lũ thượng nguồn: 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 trên diện rộng. 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.

Biến đổi khí hậu: Dữ liệu lịch sử trong hơn 60 năm qua cho thấy, khí hậu của khu vực trung du và miền núi phía Bắc đã có sự thay đổi đáng kể do tác động của BĐKH. Bao gồm:

sự gia tăng nhiệt độ, lượng mưa và các hiện tượng thời tiết cực đoan. Đặc biệt việc gia tăng lượng mưa và gia tăng các cơn bão trong những năm qua đã gây ra tình trạng ngập úng, sạt lở đất và lũ quét tại các đô thị vùng TD&MNPB.

Công tác lập quy hoạch và quản lý phát triển đô thị:

Các đô thị vùng trung du thường có địa hình dạng đồi bát úp xen kẽ là các lũng đồi và một số cánh đồng bằng phẳng, có quỹ đất với độ dốc thấp tương đối thuận lợi cho xây dựng như Tp Thái Nguyên, Tp Tuyên Quang, Tp Việt Trì. Các đô thị vùng miền núi thường có địa hình dạng đồng bằng có đồi núi



Hình 4. Địa hình vùng trung du và miền núi phía Bắc [1]



Hình 5. Ngập úng đường Trần Hưng Đạo, Tp Lào Cai [2]



Hình 6. Lũ bùn đá tại phường Bắc Cường, Tp Lào Cai [2]



Hình 7. Xây dựng công trình lấn chiếm hành lang thoát nước tại Tp Hà Giang [2]



Hình 8. Công hóa hệ thống sông suối tại Tp Lào Cai [2]

sót hoặc đồng bằng hẹp dọc theo lưu vực các con sông và một số đô thị có dạng địa hình thung lũng hẹp, thung lũng lòng chảo xen kẽ đồi núi như Tp Hòa Bình, Tp Hà Giang, Tp Lào Cai, Tp Yên Bái hay Tp Lạng Sơn (Hình 4).

Chính sự đa dạng của địa hình đã tạo nên vẻ đặc trưng cho các đô thị vùng TD&MNPB. Tuy nhiên, quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh chóng, nhu cầu quỹ đất phát triển đô thị ngày càng tăng cao gây áp lực cho công tác lập quy hoạch. Đối với các đô thị vùng TD&MNPB, yếu tố địa hình tác động rất lớn tới công tác lập quy hoạch. Việc khai thác và sử dụng địa hình một cách hợp lý, hiệu quả là một trong những nguyên tắc hàng đầu trong quy hoạch và thiết kế đô thị nhằm tổ chức một không gian đô thị hòa hợp với đặc điểm tự nhiên, với các mục tiêu cụ thể là giữ gìn và bảo đảm sự cân bằng tự nhiên; khai thác tối đa các tiềm năng sẵn có và hạn chế nhược điểm của khu vực; bảo vệ cảnh quan; bảo vệ môi trường; phát triển hệ thống đô thị có quy mô và chất lượng cao. Tuy nhiên, việc đánh giá đất theo điều kiện tự nhiên trong các đồ án quy hoạch thực sự chưa được quan tâm đúng mức dẫn tới công tác lựa chọn đất xây dựng đô thị chưa thực sự phù hợp, đặc biệt là địa hình, yếu tố quan trọng quyết định đến hình thái của đô thị. Thực tiễn quy hoạch các đô thị vùng TD&MNPB đã cho thấy những tác động qua lại rất rõ nét của các yếu tố tự nhiên trong đó quan trọng nhất là địa hình đã có những ảnh hưởng nhất định đến các phương án thiết kế quy hoạch. Nhiều đô thị đã phá vỡ cấu trúc cân bằng của tự nhiên như san gạt đồi núi nhằm tạo quỹ đất xây dựng, thu hẹp các vết tự thủy, thay đổi hướng dòng chảy. Những tác động này đã trực tiếp gây ra ngập úng, sạt lở đất.

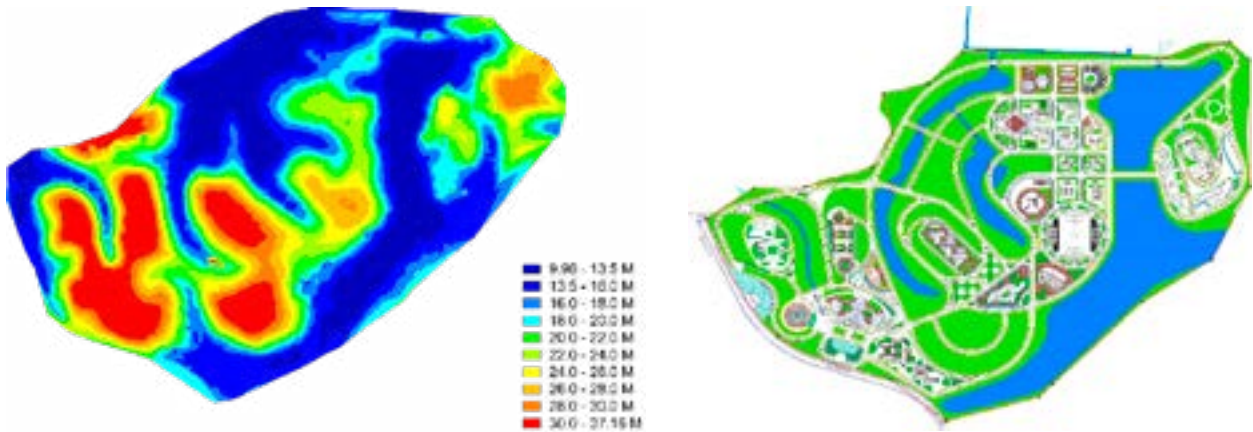
Ngoài ra, có nhiều đô thị phải gánh chịu hậu quả nặng nề về người và của do lũ quét và lũ ống. (Hình 5, Hình 6)

c. Năng lực hoạt động của hệ thống tiêu thoát nước đô thị

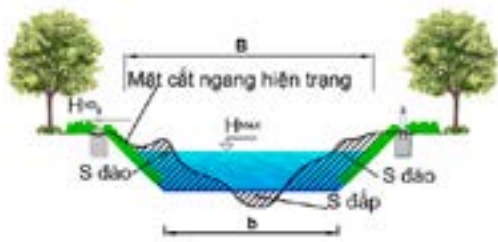
Hệ thống tiêu thoát nước các thành phố (hầu hết được xây dựng trên nền các đô thị cũ) chưa hoàn chỉnh và còn nhiều hạn chế. Các thành phố trong quá trình phát triển nhưng do trải qua nhiều giai đoạn khác nhau, tầm nhìn và vốn đầu tư khác nhau, nên đến nay hệ thống cơ sở hạ tầng nói chung và tiêu thoát nước nói riêng chưa đáp ứng yêu cầu tiêu thoát nước. 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) cũng đã gây nên ngập úng nhiều khu vực của thành phố. Bên cạnh đó, với đặc điểm địa hình dốc, khả năng tập trung dòng chảy nhanh nhưng hệ thống sông suối tại các đô thị vùng vùng TD&MNPB ngày càng bị thu hẹp, một số nơi sông suối đã bị công hóa làm giảm khả năng thoát nước của khu vực. (Hình 7; Hình 8).

4. Một số giải pháp thiên nhiên nhằm giảm thiểu ngập úng và sạt lở đất tại các đô thị vùng trung du và miền núi phía Bắc

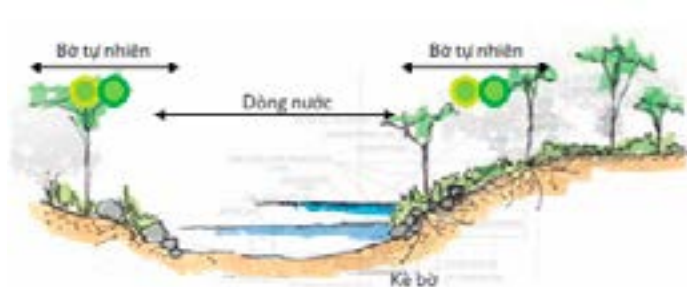
Quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng cùng với tác động của biến đổi khí hậu đang làm gia tăng số lượng người và tài sản có nguy cơ bị ngập. Ngày càng có nhiều bằng chứng cho thấy các giải pháp giảm thiểu ngập úng, sạt lở đối với các đô thị trước đây có thể chưa đủ hoặc không còn phù hợp để giải quyết những thách thức



Hình 9. Khai thác địa hình trong quy hoạch không gian kiến trúc cảnh quan



Hình 10. Tính toán thủy văn cải tạo mặt cắt ngang vệt tự thủy



Hình 11. Sử dụng vật liệu thiên nhiên gia cố bờ suối

trong tương lai. Đặc biệt là các đô thị vùng TD&MNPB. Để giảm thiểu ngập úng và sạt lở đất ở những đô thị này cần có những cách tiếp cận mới. Các giải pháp dựa vào thiên nhiên hay còn gọi là giải pháp “xanh”, dựa vào địa hình tự nhiên, tận dụng tối đa nền địa hình tự nhiên trong quy hoạch không gian kiến trúc cảnh quan và tổ chức thoát nước mặt, tránh phá vỡ sự cân bằng của điều kiện tự nhiên. Trong giới hạn bài báo, tác giả đề xuất một số giải pháp như sau:

a. Khai thác nền địa hình tự nhiên trong quy hoạch không gian kiến trúc cảnh quan

Quá trình lập quy hoạch xây dựng đô thị cần thực hiện đánh giá đất theo điều kiện tự nhiên, đặc biệt là địa hình nhằm tận dụng, khai thác tối đa nền địa hình tự nhiên, tránh tác động lớn làm mất cân bằng tự nhiên, gây ngập úng và sạt lở đất. Đối với các đô thị vùng TD&MNPB có địa hình phức tạp, thường có độ dốc lớn nên yếu tố địa hình tác động rất lớn vào phương án quy hoạch. Căn cứ kết quả phân tích và đánh giá địa hình, trong từng trường hợp khác nhau thì mức độ khai thác và sử dụng địa hình cũng khác nhau tùy thuộc yêu cầu xây dựng và đặc điểm địa hình. Yếu tố địa hình cần được cân nhắc, xem xét trong các nội dung nghiên cứu cụ thể của quy hoạch đô thị như: tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan; quy hoạch mạng lưới đường; bố cục công trình kiến trúc; quy hoạch hệ thống hạ tầng kỹ thuật. Phương án quy hoạch không gian được lập trên cơ sở khai thác và sử dụng những đặc trưng của địa hình khu đất sẽ mang lại sự phù hợp và hài hòa với địa hình tự nhiên nói riêng và môi trường sinh thái nói chung. Các khu vực thấp trũng được giữ lại, cải tạo thành các khu vực chứa nước, khu vực ngập tạm thời nhằm giảm thiểu ngập úng cho đô thị. (Hình 9).

Công tác nghiên cứu thiết kế quy hoạch là quan trọng nhất. Phải lấy tiêu chí chống ngập úng, sạt lở, lũ quét là tiêu chí hàng đầu. Bởi nếu đô thị thường xuyên gặp các tai biến thiên nhiên thì đô thị đó không thể phát triển bền vững được,

chi phí vận hành đô thị sẽ rất cao. Quy hoạch phát triển đô thị cần nghiên cứu kỹ lưỡng các tác động vào điều kiện tự nhiên, đồng thời nghiên cứu quy hoạch các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiên tai cho đô thị. Trong đó, cần chú ý đến các nội dung Quy hoạch cao độ nền, thoát nước và chọn đất xây dựng đô thị.

b. Cải tạo, gia cố bờ sông suối tăng cường khả năng thoát nước, giảm thiểu sạt lở đất

Đối với các đô thị vùng TD&MNPB với nhiều hệ thống sông suối, có độ dốc lớn nên khả năng tập trung dòng chảy nhanh. Việc sử dụng các giải pháp thiên nhiên trong việc cải tạo các vệt tự thủy sẽ tăng cường năng lực thoát nước cho đô thị, giảm thiểu ngập úng đồng thời khơi thông dòng chảy, giảm thiểu tối đa các rủi ro về lũ quét và sạt lở đất. Việc cải tạo này sẽ Loại bỏ các chướng ngại tự nhiên, hay nhân tạo cản đường của dòng chảy lũ, phát quang cây cối trong lòng dẫn, làm sạch các loại vật liệu rắn chất đóng trong lòng dẫn chặn ngang dòng chảy.

Đối với các đô thị vùng TD&MNPB còn thiếu về số liệu thống kê khí tượng thủy văn. Vì vậy có thể tính toán thủy văn theo công thức cường độ giới hạn, dựa vào căn nguyên sinh ra dòng chảy với cường độ mưa giới hạn sinh ra dòng chảy lũ thiết kế, dạng công thức tính lưu lượng được xác định theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 13615:2022:

$$Q_{P\%} = A_{P\%} \cdot \varphi \cdot H_{P\%} \cdot F \cdot \delta \tag{1}$$

Trong đó:

P%: Tần suất thiết kế lấy theo tiêu chuẩn thiết kế công trình;

H_{P%} (mm): Lượng mưa ngày lớn nhất tương ứng với tần suất thiết kế P% của trạm đại diện cho lưu vực tính toán. Trong tính toán cần cập nhật chuỗi số liệu mưa của trạm đại diện đến thời điểm tính;

$Q_{P\%}$ (m³/s): Lưu lượng đỉnh lũ ứng với tần suất thiết kế;

F (km²): Diện tích lưu vực;

φ : Hệ số dòng chảy lũ, tùy thuộc vào lượng mưa ngày thiết kế ($H_{P\%}$), diện tích lưu vực (F) và loại đất cấu tạo lưu vực;

AP%: Mô đun tương đối đỉnh lũ tương ứng với tần suất thiết kế trong điều kiện $\delta=1$; Trị số AP% lấy trong Phụ lục 8 tùy thuộc vào vùng mưa, đặc trưng địa mạo thủy văn của lòng sông φ_{1s} xác định theo công thức (1) và thời gian tập trung dòng chảy trên sườn dốc τ_{sd} ;

δ : Hệ số xét tới mức độ làm giảm nhỏ lưu lượng đỉnh lũ do ao, hồ, đầm lầy lưu vực, xác định theo công thức hoặc bảng tra.

Sau khi xác định được lưu lượng đỉnh lũ $Q_{P\%}$ ứng với tần suất thiết kế, tiến hành tra thủy lực để xác định được kích thước mặt cắt ngang cần cải tạo của hệ thống sông suối trong đô thị và đề xuất các giải pháp gia cố bờ sông, suối nhằm giảm thiểu nguy cơ sạt lở. (Hình 10; Hình 11)

c. *Ứng dụng các giải pháp thiên nhiên trong phòng tránh sạt lở đất.*

Giải pháp phòng tránh sạt lở đất thường sử dụng 2 giải pháp: Giải pháp phi công trình và giải pháp công trình. Đối với các đô thị vùng TD&MNPB cần thận trọng khi lựa chọn các giải pháp để phòng tránh sạt lở. Ưu tiên sử dụng các giải pháp thiên nhiên, hạn chế tác động tối đa đến môi trường tự nhiên để giữ trạng thái cân bằng. Các nhóm giải pháp bao gồm:

Giải pháp công trình bao gồm: Giải pháp đầu tư xây dựng các công trình với mục tiêu hạn chế tối đa các hoạt động làm mất cân bằng tự nhiên, nhằm giảm thiểu tối đa các nguyên nhân tiềm ẩn gây tai biến địa chất trên một phạm vi nhất định. Có thể chia ra các nhóm sau:

Tiêu thoát nước, làm giảm ứng suất cắt và tăng sức chống cắt của đất. Sử dụng hệ thống rãnh và các vật tự nhiên tự nhiên để tiêu thoát nước trên các mái dốc, hạn chế tối đa đào phá, can thiệp vào nền địa hình tự nhiên.

Bạt thoải mái dốc địa hình, hạ thấp độ cao mái dốc bằng cách giạt cấp, tạo các đường cơ, đặc biệt là trong xây dựng công trình, hệ thống đường giao thông trên các đới vỏ phong hóa. Bảo vệ bề mặt mái dốc với các vật liệu tự nhiên, có tính ổn định cao, tăng cường bảo dưỡng các taluy sườn dốc. (Hình 12)

Làm giảm lưu lượng và cản trở sự truyền lũ. Trong đó có thể xây dựng các hồ chứa nước trên lưu vực, nhằm mục tiêu



Hình 13. Gia cố bờ suối bằng rọ đá kết hợp trồng cỏ



Hình 12. Gia cố mái taluy bằng đá xếp khan kết hợp trồng cỏ

điều tiết nước, hạn chế tập trung nước gây lũ quét, giữ lại một phần dòng chảy bùn rác, cắt đỉnh lũ cho hạ lưu trên lưu vực vào mùa mưa.

Đối với xói lở sông: Khắc phục xói lở bờ sông là rất khó khăn do thung lũng sông hẹp, cấu tạo đất đá đường bờ ít ổn định, dòng chảy hướng thẳng vào bờ, nên vào mùa lũ xói lở tất yếu sẽ xảy ra và sẽ kéo theo hiện tượng trượt lở phá đường bờ, gây mất nền đường. Giải pháp khả thi hiện nay là xây kè bê tông hoặc xếp rọ đá, lồng đá dọc đoạn bờ sông bị xói lở. (Hình 13)

Giải pháp phi công trình: chủ yếu bao gồm các vấn đề về cơ chế - chính sách, khoa học - công nghệ, giáo dục cộng đồng như sau:

Lập bản đồ hiện trạng tại biến địa chất, làm cơ sở cho việc thành lập bản đồ khoanh vùng dự báo nguy cơ tiềm ẩn tai biến địa chất theo các cấp độ khác nhau trên một vùng lãnh thổ nhất định, khuyến cáo không phát triển đô thị tại các khu vực có nguy cơ tai biến địa chất cao.

Lập bản đồ quy hoạch sử dụng đất trong đó cần phân vùng chức năng sử dụng đất dựa theo kết quả đánh giá đất đai, đánh giá mức độ rủi ro của tai biến thiên nhiên. Mục tiêu của lập bản đồ sử dụng đất nhằm xác định các khu chức năng của đô thị phát triển an toàn, lâu bền và giảm thiểu thiệt hại đồng thời xác định các khu vực cần bảo vệ rừng đầu nguồn, trồng rừng ở những vị trí có nguy cơ xảy ra tai biến địa chất và khoanh vùng canh tác hợp lý tại những vùng có môi trường địa chất ổn định. Có chính sách ưu đãi đối với công tác tu bổ - bảo vệ rừng.

Khoanh định ở thực địa những khu vực có nguy cơ trượt lở đất, lũ ống - lũ quét, xói lở bờ sông nguy hiểm để lập quy hoạch, kế hoạch phân bố dân cư; di dời các nhà dân nằm trong khu vực nguy cơ cao xảy ra trượt lở đất đá, đặc biệt là tại các bẫy lũ quét, sườn dốc, đới phá hủy đứt gãy, ven bờ sông suối có nguy cơ xói lở bờ sông.

Thiết lập mạng lưới quan trắc, quản lý - nghiên cứu các dạng trượt lở đất đá có nguy cơ cao ở địa phương, đồng thời xây dựng hệ thống thông tin cảnh báo kịp thời cho cộng đồng dân cư.

5. Kết luận

Các đô thị thuộc vùng TD&MNPB được xác định mục tiêu phát triển bền vững, toàn diện, phát triển xanh trong

quyết định số 369/QĐ-TTg ngày 4/5/2024 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch vùng trung du và miền núi phía Bắc. Tuy nhiên, với điều kiện khí tượng thủy văn, điều kiện địa hình khá bất lợi nên thường xảy ra các tai biến thiên nhiên, ảnh hưởng đến sự an toàn của đô thị. Vì vậy, việc tính toán các giải pháp phòng chống ngập úng, sạt lở đất,

lũ quét cần được cân nhắc kỹ lưỡng, thực hiện đồng bộ từ giai đoạn quy hoạch đến giai đoạn xây dựng và vận hành. Trong đó cần chú trọng yếu tố cân bằng của tự nhiên, tránh tác động tiêu cực vào thiên nhiên để hướng tới phát triển đô thị bền vững./.

Tài liệu tham khảo

1. Thủ tướng Chính phủ, (2024), Quyết định 369/QĐ-TTg ngày 4/5/2024 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch vùng trung du và miền núi phía Bắc (TD&MNPB) thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050;
2. Các tư liệu khai thác từ nguồn Internet.
3. Văn phòng Thường trực Ban chỉ đạo Trung Ương về PCTT (2020), Những bài học kinh nghiệm ứng phó với các trận lũ quét, sạt lở đất điển hình;
4. 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.
5. Lưu Đức Cường (2021), Hướng dẫn Quy hoạch đô thị điểm dân cư nông thôn trong khu vực chịu ảnh hưởng của lũ ống, lũ quét và sạt lở đất, Nhà xuất bản Xây dựng;
6. 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 thành phố Hồ Chí Minh, Báo cáo nghiệm thu đề tài nghiên cứu, Viện Sinh học nhiệt đới, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam;
7. Vũ Hoàng Điệp (2024), Chuẩn bị Kỹ thuật cho Khu đất Xây dựng Đô thị phần I, Nhà xuất bản Xây dựng;
8. Quốc Hội. Luật xây dựng số 50/2014/QH 13;
9. Bộ Tài Nguyên và Môi trường, Kịch bản biến đổi khí hậu năm 2020;
10. GS.TS. Lê Kim Truyền. Tư liệu trình bày chi tiết về điều kiện tự nhiên, đặc điểm khí tượng thủy văn đồng bằng, đặc điểm khí hậu, hiện trạng kinh tế xã hội trong lưu vực sông;
11. World Bank Group (2021). Báo cáo tổng quan “Đánh giá lợi ích của các giải pháp dựa vào thiên nhiên để quản lý ngập lụt đô thị tổng hợp ở vùng sông Mê Kông” tháng 1 năm 2021.
12. Các văn bản pháp lý liên quan;

Phương pháp đơn giản hóa tính toán nhiệt độ tới hạn...

(tiếp theo trang 43)

$$H_p = 2 \times 80 + 2 \times 120 = 400 \text{ mm} = 0,40 \text{ m.}$$

a) bằng cách sử dụng biểu đồ

Nhận được giá trị yêu cầu tương ứng với nhiệt độ tới hạn $T_{cr} = 621,4 \text{ }^\circ\text{C}$ và chiều dày thép quy đổi $\delta_{red} = 4,6 \text{ mm}$. Kết quả tính toán thời gian gia nhiệt kết cấu đến nhiệt độ tới hạn theo biểu đồ là $t_{cr} = 13,2 \text{ phút}$.

b) Xác định giới hạn chịu lửa bản thân bằng tính toán

Từ Bước 2 có $T_{cr} = 621,4 \text{ }^\circ\text{C}$, $\delta_{red} = 4,6 \text{ mm}$. Như vậy, giới hạn chịu lửa bản thân của cột nhỏ hơn 15 phút (12,40 phút).

Đánh giá kết quả xác định thời gian gia nhiệt của kết cấu không được bảo vệ bằng phương pháp đồ thị (theo biểu đồ) và phương pháp tính toán (theo tính toán) cho thấy chênh lệch tương đối không quá 6,4% (không quá 48 giây).

5. Kết luận và kiến nghị

Qua các nội dung nghiên cứu trong bài báo này, kết quả đạt được như sau:

- Đã làm rõ được một số vấn đề khi tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân theo tài liệu của Liên bang Nga, có thể áp dụng để tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với một số cấu kiện cơ bản khi sử dụng các Tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, cụ thể là TCVN 2737:2023, TCVN 5575:2024 và các tiêu chuẩn về vật liệu thép.

- Thực hành tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với cấu kiện chịu nén đúng tâm, cấu kiện chịu uốn và cấu kiện chịu nén kết hợp uốn (uốn – nén). Qua ví dụ số thấy rằng, đã làm rõ việc tính toán nhiệt độ tới hạn và giới hạn chịu lửa bản thân đối với một số cấu kiện cơ bản của kết cấu thép, có thể áp dụng trong thực tế thiết kế kết cấu thép trong điều kiện cháy ở Việt Nam./.

Tài liệu tham khảo

1. Quy chuẩn quốc gia QCVN 06:2022/BXD, An toàn cháy cho nhà và công trình.
2. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9986-1:2013 (ISO 630-1:2011), Thép kết cấu - Phần 1: Điều kiện kỹ thuật chung khi cung cấp sản phẩm thép cán nóng.
3. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9986-2:2013 (ISO 5264-2:2011), Thép kết cấu - Phần 2: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép kết cấu thông dụng.
4. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9986-3:2014 (ISO 630-3:2012), Thép kết cấu - Phần 3: Điều kiện kỹ thuật khi cung cấp thép kết cấu hạt mịn.
5. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:2023, Tải trọng và tác động.
6. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575:2024, Thiết kế kết cấu thép.
7. СТО APCC 11251254.001-018-03, Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций с применением различных типов облицовок.
8. Методическое пособие по расчету собственного (фактического) предела огнестойкости незащищенных стальных конструкций по методике СТО APCC 11251254.001-018-03, 2023.
9. Методических рекомендациях ВНИИПО. “Средства огнезащиты для стальных конструкций. Расчетно-экспериментальный метод определения предела огнестойкости несущих металлических конструкций с тонкослойными огнезащитными покрытиями, 2013”.
10. Nguyễn Hồng Sơn, Võ Thanh Lương, Lê Minh Long, Một phương pháp tính toán nhiệt độ tới hạn của cấu kiện kết cấu thép. Tạp chí Xây dựng, 05/2024, ISSN 2734-9888.

Một số đánh giá về thực trạng đỗ xe trên đường và thách thức trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh ở thành phố Hà Nội

Reviews about the situation of on-street parking and challenges in the context of green energy transition in Hanoi

Lê Văn Chè^(1*), Nguyễn Thị Thanh Huyền⁽²⁾

Tóm tắt

Đỗ xe trên đường ở Hà Nội đã trở thành một trong những thách thức lớn đối với giao thông đô thị, đặc biệt trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng và số lượng phương tiện cá nhân tăng cao. Tuy nhiên, Thủ đô Hà Nội chưa có các giải pháp, chính sách cụ thể dành cho đỗ xe trên đường. Diện tích bãi đỗ xe công cộng còn hạn chế, không đáp ứng đủ nhu cầu của người dân. Điều này dẫn đến việc nhiều phương tiện phải đỗ tạm, chiếm dụng lòng đường và hè phố. Nhiều phương tiện đỗ xe sai quy định, gây cản trở giao thông và làm mất mỹ quan đô thị. Bài báo trình bày nghiên cứu khảo sát, đánh giá một số vấn đề thực trạng đỗ xe trên đường ở Hà Nội và thách thức trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh. Từ đó, tác giả gợi mở những vấn đề cần giải quyết để góp phần cải thiện tình hình giao thông, giảm thiểu ùn tắc và bảo vệ môi trường, hướng tới sự phát triển bền vững.

Từ khóa: Đỗ xe trên đường; nhu cầu đỗ xe; trạm sạc xe điện; ùn tắc giao thông; chuyển đổi năng lượng xanh

Abstract

On-street parking in Hanoi has become one of the major challenges for urban traffic, especially in the context of rapid urbanization and the increasing number of private vehicles. However, Hanoi has not had specific solutions and policies for on-street parking. The area of public parking lots is still limited, and does not meet the needs of the population. This situation leads to many vehicles having to park temporarily, occupying the roadway and sidewalks. Many vehicles park illegally, causing traffic obstruction and spoiling the urban landscape. The paper presents a survey study and assessment of some issues related to on-street parking in Hanoi and challenges in the context of green energy transition. From this, the author suggests issues that need to be solved to contribute to improving the traffic situation, reducing congestion and protecting the environment, aiming for sustainable development.

Key words: On-Street parking; parking demand; electric vehicle charging station; traffic jam; green energy conversion

(1*)ThS. NCS, Giảng viên, Bộ môn Giao thông, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường đô thị, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, Email: chehv@hau.edu.vn, ĐT: 0961593638

(2)ThS, Giảng viên, Bộ môn Giao thông, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường đô thị, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, Email: huyenmtt@hau.edu.vn, ĐT: 0989138803

Ngày nhận bài: 9/8/2024
Ngày sửa bài: 21/9/2024
Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Mở đầu

Thủ đô Hà Nội, với vai trò là trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa của cả nước, đang tích cực triển khai các chính sách và giải pháp nhằm chuyển đổi sang nền kinh tế xanh, bền vững. Trong những năm gần đây, Hà Nội đã có nhiều phát triển đáng kể về hạ tầng giao thông tĩnh. Tuy nhiên, theo số liệu năm 2023 [1], Tổng hợp các số liệu thống kê ở trên, quỹ đất dành cho giao thông tĩnh đối với toàn bộ TP Hà Nội hiện nay là: 743.874 m², đạt: 2,06% tổng diện tích đất dành cho giao thông; 0,16% đất xây dựng đô thị. Quỹ đất dành cho giao thông tĩnh tính tỉ lệ đối với khu vực nội đô Hà Nội (các quận) đạt: 4,83% tổng diện tích đất dành cho giao thông; 0,41% đất xây dựng đô thị. Trong đó, quỹ đất dành cho điểm đỗ xe, bãi đỗ xe công cộng (đã được cấp phép) trên địa bàn thành phố hiện nay là 42,92ha/1.178 điểm đỗ, mới chỉ đáp ứng được 8-10% số nhu cầu điểm đỗ trên tổng số phương tiện hiện có của Thành phố. Nhiều khu vực còn thiếu bãi đỗ xe công cộng, khiến người dân phải đỗ xe trên đường. Tình trạng xe ô tô thường xuyên đỗ tràn lan, lấn chiếm lòng đường, hè phố, gây cản trở giao thông và ảnh hưởng đến mỹ quan đô thị.

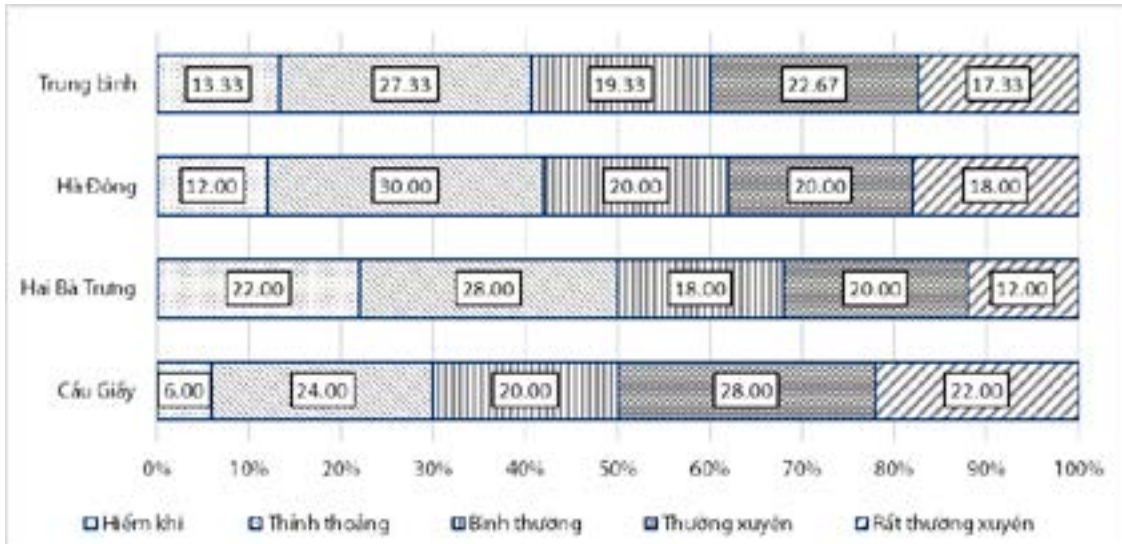
Do vai trò quan trọng của việc đỗ xe trên đường trong vấn đề phát triển đô thị, đã có rất nhiều nghiên cứu trước đây trên thế giới về đỗ xe trên đường. Các nghiên cứu tập trung vào nhiều khía cạnh như lợi ích hay những hạn chế, bất lợi của việc đỗ xe trên đường, nhu cầu đỗ xe hay những vấn đề khác liên quan đến ùn tắc và tai nạn giao thông... Biswas và các đồng nghiệp [2] nghiên cứu về ảnh hưởng của đỗ xe trên đường trong khu vực đô thị thông qua cách tổng hợp nhiều các nghiên cứu trên thế giới. Nghiên cứu cho rằng bãi đỗ xe là một yếu tố quan trọng để phát triển kinh tế đô thị, đặc biệt là cho những khu phố thương mại hay các cửa hàng, hộ kinh doanh bên đường. Nghiên cứu cho thấy rằng ở việc cấm đỗ xe trên đường có thể làm giảm doanh thu đến 25% cho các cửa hàng xung quanh.

Việc quản lý đỗ xe trên đường tốt hơn là chìa khóa cho sự thành công của việc đỗ xe rộng rãi hơn. Nhiều nỗ lực quản lý và chính sách đỗ xe rộng hơn gặp trở ngại vì quản lý đỗ xe trên đường yếu kém hoặc do thiếu niềm tin vào việc quản lý đỗ xe trên đường. Những phản ứng thiếu khôn ngoan đối với các vấn đề đỗ xe trên đường có thể khiến toàn bộ hệ thống đỗ xe rơi vào tình trạng lãng phí và không bền vững [3].

Đỗ xe trên đường là một trong nhiều yếu tố quan trọng gây ùn tắc và tai nạn giao thông trong khu vực đô thị. Một số các nghiên cứu của Marc Alvin và các đồng nghiệp [4], Wijayaratra [5] ở các nước như Ethiopia, Australia cho thấy việc đỗ xe trên đường có thể làm giảm khả năng thông hành của đường đến từ 17% đến 25%. Nhiều nghiên cứu cho thấy việc đỗ xe làm giảm tốc độ dòng giao thông chạy qua đoạn đường có đỗ xe [6]. Trong một nghiên cứu ở Đài Loan, Chen [7] và các đồng nghiệp cho thấy việc ô tô dừng đỗ trên đường có thể gây ra những tai nạn nghiêm trọng cho người đi xe máy do việc mở cửa xe ô tô.

Ngoài ra còn có các nghiên cứu về cung, cầu, đặc điểm bãi đỗ như của Madsen [8], thời gian tìm kiếm điểm đỗ [9], mức độ phục vụ [10], hay là các giải pháp thiết lập một bãi đỗ xe trên đường [11], quy hoạch tối ưu các trạm sạc xe điện trong khu vực đô thị [12].

Nhìn chung, các lĩnh vực, chủ đề nghiên cứu về đỗ xe trên đường


Hình 1. Biểu đồ tần suất đỗ xe trên đường phố

trên thế giới là rất rộng, mang tính đặc thù từng quốc gia, từng thành phố và rất nhiều yếu tố tác động. Hơn nữa việc tối ưu hóa, cân bằng giữa các yếu tố lợi ích và bất lợi do vậy vẫn còn tồn tại nhiều tranh cãi, tồn tại về việc cho phép đỗ xe trên đường hay là không cho phép, và các giải pháp thiết kế, tổ chức giao thông tại vị trí bãi đỗ xe như thế nào.

Ở Việt Nam, đã có một số các nghiên cứu liên quan đến

các vấn đề về bãi đỗ xe, nhu cầu, hành vi liên quan đến việc đỗ xe [13, 14]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chưa tập trung cụ thể vào vấn đề đỗ xe trên đường và thách thức trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh. Các quy định mang tính pháp lý, cũng như các giải pháp thiết kế, tổ chức điểm đỗ xe trên đường chưa được đề cập một cách cụ thể, rõ ràng trên toàn quốc nói chung và ở các đô thị đặc biệt

Bảng 1. Tổng hợp kết quả điều tra phỏng vấn trực tiếp người sử dụng các phương tiện ô tô

TT	Câu hỏi phỏng vấn	Lựa chọn	Cầu Giấy		Hai Bà Trưng		Hà Đông	
			Số phiếu	Tỷ lệ %	Số phiếu	Tỷ lệ %	Số phiếu	Tỷ lệ %
1	Mức độ thường xuyên của việc đỗ xe trên đường?	Hiếm khi	3	6.00	11	22.00	6	12.00
		Thỉnh thoảng	12	24.00	14	28.00	15	30.00
		Bình thường	10	20.00	9	18.00	10	20.00
		Thường xuyên	14	28.00	10	20.00	10	20.00
		Rất thường xuyên	11	22.00	6	12.00	9	18.00
2	Thời gian đỗ xe trên đường trong khoảng bao lâu cho mỗi lần đỗ?	< 15 phút	5	10.00	11	22.00	16	32.00
		15-30 phút	8	16.00	7	14.00	7	14.00
		31-60 phút	13	26.00	13	26.00	9	18.00
		> 60 phút	24	48.00	19	38.00	18	36.00
3	Ông/bà/anh/chị thường gặp khó khăn gì khi đỗ xe trên đường phố? (Chọn nhiều phương án)	Khó tìm chỗ đỗ xe	23	46.00	36	72.00	37	74.00
		Phí đỗ xe cao	28	56.00	13	26.00	15	30.00
		Thời gian đỗ xe bị giới hạn	9	18.00	4	8.00	7	14.00
		Bị phạt vì đỗ xe sai quy định	18	36.00	13	26.00	12	24.00
		Khó khăn khác	1	2.00	1	2.00	3	6.00
4	Giải pháp nào giúp cải thiện tình trạng đỗ xe trên đường phố? (có thể chọn tất cả các giải pháp áp dụng)	Tăng số lượng bãi đỗ xe	12	24.00	40	80.00	37	74.00
		Giảm phí đỗ xe	30	60.00	19	38.00	16	32.00
		Mở rộng thời gian đỗ xe	12	24.00	10	20.00	12	24.00
		Áp dụng công nghệ thông minh để quản lý đỗ xe	12	24.00	18	36.00	32	64.00
		Giải pháp khác	3	6.00	0	0.00	2	4.00
5	Với xu hướng chuyển đổi năng lượng xanh, điểm đỗ xe trên đường có cần thiết tích hợp thêm chức năng sạc điện không?	Rất không cần thiết	2	4.00	1	2.00	1	2.00
		Không cần thiết	10	20.00	4	8.00	7	14.00
		Bình thường	13	26.00	7	14.00	7	14.00
		Cần thiết	18	36.00	22	44.00	17	34.00
		Rất cần thiết	7	14.00	16	32.00	18	36.00

như ở Hà Nội. Xuất phát từ những vấn đề trên, bài báo trình bày nghiên cứu khảo sát, đánh giá một số thực trạng đỗ xe trên đường ở Hà Nội và thách thức trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh. Từ đó, bài báo gợi mở những vấn đề cần giải quyết góp phần cải thiện tình hình giao thông, giảm thiểu ùn tắc và bảo vệ môi trường, hướng tới sự phát triển bền vững trong tương lai.

2. Nghiên cứu một số vấn đề thực trạng đỗ xe trên đường ở thành phố Hà Nội

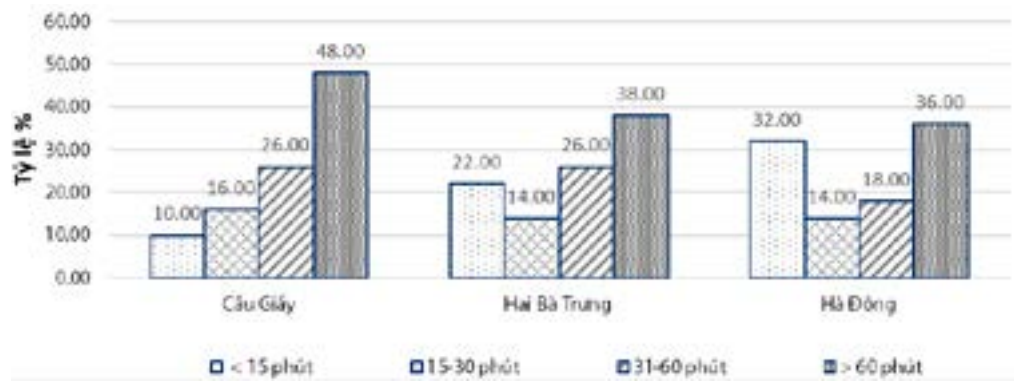
2.1. Phương pháp nghiên cứu và công tác thu thập dữ liệu

Phương pháp nghiên cứu được sử dụng đó là phương pháp điều tra phỏng vấn trực tiếp người sử dụng các phương tiện ô tô thông qua các phiếu hỏi. Nội dung phỏng vấn tập trung chủ yếu vào các vấn đề: Thói quen sử dụng phương tiện; nhu cầu đỗ xe; đánh giá về thực trạng đỗ xe trên đường ở Hà Nội.

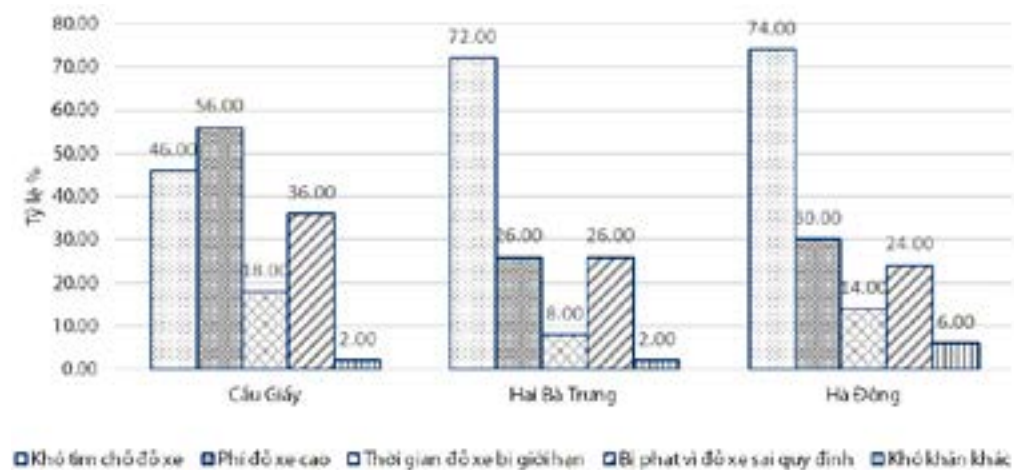
Nghiên cứu bước đầu lựa chọn 3 quận (Hà Đông, Cầu Giấy, Hai Bà Trưng) để khảo sát, phân tích. Đây là 3 quận đặc trưng cho Thành phố Hà Nội gồm khu vực nội thành, ngoại thành và trung gian. Trong nghiên cứu này, phương pháp phỏng vấn trực tiếp thông qua các phiếu hỏi được sử dụng. Tổng số tổng số phiếu thu về là 150 phiếu. Kết quả sau đó được xử lý, tổng hợp và phân tích thông qua các phần mềm thống kê.

2.2. Kết quả khảo sát

Hình 1 cho thấy tần suất đỗ xe trên đường của người dân giữa các quận có sự khác biệt không lớn. Mức độ đỗ xe trên đường thường xuyên đến rất thường xuyên chiếm tỷ lệ lớn. Theo số liệu này cho thấy nhu cầu đỗ xe trên đường là khá lớn. Sự sẵn có của điểm đỗ xe trên đường là một thành phần chính của khả năng tiếp cận tại chỗ. Điều này mở ra cơ hội cho những người kinh doanh buôn bán tương tác với người đi lại và cũng tạo cơ hội cho cửa hàng bán lẻ trên phố dễ tiếp cận hơn, phù hợp với văn hóa 'kinh doanh đường phố' tại hầu hết các đô thị Việt Nam. Việc có bãi đỗ xe cho mọi cơ sở kinh doanh nhỏ dọc đường là không khả thi. Vì vậy, đỗ xe trên đường là "nguồn sống" của cửa hàng kinh doanh dọc đường. Ngược lại, việc hạn chế đỗ xe có thể gây tổn hại cho các cửa hàng kinh doanh trên phố vì nó làm giảm số lượng khách hàng và lợi nhuận của họ. Việc cung cấp chỗ đậu xe gần khu thương mại cũng là một khía cạnh quan trọng trong vấn đề này. Nguồn cung ít hơn so với nhu cầu đỗ xe khiến người mua hàng khó tìm được chỗ đậu xe trống; tiện ích tiêu dùng do đó giảm xuống và các điểm đến thay thế có thể được ưu tiên. Việc đỗ xe trên đường cũng thuận tiện hơn đối với những người mua sắm trên đường thay vì đỗ xe tại các



Hình 2. Biểu đồ khoảng thời gian người lái xe thường đỗ trên đường



Hình 3. Biểu đồ thể hiện mức độ khó khăn của người lái xe khi đỗ trên đường

điểm đỗ tập trung, cách xa điểm đến của họ. Nền kinh tế của một khu thương mại phụ thuộc vào số lượng người tiêu dùng và số lượng chuyển đi.

Hình 2 chỉ ra rằng có sự khác nhau nhiều về khoảng thời gian đỗ xe trên đường. Số lượng người dân đỗ xe trên đường trong khoảng thời gian lớn hơn 60 phút chiếm tỷ lệ cao. Cụ thể, tại quận Cầu Giấy có nhiều doanh nghiệp, cơ quan, công sở, trường học lớn nên có khoảng thời gian đỗ xe lâu hơn. Nhiều xe gần như đỗ cả ngày do đến làm việc gần đó. Điều này không tối ưu khi sử dụng chỗ đỗ xe và gây bất công bằng với những người tham gia giao thông khác. Đặc biệt là những người sử dụng đỗ xe cho mục đích cấp thiết, ngắn hạn.

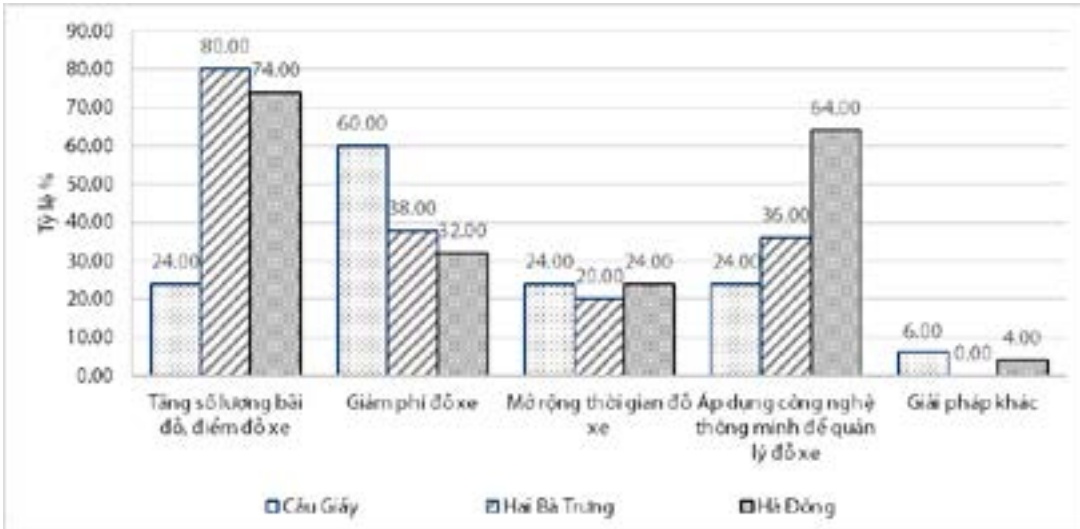
Hình 3 cho thấy người lái xe thường khó tìm chỗ đỗ xe trên đường. Đặc biệt, vấn đề khó tìm chỗ đỗ xe chiếm tỷ lệ cao tại quận nội thành Hai Bà Trưng (72%) và quận Hà Đông (74%). Chi phí đỗ xe cao cũng là khó khăn lớn tại quận Cầu Giấy (56%). Một số nguyên nhân dẫn đến kết quả trên như sau:

- Quy hoạch đô thị chưa hợp lý:

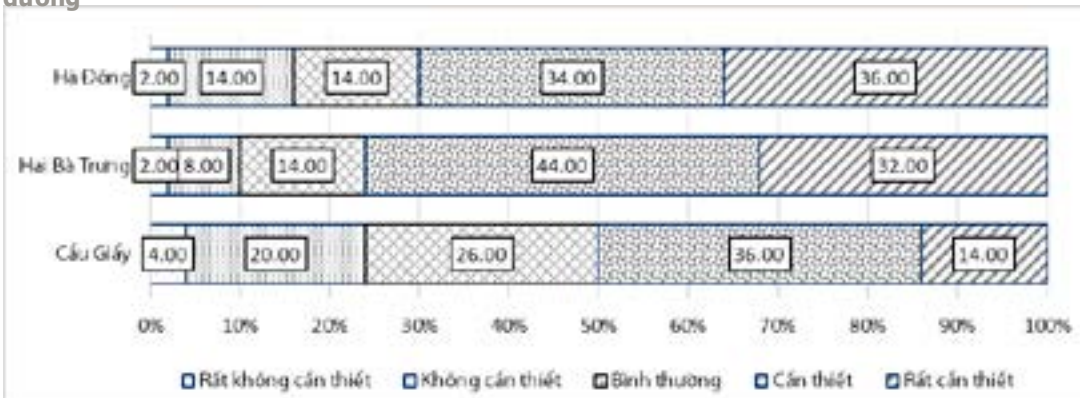
- + Quy hoạch điểm đỗ xe không đồng đều. Các điểm đỗ xe tập trung chủ yếu ở khu vực trung tâm thành phố, trong khi các quận, huyện ngoại thành còn thiếu hụt nghiêm trọng.

- + Vị trí điểm đỗ xe không thuận tiện: Nhiều điểm đỗ xe nằm ở vị trí xa khu dân cư, khu vực làm việc, gây khó khăn cho người dân trong việc di chuyển và sử dụng.

- Sức ép giao thông ngày càng tăng: Nhu cầu sử dụng phương tiện cá nhân ngày càng cao do đời sống người dân được cải thiện, dẫn đến gia tăng áp lực lên hệ thống giao



Hình 4. Biểu đồ người tham gia giao thông chọn giải pháp cải thiện tình trạng đỗ xe trên đường



Hình 5. Biểu đồ mức độ cần thiết tích hợp thêm chức năng sạc điện tại điểm đỗ xe trên đường

thông và nhu cầu đỗ xe. Sử dụng phương tiện không hiệu quả do sử dụng ô tô cá nhân cho những quãng đường ngắn, đi một người, v.v., khiến cho nhu cầu đỗ xe tăng cao hơn so với thực tế.

- Hệ thống quản lý và khai thác điểm đỗ xe chưa hiệu quả:

+ Công tác quản lý điểm đỗ xe do nhiều đơn vị khác nhau thực hiện, dẫn đến thiếu sự đồng bộ và chưa hiệu quả trong việc khai thác và sử dụng.

+ Giá đỗ xe tại nhiều nơi, đặc biệt là khu vực trung tâm thành phố, được cho là quá cao so với thu nhập của người dân, khiến nhiều người e dè sử dụng dịch vụ đỗ xe.

+ Vấn đề vi phạm quy định về đỗ xe chưa được xử lý nghiêm minh, dẫn đến tình trạng lộn xộn, mất trật tự tại nhiều điểm đỗ xe.

Hình 4 cho thấy hầu hết những người được phỏng vấn cho rằng cần ưu tiên tăng số lượng bãi đỗ, điểm đỗ xe và áp dụng công nghệ thông minh để quản lý. Đặc biệt, tại quận Hai Bà Trưng, tỷ lệ số người được hỏi muốn tăng số lượng điểm đỗ xe lên đến 81,08%. Mặc dù tại quận Hai Bà Trưng đã có số lượng điểm đỗ xe cao hơn hai quận còn lại. Tuy nhiên, tại đây có mật độ dân số cao, tập trung nhiều điểm thu hút hành khách do đó nhu cầu đỗ xe trên đường vẫn rất lớn. Áp dụng công nghệ thông minh để quản lý đỗ xe là việc sử dụng các công nghệ hiện đại nhằm tối ưu hóa quy trình tìm kiếm, sử dụng và quản lý các không gian đỗ xe. Hệ thống quản lý này giúp giảm quãng đường xe di chuyển và giảm

thiếu ô nhiễm môi trường. Hơn nữa, khi số chỗ đỗ xe hạn chế hoặc nhu cầu đỗ xe cao, quá trình tìm kiếm chỗ đỗ sẽ gia tăng, dẫn đến hành trình bổ sung mà lái xe thực hiện khi đến đích. Việc tìm kiếm chỗ đỗ xe có thể gây ra các vấn đề giao thông nghiêm trọng hơn. Tuy nhiên, nếu hệ thống quản lý hoạt động hiệu quả, thời gian tìm kiếm chỗ đỗ xe sẽ được rút ngắn, nhờ vào thông tin được cung cấp qua ứng dụng di động hoặc tin nhắn cập nhật. Việc giảm số lượng xe đỗ trái phép trên đường nhờ vào việc đưa xe vào các bãi đỗ cũng giúp giảm ùn tắc giao thông. Quan trọng nhất, tất cả những cải tiến này sẽ mang lại sự thuận tiện cho người lái xe.

Hình 5 cho thấy rằng đa số người lái xe đánh giá việc tích hợp thêm chức năng sạc điện cho ô tô tại điểm đỗ trên đường từ mức cần thiết đến rất cần thiết là 65,33%. Kết quả cho thấy xu hướng mới của việc sử dụng phương tiện giao thông đặt ra nhiều thách thức lớn về vấn đề phương tiện sử dụng xe điện. Hiện nay, ở Việt Nam chưa có quy định hay hướng dẫn mang tính pháp lý trong việc giải quyết vấn đề nhu cầu của xe điện cũng nhưng các xung đột giữa phương tiện sử dụng năng lượng hoá thạch truyền thống và phương tiện sử dụng năng lượng điện tại các điểm đỗ xe trên đường. Trong khi đó, theo Quyết định 876/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ về Chương trình chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí carbon và khí metan của ngành giao thông vận tải đã xác định quan điểm "Chuyển đổi năng lượng xanh là nhiệm vụ cơ bản và quan trọng nhất trong quá trình thực hiện mục tiêu tăng trưởng xanh cũng như thực hiện các cam kết của Việt Nam tại Hội nghị lần thứ

26 các Bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (COP26); đồng thời cũng là cơ hội để ngành giao thông vận tải có sự phát triển đồng bộ theo hướng hiện đại hoá và bền vững, bắt kịp với xu thế và trình độ phát triển tiên tiến của thế giới”. Mục tiêu cụ thể giai đoạn đến năm 2050: Phát triển hợp lý các phương thức vận tải, thực hiện mạnh mẽ việc chuyển đổi toàn bộ phương tiện, trang thiết bị, hạ tầng giao thông vận tải sang sử dụng điện, năng lượng xanh, hướng đến phát thải ròng khí nhà kính về “0” vào năm 2050 [15].

3. Thách thức trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh

Cạnh tranh không gian đô thị: Việc thúc đẩy năng lượng xanh thường đi kèm với việc giảm thiểu sử dụng xe cá nhân và tăng cường sử dụng các phương tiện công cộng, xe đạp hoặc đi bộ. Điều này đặt ra thách thức về không gian đỗ xe, vì phải sắp xếp lại các không gian để phù hợp với các phương tiện này.

Nhu cầu sử dụng phương tiện cá nhân có thể gia tăng: Việc hạn chế sử dụng xe máy và khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông công cộng có thể dẫn đến gia tăng nhu cầu sử dụng ô tô cá nhân, gây áp lực lên hệ thống đỗ xe.

Yếu tố hạ tầng: Để hỗ trợ việc chuyển đổi năng lượng xanh, cần phát triển hạ tầng giao thông phù hợp. Điều này bao gồm việc xây dựng và quản lý các bãi đỗ xe công cộng, đảm bảo rằng các phương tiện sử dụng năng lượng xanh có đủ không gian để đỗ và sạc lại.

Nhận thức và thói quen của người dân: Thách thức lớn trong việc chuyển đổi là thay đổi nhận thức và thói quen của người dân. Việc sử dụng các phương tiện năng lượng xanh thường mới mẻ và đòi hỏi sự thích nghi với các thay đổi trong hạ tầng và dịch vụ hỗ trợ.

Chi phí đầu tư ban đầu: Đối với các đô thị đang chuyển đổi sang năng lượng xanh, việc đầu tư vào hạ tầng đỗ xe và các điểm sạc năng lượng xanh là cần thiết nhưng cũng tốn

kém. Cần phải có các chính sách hỗ trợ tài chính để khuyến khích các tổ chức và cá nhân tham gia vào chương trình này.

4. Kết luận

Kết quả của bài báo cho thấy nhiều người sử dụng ô tô thường xuyên đỗ xe trên đường, điều đó chứng minh nhu cầu đỗ xe trên đường tại Hà Nội là cấp thiết. Người được khảo sát cũng cho biết họ gặp khó khăn trong việc tìm kiếm chỗ đỗ xe, chi phí đỗ xe cao. Hệ thống đỗ xe trên đường hiện nay còn nhiều bất cập như thiếu số lượng điểm đỗ xe, vị trí điểm đỗ xe không thuận tiện, chi phí đỗ xe cao. Người dân mong muốn tăng số lượng điểm đỗ xe, áp dụng công nghệ thông minh để quản lý đỗ xe và giảm giá đỗ xe. Ngoài ra, trong bối cảnh xu hướng sử dụng xe điện gia tăng hiện nay và tương lai thì các điểm đỗ xe trên đường cần tích hợp thêm chức năng sạc.

Có thể thấy rằng tình trạng đỗ xe trên đường ở Hà Nội vẫn còn rất phức tạp và gây nhiều khó khăn cho giao thông. Để giải quyết vấn đề đỗ xe trên đường trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh đòi hỏi sự hài hòa giữa phát triển hạ tầng, thay đổi nhận thức và thói quen của người dân, cùng với các chính sách hỗ trợ thích hợp từ các cấp chính quyền để đảm bảo hiệu quả và bền vững của quá trình chuyển đổi này.

Hạn chế của nghiên cứu này mới chỉ thực hiện khảo sát bằng phỏng vấn trực tiếp người sử dụng phương tiện tham gia giao thông ở một số quận Thành phố Hà Nội, số lượng mẫu khảo sát còn ít chưa mang tính phổ quát. Nghiên cứu chưa đi sâu vào đánh giá được các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu đỗ xe, tác động của việc đỗ xe đến các mặt kinh tế, giao thông... chưa đánh giá, phân tích được các chỉ số đỗ xe đặc trưng và các chỉ tiêu đánh giá điểm đỗ xe trên đường trong bối cảnh chuyển đổi năng lượng xanh. Trên cơ sở giải quyết những hạn chế này, có thể đưa ra các chiến lược quy hoạch, quản lý, thiết kế, tổ chức bãi đỗ xe hiệu quả và góp phần cải thiện khả năng di chuyển và chất lượng giao thông ở đô thị./.

Tài liệu tham khảo

- UBND Thành phố Hà Nội. Báo cáo tổng hợp: Quy hoạch Thủ đô Hà Nội thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
- Biswas, S., Chandra, S., & Ghosh, I. (2017). Effects of on-street parking in urban context: A critical review. *Transportation in Developing Economies*.
- On-Street Parking Management: An International Toolkit. Sustainable Urban Transport Technical Document #14
- Marc Alvin, L. I. M., Hallare, E. L., & Briones, J. G. Modeling the impact of on-street parking on vehicular traffic.
- Wijayaratna, S. (2015, October). Impacts of on-street parking on road capacity. In *Australasian transport research forum* (Vol. 21, pp. 1-15).
- Edquist, J., Rudin-Brown, C. M., & Lenné, M. G. (2012). The effects of on-street parking and road environment visual complexity on travel speed and reaction time. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 759-765.
- Chen, P. L., Wang, M. H., Linkov, V., & Pai, C. W. (2018). Motorcycle door crashes: An evaluation of crash characteristics in Taipei City, Taiwan. *PLoS one*, 13(12), e0208016.
- Madsen, E., Mulalic, I., & Pilegaard, N. (2013). A model for estimation of the demand for on-street parking.
- Belloche, S. (2015). On-street parking search time modelling and validation with survey-based data. *Transportation Research Procedia*, 6, 313-324.
- Das, D., & Ahmed, M. A. (2018). Level of service for on-street parking. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22, 330-340.
- Xiqiao, Z., Xu, S., & Xiaoyan, Z. (2021, May). Study on establishment of the on-street parking in Urban Residential Area-Taking Harbin as an Example. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 768, No. 1, p. 012168). IOP Publishing.
- GE, S. Y., Liang, F. E. N. G., Hong, L. I. U., & Long, W. A. N. G. (2012, September). The planning of electric vehicle charging stations in the urban area. In *2nd International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology* (pp. 1598-1604). Atlantis Press.
- Hiệp, Đ. V. (2017). Nghiên cứu áp dụng giải pháp quản lý nhu cầu đỗ xe cho các khu vực trung tâm đô thị ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐHXD*, 11(3), 50-58.
- Hiệp, Đ. V., Hùng, T. M., Sáu, B. V., Tùng, L. T., & Tuấn, N. A. (2021). Đánh giá xu hướng sử dụng giải pháp đỗ xe kết nối nhằm hạn chế xe máy đi vào nội đô thành phố Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (TCKHCN XD)-ĐHXDHN*, 15(7V), 57-67.
- Chính phủ (2022), Quyết định số 876/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 22/07/2022, Quyết định phê duyệt Chương trình hành động về chuyển đổi năng lượng xanh, giảm phát thải khí cacbon và khí mê-tan của ngành giao thông vận tải.

Bùn thải từ hệ thống thoát nước đô thị - thực trạng và giải pháp

Sludge from urban wastewater and drainage systems - current situation and solution

Nguyễn Hồng Tiến⁽¹⁾

Tóm tắt

Hiện nay, việc thu gom, vận chuyển, xử lý, tái chế, tái sử dụng chất thải đặc biệt bùn thải từ hệ thống thoát nước (HTTN) trong đô thị đã, đang trở thành bài toán khó khăn đối với các nhà quản lý hầu hết các nước trên thế giới, đặc biệt ở các nước có nền kinh tế đang phát triển trong đó có Việt Nam. Bài viết đã khái quát thực trạng, những khó khăn, thách thức và đề xuất các giải pháp góp phần giảm thiểu những khó khăn vướng mắc trong quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước tại các đô thị ở Việt Nam... Bài viết đã cập nhật bổ sung các số liệu mới, làm rõ thêm một số nội dung mới so với các bài viết trước đây của tác giả với cùng chủ đề này.

Từ khóa: Bùn thải; bể tự hoại, tái chế, tái sử dụng

Abstract

Currently, the collection, transportation, processing, recycling, and reuse of waste, especially sludge from urban drainage systems, has become a difficult problem for managers in most countries around the world, especially in countries with developing economies including Vietnam. The paper summarizes the current situation, difficulties, challenges and proposes solutions to minimizing difficulties in managing sludge from drainage systems in urban areas in Vietnam ... The paper has been updated with new data, clarifying some new content compared to the author's previous paper on the same topic.

Key words: Sewage sludge; Septic tank, Recycling, Reuse

(1)PGS.TS, Chủ tịch Hội Chiếu sáng Việt Nam, Nguyên Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng; Email: nhtien57@yahoo.com.vn; ĐT: 0913232228

Ngày nhận bài: 9/8/2024
Ngày sửa bài: 22/9/2024
Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

1. Thực trạng về quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước

1.1. Thực trạng về phát sinh bùn thải từ hệ thống thoát nước

Hệ thống thoát nước đô thị (HTTN) bao gồm: Kênh, sông, suối, cống, mương, hồ, ao; Các công trình xử lý (trạm/nhà máy xử nước thải tập trung, xử lý bùn thải; các công trình xử lý tại hộ gia đình – bể tự hoại, bể chứa...); Trạm bơm nước mưa, giếng thu và cửa xả nước mưa và các công trình phụ trợ khác.

Sự phát triển nhanh chóng của khu vực đô thị trong khi đó đầu tư cho hạ tầng kỹ thuật không tăng đã làm cho sự quá tải về hạ tầng ngày càng tăng đặc biệt trong các hoạt động về thoát nước, chống ngập đô thị. Tình trạng ngập úng đô thị ở rất nhiều nơi, nước thải chưa qua xử lý xả thẳng ra nguồn tiếp nhận gây ô nhiễm môi trường, ô nhiễm nguồn nước cấp sinh hoạt. Hầu hết các đô thị đã có mạng lưới thu gom nước chung (nước mưa và nước thải) nhưng mạng lưới này đã, đang bị xuống cấp, khả năng thu gom và tiêu thoát còn nhiều hạn chế và đến nay cũng chỉ có khoảng trên 50% địa phương có trạm/nhà máy xử lý nước thải (XLNT) tập trung với các quy mô khác nhau và sử dụng công nghệ XLNT cũng khác nhau đã và đang đưa vào vận hành khai thác.

Tại các đô thị Việt Nam hiện nay, khoảng 96% hộ gia đình (HGD) sử dụng các công trình vệ sinh tại chỗ chủ yếu là các bể tự hoại, một số khu vực và đường phố có bố trí các nhà vệ sinh công cộng. Đa số công trình vệ sinh cùng với phòng tắm được xây dựng trong nhà. Các HGD sử dụng bể tự hoại (BTH) chỉ cho xử lý nước thải từ nhà vệ sinh (nước đen) và nước thải từ phòng tắm và nhà bếp (nước xám) thường được thải chưa qua xử lý vào cống rãnh bên đường hoặc trực tiếp ra môi trường. Nhiều BTH được xây dựng và vận hành không đúng quy trình và qua một số nghiên cứu cho thấy người dân ít có nhu cầu hút bùn BTH (có đến 75% BTH chưa bao giờ được thông hút), các BTH phần lớn không được bảo trì đầy đủ, chỉ được xử lý một phần có thể dẫn đến làm ô nhiễm nước ngầm hoặc nước mặt [5]. Bùn thải từ các công trình vệ sinh (từ BTH) và cả từ mạng lưới đường ống thoát nước được thông hút/nạo vét, thu gom và vận chuyển hầu hết chưa qua xử lý một phần cũng đổ thẳng ra mương, hồ hoặc bãi chôn lấp cùng với các loại rác thải đô thị.

1.2. Thu gom, vận chuyển bùn thải từ hệ thống thoát nước

Bùn thải được phân thành 3 loại chủ yếu theo nguồn gốc phát sinh gồm [4]:

- (1) Bùn từ hệ thống thoát nước đô thị (được nạo vét từ các kênh, rạch, mương, rãnh hoặc sông, hồ theo định kỳ);
- (2) Bùn từ các công trình xử lý nước thải
- (3) Bùn bể tự hoại (phần lớn từ các hộ gia đình, công sở sử dụng công trình vệ sinh tại chỗ hoặc trên một số đường phố, khu vực có bố trí các nhà vệ sinh công cộng).

Thành phần của các loại bùn thải rất khác nhau, ví dụ bùn thải từ mạng lưới thoát nước và bùn nạo vét kênh rạch chứa chủ yếu là cát và đất (cũng có một số kênh rạch chứa nhiều chất hữu cơ như một số sông, mương của Hà Nội) trong khi đó bùn thải từ các trạm/nhà máy XLNT và từ bể tự hoại chứa chủ yếu là các chất hữu cơ. Hiện nay, bùn thải từ hoạt động nạo vét cống rãnh, kênh rạch và bùn bể tự hoại được vận chuyển bằng xe chuyên dụng hoặc xà lan (bùn nạo vét kênh rạch). Bùn thải từ các trạm/nhà máy XLNT sinh hoạt/đô thị tập trung sau khi tách nước (làm khô) được vận chuyển đến các bãi chôn lấp.

Công tác nạo vét bùn từ mạng lưới thoát nước nhiều đô thị vừa và nhỏ vẫn còn sử dụng phương pháp thủ công, nhiều đô thị lớn bước đầu sử dụng cơ giới hóa. Phương pháp thủ công có năng suất thấp, không an toàn và gây nguy hại đến sức khỏe công nhân thoát nước. Do đặc điểm các đô thị Việt Nam là đô thị cũ, đô thị cải tạo và mở rộng; cơ sở hạ tầng kỹ thuật còn hạn chế trong khi mật độ dân số cao.

Việc thông hút, vận tải bùn từ bể tự hoại của các hộ dân cư kỳ khó khăn (khó tiếp cận) mặt khác phương tiện hút và vận chuyển cũ, thiếu thốn không



Hình 1. Bùn thải từ sông, kênh và bể tự hoại

đảm bảo vệ sinh môi trường và không phù hợp với điều kiện hạ tầng kỹ thuật.

1.3. Khối lượng bùn thải và tỷ lệ thu gom

- Lượng bùn thải phát sinh từ mạng lưới thoát nước giữa các đô thị rất khác nhau, dao động từ 15.000 – 245.000 m³/ngđ tùy thuộc vào quy mô đô thị và cấu trúc mạng lưới thoát nước. Hai đô thị có lượng bùn thải lớn nhất là TP Hồ Chí Minh và Hà Nội, vì địa bàn rộng, nhiều kênh mương, sông hồ và chiều dài các tuyến cống lớn. Riêng tại TPHCM, bùn thải từ hệ thống cống rãnh 450.000 - 700.000 tấn/năm, bùn thải kênh rạch 2 - 3 triệu m³/năm; bùn thải từ các nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt 30 - 40 tấn/ngày, dự kiến tăng lên 500 tấn/ngày; bùn thải từ bể tự hoại 30 - 50 tấn/ngày [4]. Tuy nhiên cho đến nay chúng ta vẫn chưa có con số thống kê chính thức về lượng bùn thải phát sinh từ mạng lưới thoát nước của các đô thị.

- Lượng bùn thải từ các nhà máy XLNT: Bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải được phân loại là chất thải nguy hại hay chất thải thông thường tùy thuộc vào thành phần, tính chất của bùn. Khi đã được phân loại với thành phần và tính chất rõ ràng, loại bùn thải này được thu gom, vận chuyển và xử lý theo phương thức phù hợp. Tại Thành phố Hồ Chí Minh, nhà máy XLNT Bình Hưng Hòa với công suất 30.000 m³/ngày đêm; nhà máy XLNT Bình Hưng có công suất 141.000 m³/ngày đêm, khối lượng bùn thải phát sinh từ các nhà máy/trạm XLNT này khoảng 40 m³/ngày. Tại Thành phố Hà Nội với 4 nhà máy XLNT (Kim Liên, Trúc Bạch, Bắc Thăng Long Vân Trì và Yên Sở) lượng bùn theo trọng lượng cặn khô thu được khoảng trên 10 tấn/ngày. [4]

- Bùn thải từ các công trình vệ sinh (bể tự hoại): Theo số liệu của Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng (2017), lượng bùn thải từ bể tự hoại tại các đô thị dao động từ vài trăm m³/năm đến trên 200.000 m³/năm. Tuy nhiên lượng bùn thu gom cũng rất hạn chế, tỷ lệ thu gom trung bình chỉ đạt khoảng 32%. Lượng bùn bể tự hoại được thu gom có thể lớn hơn do có nhiều doanh nghiệp, đơn vị cung cấp dịch vụ hút bùn bể tự hoại ở quy mô nhỏ lẻ. Hiện nay chưa có một thống kê cụ thể nào về khối lượng bùn BTH phát sinh tại thành phố Hà Nội. Tuy nhiên theo ước tính từ số liệu 5 năm trở lại đây ở Hà Nội lượng bùn BTH phát sinh từ các nhà dân, nhà hàng, khách sạn, chợ, nhà vệ sinh công cộng... dao động từ 530 đến 630 tấn/ngày với tỉ lệ gia tăng trung bình 4%/năm.

Hiện nay hầu hết bùn thải sau khi được hút lên thường được đổ thẳng ra bãi chôn lấp cùng với các loại rác thải đô thị. Hoặc xả trực tiếp vào các hồ nuôi cá, hoặc bón cho các loại rau quả. Điều này không những gây ô nhiễm môi trường mà còn là nguy cơ tác động trực tiếp tới sức khỏe cộng đồng.

1.4. Công nghệ xử lý bùn thải

Bùn thải là một sản phẩm được sinh ra sau khi quá trình xử lý chất thải diễn ra. Thành phần chính của bùn thải đó chính là hỗn hợp của nước và cặn lắng. Trong đó, có nhiều chất hữu cơ có khả năng phân hủy, dễ thối rữa, các kim loại nặng và các hóa chất, vi khuẩn độc hại. Do đó, việc xử lý bùn thải vô cùng khó khăn và phức tạp, cần phải có biện pháp xử lý cụ thể và mang lại hiệu quả nhất. Các thiết bị xử lý bùn cũng sẽ chiếm từ 40-60% trong tổng chi phí xây dựng hệ thống nước thải.

Khối lượng phát sinh, thành phần và tính chất của bùn từ các hệ thống thu gom và xử lý nước thải rất khác nhau. Do đó, dựa trên tính chất của các điều kiện cụ thể, các phương pháp xử lý có thể là một trong hoặc kết hợp các phương pháp như sau: Cô đặc, tách nước, phân hủy, ổn định, ủ, đốt, phơi khô và hóa rắn với mục đích giảm thể tích, thu hồi metan / năng lượng, làm phân hữu cơ hoặc sản xuất vật liệu xây dựng.

Việc xử lý kết hợp bùn thải từ bể tự hoại với bùn thải từ HTTN được thực hiện ở một số nước châu Á, châu Phi hoặc tại một số nước phát triển toàn bộ chất thải từ TTN và các công trình vệ sinh được tập trung về nhà máy XLNT để xử lý. Tuy nhiên, việc xây dựng và vận hành HTXL này tốn kém và yêu cầu trình độ quản lý cao. Ở Việt Nam bước đầu đã áp dụng một số công nghệ xử lý bùn thải chi phí thấp. Xu hướng xử lý để thu hồi tài nguyên từ bùn thải ngày càng trở thành bắt buộc, để giảm lượng bùn thải đưa đi chôn lấp, tiết kiệm quỹ đất ngày càng khan hiếm và tạo các sản phẩm có giá trị kinh tế cao như sinh năng lượng... Nhiều sản phẩm đã được sản xuất ra từ bùn thải được sử dụng làm vật liệu xây dựng, phân bón sử dụng trong nông nghiệp,... Tuy nhiên, việc lựa chọn công nghệ cho phù hợp, đáp ứng các yêu cầu theo tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật hiện đang còn để ngỏ.

1.5. Đầu tư xây dựng, triển khai các dự án

Trong những năm gần đây nhiều dự án đầu tư xây dựng nhà máy XLNT tại nhiều đô thị đã hoàn thành và đi vào hoạt động. Đến nay đã có 82 nhà máy xử lý nước tập trung đang hoạt động ở 50 đô thị với tổng công suất thiết kế khoảng 1,46 triệu m³/ngđ (trong đó có nhà máy với công suất rất lớn đã đi vào hoạt động như nhà máy XLNT Bình Hưng - TP.HCM công suất 141.000 m³/ngày/đêm; Tham Lương Bến Cát 130-170.000 m³/ngđ; nhà máy XLNT tại Yên Sở - Hà Nội, công suất 200.000 m³/ngđ hoặc nhà máy nước Yên Xá công suất khoảng 270.000 m³/ngđ sắp đi vào hoạt động. Ngoài ra có khoảng 80 dự án thoát nước và xử lý nước thải đang trong quá trình thiết kế/thi công với tổng công suất khoảng 2,88 triệu m³/ngđ [7]. Việc quan tâm đầu tư nhà máy XLNT cùng



Hình 2. Xử lý bùn thải từ bể tự hoại

với mạng lưới thu gom nước thải tại các đô thị đã góp phần giảm ô nhiễm nguồn nước và ô nhiễm môi trường... Tuy nhiên, việc đầu tư chủ yếu tập trung vào công trình đầu mối (trạm/nhà máy XLNT), trong khi xây dựng mạng thu gom còn chậm. Phần lớn các dự án thiếu phần đầu tư cho việc thu gom, xử lý bùn... Ngoài ra, nhiều dự án ODA, đã có nhiều nghiên cứu và ứng dụng thí điểm về xử lý bùn thải từ các công trình vệ sinh (bể tự hoại...) ở Hà Nội, Hải Phòng, Nam Định, TP. Hồ Chí Minh thu được kết quả bước đầu, tuy nhiên việc nhân rộng hoặc duy trì kết quả còn nhiều hạn chế.

1.6. Quản lý nhà nước về bùn thải từ HTTN và công trình vệ sinh

- Các quy định pháp luật về quản lý: Trong thời gian qua, một số văn bản quy phạm pháp luật đã được ban hành như Luật BVMT 2020 có hiệu lực từ 1/1/2022; các tiêu chuẩn, quy chuẩn môi trường và quy chuẩn xây dựng có liên quan đến việc phân loại và quản lý bùn thải bao gồm: QCVN 07: 2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCKTQG) về ngưỡng chất thải nguy hại, trong đó có những quy định được áp dụng với bùn thải; QCVN 25: 2009/BTNMT - QCKTQG về nước thải bãi chôn lấp CTR; QCVN 50:2013/BTNMT - QCKTQG về ngưỡng nguy hại đối với bùn thải từ quá trình xử lý nước; ... QCVN 01:2021; QCVN 07:2023. Đặc biệt, Nghị định số 80/2014/NĐ-CP ngày 6/8/2014 của Chính phủ về Thoát nước và XLNT đã có một số điều quy định về quản lý bùn thải từ HTTN; quản lý bùn thải từ bể tự hoại cũng như các quy định về tái sử dụng bùn thải. Thông tư 04/2015/TT-BXD ngày 3/4/2015 Hướng dẫn thi hành một số điều của NĐ80/2014 đã quy định khá chi tiết và cụ thể hóa về quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước và quản lý bùn thải từ bể tự hoại. Đây là văn bản pháp lý quan trọng để quản lý lĩnh vực này.

- Về Quy hoạch: Các Quy hoạch vùng/quy hoạch tỉnh, Quy hoạch đô thị, quy hoạch thoát nước và quy hoạch chuyên ngành xử lý chất thải chưa thực sự quan tâm đến việc thu gom, vận chuyển cũng như việc xác định các vị trí, địa điểm xử lý bùn thải từ HTTN và các công trình vệ sinh. Cho đến nay hầu hết các quy hoạch vùng, quy hoạch tỉnh đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. 100% đô thị có quy hoạch chung được duyệt; gần 95% số xã có quy hoạch xây dựng nông thôn mới. Hầu hết quy hoạch thoát nước, quy hoạch xử lý chất thải rắn đã có trong quy hoạch đô thị. Một số thành phố trực thuộc Trung ương đã có quy hoạch chuyên ngành riêng về thoát nước và xử lý chất thải rắn (CTR). Tuy nhiên, nội dung của quy hoạch thoát nước hoặc quy hoạch xử lý chất thải rắn có liên quan đến đánh giá hiện trạng về khối lượng bùn thải, công tác thu gom, vận chuyển; dự báo cụ thể khối lượng bùn thải phát sinh từ HTTN và công trình

vệ sinh còn rất hạn chế... Việc xác định vị trí, quy mô và địa điểm tập kết, trung chuyển và xử lý bùn thải hầu như chưa có và nếu có cũng chưa kết hợp với việc xử lý CTR; Công nghệ xử lý chưa được khuyến cáo trong các quy hoạch.

- Cơ quan quản lý: Quản lý nhà nước về lĩnh vực này ở Trung ương là Bộ Xây dựng (quản lý thoát nước và xử lý nước thải đô thị); tại các địa phương là Sở Xây dựng. Tuy nhiên theo Luật BVMT 2020 quy định chức năng quản lý CTR về Bộ TNMT và Sở TNMT nếu bùn thải là một loại chất thải rắn thì quản lý nói chung thuộc về ngành TNMT tuy nhiên loại này gắn với thoát nước đô thị thì lại thuộc ngành XD vì vậy đang có những vướng mắc nhất định trong quản lý.

2. Tái chế, tái sử dụng bùn thải, chất thải thúc đẩy kinh tế tuần hoàn

Kinh tế tuần hoàn không chỉ tái chế, tái sử dụng chất thải, coi chất thải là tài nguyên mà còn là sự kết nối giữa các hoạt động kinh tế một cách có tính toán từ trước, tạo thành các vòng tuần hoàn trong nền kinh tế. Kinh tế tuần hoàn có thể giữ cho dòng vật chất được sử dụng lâu nhất có thể, khôi phục và tái tạo các sản phẩm, vật liệu ở cuối mỗi vòng sản xuất hay tiêu dùng. Đối với chất thải, bùn thải, kinh tế tuần hoàn là có thể biến chất thải, bùn thải đầu ra của ngành này là đầu vào của ngành khác.

Bùn thải có thể làm nhiên, nguyên liệu sản xuất xi măng: Theo ý kiến của giới chuyên gia không phải bùn thải ở sông, hồ nào cũng làm được nhiên, nguyên liệu làm xi măng, mà chỉ những nơi có nhiều chất hữu cơ ví dụ như tại nhiều sông, hồ ở nội thành Hà Nội (như sông Tô Lịch, Kim Ngưu; hồ Tây, Hoàn Kiếm... hoặc bùn thải ở các hồ, ao tại các làng nghề...) Vì có chứa nhiều chất hữu cơ nên có thể tận dụng làm nhiên, nguyên liệu sản xuất xi măng. Quy trình xử lý bùn thải thành nhiên, nguyên liệu sản xuất xi măng thường sẽ phải hút từ đáy sông, hồ lên rồi vận chuyển đến nơi chứa, làm khô, sau đó mới đốt cháy được. Đặc biệt, quá trình xử lý chất thải trong ngành xi măng cũng góp phần cho tỷ lệ thu hồi nhiệt cao, không phát thải thứ cấp và hệ thống giám sát khí thải liên tục 24/7; nhờ đó không cần các bãi chôn lấp, góp phần bảo vệ môi trường, cảnh quan [hiện nay Tổng công ty Xi măng Việt Nam (VICEM) đang sử dụng bùn thải này để làm nhiên, nguyên liệu sản xuất xi măng].

Xử lý bùn thải hữu cơ sinh học phát điện và sản xuất phân bón hữu cơ: Quy trình công nghệ xử lý cụ thể như sau: Bùn thải được đưa vào bể tiền xử lý để bổ sung pH trước khi đưa vào bể xử lý chính nhằm tiến hành phân hủy yếm khí. Sau quá trình này, biogas được sinh ra sẽ đi vào thiết bị quay ly tâm tốc độ cao để làm sạch trước kia nạp vào hệ



Hình 3. Dây chuyền phân loại rác thải chế biến phân hữu cơ tại BIWASE



Hình 4. Lò đốt rác thải sinh hoạt thu hồi nhiệt phát điện công suất 5MW

thống phát điện. Trong khi đó, phần bùn thải sau quá trình phân hủy còn lại được phối trộn với các thành phần đáp ứng quy định của phân bón hữu cơ sinh học và men vi sinh theo yêu cầu.[6]

Xử lý bùn thành phân hữu cơ và chuyển hóa rác thành năng lượng: Nhà máy sản xuất phân hữu cơ từ bùn thải có công suất xử lý 840 tấn mỗi ngày và nhà máy chuyển hóa rác thành năng lượng WTE ở tỉnh Bình Dương do Ngân hàng ADB tài trợ có khả năng xử lý 200 tấn rác thải đô thị và công nghiệp mỗi ngày để tạo ra 5 MW điện năng để sử dụng nội bộ tại Khu Liên hợp xử lý chất thải Nam Bình Dương đã được xây dựng và hoàn thành vào cuối năm 2023. Sản phẩm đầu ra của nhà máy phân hữu cơ sẽ được bán làm phân bón dùng trong nông nghiệp.

3. Đề xuất một số giải pháp về quản lý bùn thải từ hệ thống thoát nước

Thứ nhất: Cần có các nghiên cứu tổng thể về quản lý bùn thải trong đó bao gồm: Điều tra, khảo sát tình hình quản lý bùn thải tại các địa phương; các cơ chế, chính sách ưu đãi, hỗ trợ đầu tư, tài chính; quản lý xây dựng; ứng dụng công nghệ mới; chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật; định mức đơn giá; các chi phí... đến tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật; sổ tay hướng dẫn thực hiện.

Thứ hai: Nghiên cứu bổ sung nội dung quản lý bùn thải (vị trí, quy mô, các khu tập kết, trạm trung chuyển, các khu xử lý bùn thải) trong các quy hoạch vùng, đô thị, quy hoạch tỉnh và các quy hoạch chuyên ngành hạ tầng kỹ thuật có liên quan.

Thứ ba: Cần nghiên cứu ban hành quy chế quản lý chặt chẽ đối với bùn thải bề tự hoại, ngay từ khâu thiết kế và

xây dựng hạ tầng kỹ thuật cho đến công tác thu gom, vận chuyển, xử lý triệt để loại chất thải này. Quản lý toàn bộ các cơ sở thực hiện công tác thu gom, vận chuyển, xử lý bùn thải bề tự hoại, nhất là các cơ sở tư nhân bằng cách kiểm soát chặt chẽ đầu vào (cấp giấy phép kinh doanh, giấy phép môi trường, gắn hệ thống theo dõi định vị trên các xe...).

Thứ tư: Nghiên cứu áp dụng công nghệ mới trong xử lý bùn thải hướng tới giảm tối đa việc chôn lấp kết hợp yếu tố môi trường, kinh tế và thu hồi năng lượng để đưa ra các công nghệ thích hợp mang lại hiệu quả kinh tế cao, hướng tới phát thải dòng bằng 0 và BVMT.

Thứ năm: Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu về bùn thải: Điều tra, thu thập số liệu về bùn thải phát sinh trong đó làm rõ loại bùn thải cần phải xử lý; bùn thải có khả năng tái chế, tái sử dụng...

Thứ sáu: Nghiên cứu xây dựng các chính sách huy động các nguồn lực tham gia đầu tư, quản lý vận hành việc thu gom, vận chuyển và xử lý bùn thải. Đẩy nhanh tiến độ xây dựng các cơ sở xử lý chất thải theo quy hoạch phê duyệt.

Thứ bảy: Công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức cho cộng đồng và doanh nghiệp về mức độ ô nhiễm của phân tự hoại, sự cần thiết phải hút bùn định kỳ là rất cần thiết nhằm bảo vệ sức khỏe người dân và bảo vệ môi trường địa phương.

Thứ tám: Mở rộng công tác hợp tác quốc tế trong đầu tư, xây dựng, ứng dụng công nghệ và trao đổi học hỏi kinh nghiệm trong lĩnh vực quản lý bùn thải; Đào tạo, nâng cao năng lực cho cán bộ các cấp trong quản lý bùn thải./

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Việt Anh (2017), "Xử lý bùn của trạm xử lý nước thải", Nhà xuất bản Xây dựng, ISBN: 978 604 82 2277 2
2. Nguyễn Việt Anh (2019), "Xử lý, tái sử dụng nước thải", Nhà xuất bản Xây dựng, ISBN: 978 604 82 2775 3
3. Hội nghị quốc tế về quản lý bùn thải (2015), "Quản lý bùn thải ở Việt Nam- Cơ hội để cải thiện", Kỷ yếu Hội thảo. Hà Nội 1/2015
4. Hội Cấp thoát nước Việt Nam (2018), "Thực trạng và Giải pháp quản lý bùn thải tại Việt Nam".
5. Ngân hàng thế giới (2015), "Cải thiện các công trình vệ sinh Hộ gia đình và thúc đẩy đầu tư vào hệ thống thoát nước thải tại các khu vực đô thị nghèo đông dân ở Đông Nam Á"
6. Đỗ Văn Mạnh (2020), "Mô hình xử lý bùn thải thành phân bón hữu cơ, phát điện". Tạp chí Công nghiệp môi trường.
7. Cục Hạ tầng kỹ thuật, Bộ Xây dựng (2023), Báo cáo tổng kết công tác 2023.

Xây dựng mô hình hợp tác giữa khoa Nội thất trường Đại học Kiến trúc Hà Nội với các doanh nghiệp nhằm nâng cao chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất

Developing a collaborative model between the Interior Design Department of Hanoi Architectural University and enterprises to improve the quality of interior design education

Vũ Hồng Cương

Tóm tắt

Hợp tác giữa cơ sở đào tạo và doanh nghiệp vừa là nhiệm vụ quan trọng vừa là phương tiện nhằm nâng cao chất lượng đào tạo đại học trong đó có ngành thiết kế nội thất. Thực tế một thập kỷ hợp tác mạnh mẽ giữa khoa nội thất trường Đại học Kiến trúc Hà Nội với các doanh nghiệp trong và ngoài nước thuộc lĩnh vực nội thất đã đạt được nhiều thành công đáng ghi nhận. Việc xây dựng và hoàn thiện mô hình hợp tác giữa khoa và các doanh nghiệp thông qua các cơ sở pháp lý, cơ sở khoa học thể hiện bằng các hình thức hợp tác từ cả hai phía sẽ góp phần tích cực nhằm nâng cao chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất. Đúc kết các kinh nghiệm thực tế trong và ngoài trường, phân tích vấn đề cốt lõi trong đào tạo Đại học là thiếu cập nhật kiến thức thực tiễn, bài báo này đề xuất mô hình hợp tác giữa Khoa Nội thất và các doanh nghiệp thông qua các chuỗi hoạt động thiết thực nhằm đạt được lợi ích của các bên tham gia là: Cơ sở đào tạo, sinh viên và doanh nghiệp.

Từ khóa: Mô hình hợp tác; Cơ sở đào tạo; Doanh nghiệp ngành nội thất; Chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất; chuỗi hoạt động hợp tác

Abstract

Collaboration between educational institutions and businesses is both a crucial task and a means to enhance the quality of university education, including the field of interior design. In fact, a decade of strong collaboration between the Interior Design Department of Hanoi Architectural University and domestic and international companies in the interior design industry has achieved many notable successes. The development and refinement of a collaboration model between the department and businesses, through legal and scientific foundations expressed in cooperation forms from both sides, will actively contribute to improving the quality of education in interior design. By summarizing practical experiences both within and outside the university and analyzing the core issues in higher education—specifically the lack of practical knowledge—this paper proposes a collaboration model between the Interior Design Department and businesses through a series of practical activities to achieve mutual benefits for all participating parties: educational institutions, students, and businesses.

Key words: Collaborative model; Educational institutions; Interior businesses; Quality of interior design education; series of cooperative activities

PGS.TS. Vũ Hồng Cương

Bộ môn Nội thất - Khoa Nội thất trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

ĐT: 0913209970; Email: ktsvuhongcuong@gmail.com

Ngày nhận bài: 24/8/2024

Ngày sửa bài: 9/9/2024

Ngày duyệt đăng: 07/10/2024

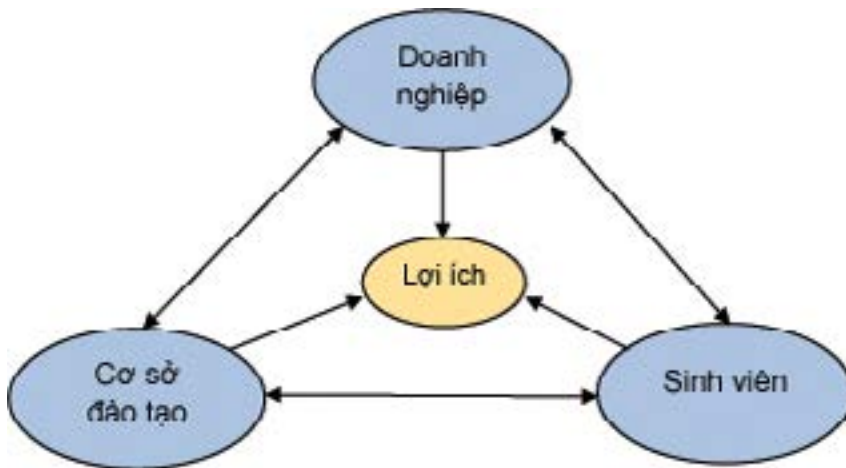
1. Đặt vấn đề

Ngành thiết kế nội thất tại Việt Nam trong những năm gần đây đang có sự phát triển rất mạnh mẽ, với số lượng các doanh nghiệp liên quan tới nội thất đã đạt tới 10.000 doanh nghiệp, nguyện vọng tuyển sinh vào ngành thiết kế nội thất các cơ sở đào tạo nói chung và trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã và đang tăng một cách đột biến. Việc nâng cao chất lượng đào tạo luôn là nhiệm vụ trọng tâm, nỗi trăn trở của lãnh đạo và giảng viên Khoa Nội thất trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Với đặc trưng của một ngành cần có sự kết hợp giữa nghệ thuật và kỹ thuật lại đòi hỏi tính ứng dụng cao thì việc trang bị và cập nhật các kiến thức thực tế cho người học là một nhiệm vụ hàng đầu. Nhiệm vụ này chỉ có thể được hoàn thành một cách trọn vẹn khi có sự kết hợp giữa lý thuyết với thực tiễn thông qua việc kết hợp giữa cơ sở đào tạo với các doanh nghiệp trong ngành. Trên thế giới và ngay tại nhiều cơ sở đào tạo uy tín tại Việt Nam việc hợp tác giữa nhà trường và doanh nghiệp đã gặt hái được nhiều kết quả đáng học tập. Từ những năm 2015 khi Khoa Nội thất và Mỹ thuật Công nghiệp được thành lập trên cơ sở tách các ngành thiết kế nội thất, thiết kế đồ họa ra từ Khoa Kiến trúc, việc hợp tác với doanh nghiệp đã được coi trọng, triển khai và đạt được nhiều kết quả đáng ghi nhận trong đó có thể kể đến việc hoàn thành không gian đa năng của Khoa với sự đầu tư 100% của doanh nghiệp cũng như thành tích liên tục 2 năm liền (2022 và 2023) sinh viên khoa Nội thất đã đạt giải nhất và giải nhì cuộc thi sinh viên khởi nghiệp Quốc gia do Bộ Giáo Dục tổ chức. Các thành tích bước đầu này là minh chứng cho bước đi đúng đắn trong hợp tác giữa khoa và các doanh nghiệp ngành nội thất, làm cơ sở để chúng tôi có thể tự tin hoàn thiện mô hình hợp tác giữa Khoa và các doanh nghiệp nhằm nâng cao chất lượng đào tạo Ngành Thiết kế Nội thất của nhà trường.

2. Cơ sở pháp lý và khoa học của việc xây dựng mô hình hợp tác giữa Khoa Nội thất và các doanh nghiệp

Căn cứ theo một số quy định pháp lý của nhà nước cùng một số quan điểm khoa học của các chuyên gia đã đề cập một cách gián tiếp và trực tiếp đến việc gắn đào tạo với thực tiễn, gắn nhà trường với doanh nghiệp được thể hiện trong các văn bản và nhận định sau:

Khoản 6, Điều 12, Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Giáo dục đại học quy định về chính sách của Nhà nước về Giáo dục đại học trong đó có nêu rõ: “Gắn đào tạo với nhu cầu sử dụng lao động của thị trường, nghiên cứu triển khai ứng dụng khoa học – công nghệ; đẩy mạnh hợp tác giữa cơ sở giáo dục đại học với doanh nghiệp, tổ chức khoa học – công nghệ; có chính sách ưu đãi về thuế cho các sản phẩm khoa học – công nghệ của cơ sở giáo dục đại học với doanh nghiệp; khuyến khích cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp tiếp nhận, tạo điều kiện để người học và giảng viên thực hành, thực tập, nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ,



Hình 1. Môi quan hệ giữa cơ sở đào tạo, doanh nghiệp và sinh viên [8]

góp phần nâng cao chất lượng đào tạo[1]. Văn kiện Đại hội XIII của Đảng Cộng sản Việt Nam đã nhấn mạnh “Gắn kết chặt chẽ giáo dục – đào tạo với nghiên cứu, triển khai, ứng dụng các thành tựu KH-CN mới; hình thành các trung tâm nghiên cứu xuất sắc, các nhóm đổi mới sáng tạo mạnh”

Luật Giáo dục Đại học, cơ sở giáo dục Đại học là cơ sở giáo dục thuộc hệ thống giáo dục quốc dân, thực hiện chức năng đào tạo các trình độ của giáo dục Đại học, hoạt động khoa học và công nghệ, phục vụ cộng đồng. Trường Đại học, học viện là cơ sở giáo dục Đại học đào tạo, nghiên cứu nhiều ngành, được cơ cấu tổ chức theo quy định của Luật Giáo dục Đại học. Mục tiêu chung của giáo dục Đại học là: đào tạo nhân lực, nâng cao dân trí, bồi dưỡng nhân tài, nghiên cứu khoa học công nghệ tạo ra tri thức, sản phẩm mới, phục vụ yêu cầu sự nghiệp phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng, an ninh và hội nhập quốc tế; đào tạo người học có phẩm chất chính trị, đạo đức; có kiến thức, kỹ năng thực hành nghề nghiệp, năng lực nghiên cứu và phát triển ứng dụng khoa học công nghệ tương xứng với trình độ đào tạo, có sức khỏe, có khả năng sáng tạo và trách nhiệm nghề nghiệp, thích nghi với môi trường làm việc, có ý thức phục vụ nhân dân (Quốc hội, 2018) [1].

Theo quy định ban hành kèm theo Thông tư số 07/2017/TT-BGDĐT ngày 15/3/2017 của Bộ giáo dục – đào tạo “Liên kết đào tạo là sự phối hợp giữa cơ sở giáo dục chủ trì đào tạo với cơ sở giáo dục phối hợp đào tạo hoặc cơ sở giáo dục đặt lớp đào tạo để tổ chức thực hiện chương trình đào tạo và cấp bằng tốt nghiệp theo hình thức vừa làm vừa học”

(Bộ GD-ĐT, 2017). Theo Đỗ Thị Thanh Toàn (2018): “quan hệ liên kết, hợp tác giữa trường Đại học và Doanh nghiệp” là tất cả mọi hình thức tương tác trực tiếp hay gián tiếp, có tính chất cá nhân hay tổ chức giữa trường Đại học và các Doanh nghiệp nhằm hỗ trợ lẫn nhau vì lợi ích của cả hai: hợp tác trong đào tạo, nghiên cứu và phát triển, kích thích sự vận động năng động qua lại của cán bộ quản lý, giảng viên, người học và các nhà chuyên môn đang làm việc tại các Doanh nghiệp; thương mại hóa các kết quả nghiên cứu; xây dựng chương trình đào tạo; tổ chức học tập suốt đời; hỗ trợ các nỗ lực sáng nghiệp và quản trị tổ chức [2].

Theo Đinh Văn Toàn (2016), hợp tác giữa Đại học - Doanh nghiệp là xu hướng phổ biến trên thế giới. Hợp tác Đại học - Doanh nghiệp được hiểu như sự tương tác, giao dịch giữa cơ sở giáo dục Đại học với các Doanh nghiệp để mang lại lợi ích cho các bên, có tác động tích cực tới hoạt động đào tạo, nghiên cứu và phát triển trong Đại học và khai thác tối ưu nguồn lực của các bên [3]. Theo Trần Anh Tài và Trần Văn Tùng (2009) cho rằng, hợp tác với các trường Đại học trong nghiên cứu và phát triển sẽ giúp các Doanh nghiệp giảm chi phí nghiên cứu, mở rộng phạm vi hoạt động, mở ra nhiều hướng phát triển, đổi mới công nghệ, hoặc giải quyết các bài toán về công nghệ và môi trường mà thực tiễn đặt ra với khoảng thời gian ngắn, chi phí hợp lý, đội ngũ chuyên gia giỏi [4].

Nhà triết học Wilhelm Humboldt (Cộng hoà Liên bang Đức) là người khởi xướng ý tưởng liên kết, hợp tác giữa đại học và doanh nghiệp. Theo ông, trường đại học ngoài chức năng đào tạo phải có chức năng nghiên cứu và hợp tác với các ngành công nghệ. Hợp tác đại học – doanh nghiệp được hiểu như sự tương tác, giao dịch giữa cơ sở giáo dục đại học với doanh nghiệp để mang lại lợi ích cho các bên. Hợp tác đại học – doanh nghiệp bao gồm: Hợp tác trong nghiên cứu và phát triển (R&D), xây dựng và phổ biến chương trình đào tạo, học tập suốt đời, phát triển doanh nghiệp và quản trị [5].

Theo Ủy ban châu Âu, “Sự hợp tác giữa trường đại học và doanh nghiệp bao gồm tất cả những tương tác trực tiếp hay gián tiếp, cá nhân hay phi cá nhân giữa các cơ sở giáo dục đại học và doanh nghiệp nhằm mang lại lợi ích cho các bên”. Sự hợp tác này bao gồm: hợp tác trong nghiên cứu và phát triển (R&D), hợp tác trao đổi nguồn nhân lực chất lượng



Hình 2. Không gian đa năng Khoa Nội thất trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội được tài trợ bởi các doanh nghiệp nội thất

cao (nhà nghiên cứu, chuyên gia và sinh viên), thương mại hoá kết quả trong nghiên cứu và phát triển, ứng dụng kết quả nghiên cứu vào trong chương trình đào tạo của nhà trường, phát triển doanh nghiệp. Quá trình hợp tác này cũng được coi là sự giao thoa giữa hai lĩnh vực nghiên cứu trong học thuật và sản xuất kinh doanh [6].

Trên thế giới, mô hình hợp tác khoa học công nghệ giữa doanh nghiệp và trường đại học đang được vận hành mang lại nhiều bài học quý báu tiêu biểu là tổng hợp Israel (mô hình MAGNET). Chính phủ Israel thông qua hàng loạt chính sách và chương trình ưu đãi về vốn nhằm tạo mọi điều kiện cho doanh nghiệp và các trường Đại học liên kết khoa học công nghệ, đặc biệt về triển khai nghiên cứu hiệu quả. Theo số liệu từ Cơ quan Sáng chế Israel, hoạt động nghiên cứu và phát triển ở Israel chủ yếu diễn ra tại 07 trường Đại học và hàng chục viện nghiên cứu cũng như hàng trăm doanh nghiệp trên cả nước. Hầu hết những kết quả nghiên cứu có thể xuất bản được tại Israel đều tiến hành ở các trường Đại học. Bởi vậy, trong nhiều năm trở lại đây, Chính phủ Israel đã có nhiều hành động thúc đẩy mối quan hệ giữa Doanh nghiệp và trường Đại học, đặc biệt trong những chương trình nghiên cứu và phát triển (R&D) mang tính thương mại [7].

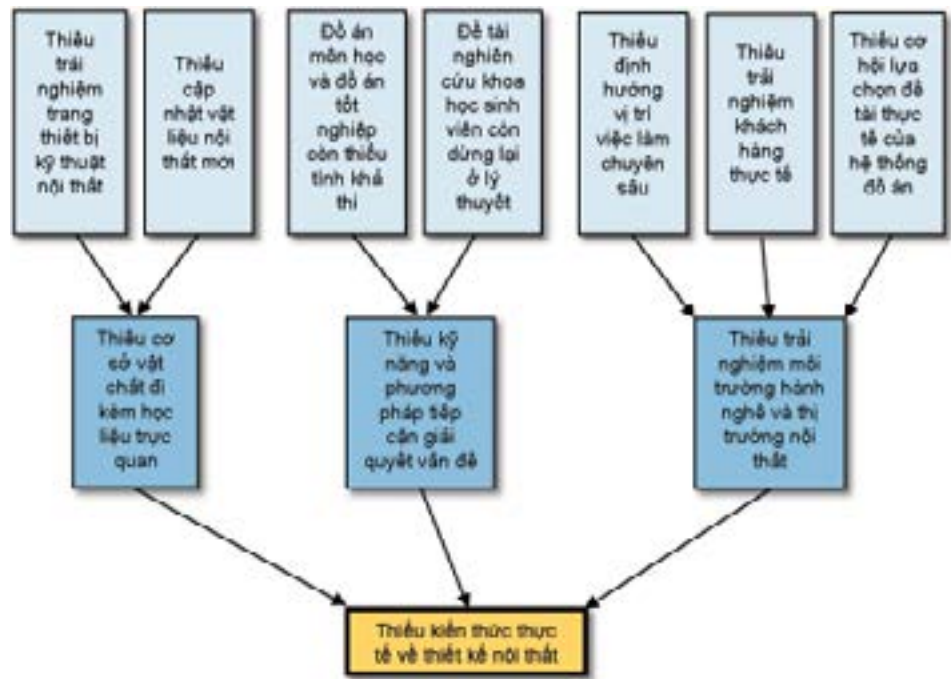
Tổng hợp các cơ sở pháp lý và quan điểm khoa học nêu trên cho phép hoàn thiện mối quan hệ về mặt lợi ích giữa ba đối tượng là cơ sở đào tạo doanh nghiệp và sinh viên.

Để làm rõ hơn lợi ích của mối quan hệ hợp tác nêu trên, chúng ta cùng phân tích vấn đề cốt lõi xảy ra với người học khi thiếu đi sự hợp tác với doanh nghiệp. Một số sự thiếu hụt thường gặp từ phía người học với hình thức “học chay”, “lý thuyết suông” thường gặp trước đây của ngành thiết kế nội thất là:

Thiếu kiến thức xã hội; Thiếu cập nhật, trải nghiệm về thiết bị, vật liệu mới; Thiếu các trải nghiệm tiếp xúc khách hàng thực tế; Thiếu cơ hội chọn lựa đề tài thiết kế thực tế; Thiếu cơ sở vật chất; Thiếu học liệu trực quan; Thiếu các kỹ năng ứng dụng lý thuyết vào thiết kế; Thiếu định hướng vị trí việc làm chuyên sâu; Thiếu trải nghiệm môi trường lao động, thị trường nội thất; Nghiên cứu khoa học chủ yếu dừng lại ở lý thuyết; Sản phẩm đồ án và đồ án tốt nghiệp còn thiếu tính khả thi; Phương pháp kỹ năng, tiếp cận và giải quyết vấn đề còn hạn chế...

Quy nạp các thiếu hụt từ phía người học nêu trên cho thấy vấn đề cốt lõi trong chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất khi không có sự hợp tác chặt chẽ với doanh nghiệp là việc thiếu kiến thức thực tiễn.

Giải pháp chính nhằm triệt tiêu các thiếu hụt từ phía người học là giải quyết được vấn đề cốt lõi nêu trên “thiếu kiến thức thực tiễn” không gì khác hơn là hợp tác với doanh nghiệp. Qua đó các khả năng lợi thế của doanh nghiệp được khai thác “khoả lấp” các thiếu hụt từ phía chương trình đào tạo và người học. Các doanh nghiệp ngành nội thất hiện



Hình 3. Sơ đồ vấn đề cốt lõi ảnh hưởng tới chất lượng đào tạo ngành TKNT

nay bao gồm các nhóm chính là: nhóm doanh nghiệp tư vấn thiết kế, nhóm doanh nghiệp thi công nội thất, nhóm doanh nghiệp sản xuất, nhóm doanh nghiệp xuất nhập khẩu và nhóm doanh nghiệp cơ điện... Doanh nghiệp thuộc các nhóm này đều dồi dào các nguồn lực sẵn có mà cơ sở đào tạo có thể hợp tác khai thác như: Các kỹ năng hành nghề thực tế, nguồn thiết bị vật liệu nội thất cập nhật phong phú, khả năng tài chính, tài trợ... Bên cạnh đó các đơn vị này luôn cần một nguồn cung về nghiên cứu khoa học phát triển sản phẩm, các ý tưởng sáng tạo mới, nguồn nhân lực am hiểu thiết kế nội thất cũng như quảng bá thương hiệu sản phẩm. Nhu cầu và lợi thế của cả hai phía một bên là cơ sở đào tạo với lực lượng các nhà khoa học, giảng viên và sinh viên và một bên là doanh nghiệp với năng lực tài chính và nguồn tiềm tàng kiến thức thực tế hoàn toàn hứa hẹn và khẳng định cho sự thắng lợi của kết quả hợp tác.

3. Mô hình hợp tác giữa Khoa Nội thất trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội với các doanh nghiệp nhằm nâng cao chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất

Dựa trên các cơ sở pháp lý và khoa học nêu trên cho phép xây dựng mô hình, phương pháp hợp tác giữa khoa nội thất và các doanh nghiệp trong ngành nhằm các mục tiêu cụ thể: thứ nhất, kiện toàn cơ sở vật chất nâng cao điều kiện học tập với các học liệu được cập nhật theo thực tiễn cuộc sống; Thứ hai, khai thác khối lượng kiến thức thực tiễn phong phú từ doanh nghiệp bổ trợ cho chương trình đào tạo.

Đúc rút từ kinh nghiệm hợp tác 10 năm qua của Khoa Nội thất, hoàn thiện bởi các cơ sở khoa học đã nêu cho phép đề xuất mô hình hợp tác giữa khoa Nội thất và các doanh nghiệp với các phương thức hợp tác chính xuất phát từ cả hai phía.

3.1. Hình thức hợp tác từ phía doanh nghiệp

Hợp tác thông qua hình thức tài trợ tài chính, hỗ trợ về cơ sở vật chất từ doanh nghiệp dưới dạng kinh phí cho các hoạt động hỗ trợ đào tạo, vật tư, vật liệu, trang thiết bị nội thất, học bổng cho sinh viên thông qua các hình thức hoạt động cụ thể như sau:

Doanh nghiệp	Năng lực	- Năng lực tài chính dồi dào. - Kiến thức thực tế phong phú cập nhật. - Mạng lưới đáng giá phát triển ngành nội thất.	- Kiến toàn cơ sở vật chất, học liệu. - Hoàn thiện hệ thống tài liệu giảng dạy. - Khoá lớp thiếu hụt kiến thức thực tế.	Nhu cầu	Cơ sở đào tạo
	Nhu cầu	- Nhân lực lao động chất lượng cao. - Nghiên cứu phát triển. - Đổi mới sáng tạo.	- Cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao. - Khả năng nghiên cứu khoa học chuyển giao công nghệ. - Năng lực sáng tạo của giảng viên và sinh viên.	Năng lực	

Hình 4. Sơ đồ khả năng hợp tác giữa doanh nghiệp và cơ sở đào tạo thể hiện qua nhu cầu và năng lực của mỗi bên

- Doanh nghiệp tài trợ cho khoa các khoản kinh phí để tổ chức các hoạt động thiết thực đáp ứng nhu cầu bổ trợ kiến thức kỹ năng mà sinh viên còn thiếu hụt không nằm trong chương trình đào tạo như kỹ năng quản trị thời gian, kỹ năng lập kế hoạch ra quyết định cũng như các kiến thức chuyên sâu... Khoa sẽ dựa vào yêu cầu và mức tài trợ để mời các chuyên gia chia sẻ với sinh viên thông qua hình thức sinh hoạt câu lạc bộ nội thất trẻ hoặc các buổi chia sẻ kiến thức ở cấp độ từng khoá học hoặc toàn khoa.

- Doanh nghiệp cũng có thể tài trợ cho khoa, vừa có tác dụng hoàn thiện cơ sở vật chất vừa cung cấp các sản phẩm của doanh nghiệp như các trang thiết bị kỹ thuật nội thất (điều hoà không khí, thông gió, hệ thống điện thông minh, hệ thống chiếu sáng, linh phụ kiện nội thất,...) hoặc các vật liệu hoàn thiện nội thất (gỗ công nghiệp, vải nội thất, các vật liệu hoàn thiện trần, sàn, tường,...v.v...) sinh viên có thể được trải nghiệm các thiết bị vật liệu này trong các không gian đa năng của khoa hoặc trong các xưởng học thiết kế. Thông qua hoạt động này Khoa Nội thất hiện đã có một không gian đa năng gồm: Thư viện thiết bị, vật liệu; không gian triển lãm và hội thảo do các doanh nghiệp tài trợ đã và đang phát huy tác dụng.

- Bên cạnh đó các doanh nghiệp có thể tài trợ theo hình thức truyền thống là trao học bổng cho các đối tượng sinh viên có thành tích học tập, có hoàn cảnh khó khăn...

- Một hình thức hợp tác mới được Khoa Nội thất đề xuất và đã cho áp dụng thử trong các năm học 2022-2023 là phối hợp với các doanh nghiệp liên quan tổ chức cuộc thi có nội dung phù hợp với các môn học trong hệ thống đồ án thiết kế nội thất đã thu được nhiều kết quả đáng khích lệ. Doanh nghiệp sẽ tài trợ các giải thưởng của cuộc thi và tham gia tổ chức đánh giá học phần. Hoạt động này mang nhiều ý nghĩa khi tận dụng được điều kiện tài chính và chuyên môn thực tế của doanh nghiệp trong khích lệ người học và đánh giá học phần dưới góc nhìn thực tiễn.

Hợp tác thông qua việc cung cấp kiến thức thực tế từ phía doanh nghiệp.

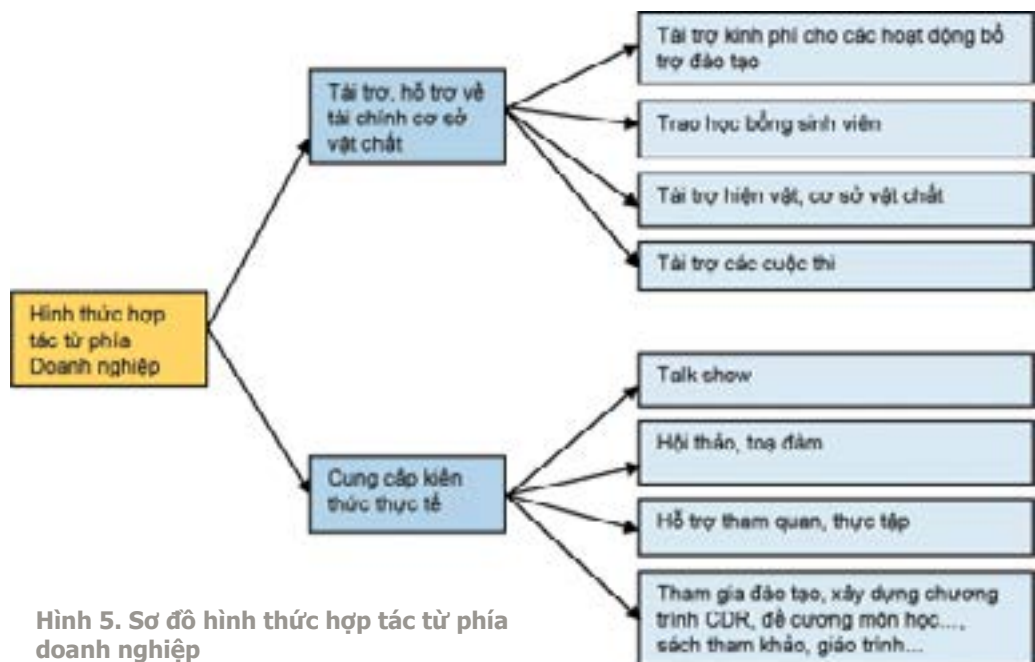
Xác định được mục tiêu của việc hợp tác với các doanh nghiệp nội thất không chỉ nhằm hoàn thiện khả năng tài chính hay cơ sở vật chất của khoa mà quan trọng hơn là khai thác được đội ngũ

chuyên gia, nhân sự có kinh nghiệm chuyên sâu của các doanh nghiệp. Các hoạt động thuộc thể loại này giúp giảng viên và sinh viên của khoa luôn được cập nhật kịp thời các kiến thức thực tế thông qua các loại hoạt động phong phú:

Phối hợp với một doanh nghiệp hoặc một nhóm doanh nghiệp tổ chức các hoạt động chia sẻ về kiến thức nghề nghiệp như hội thảo, tọa đàm, talk show. Các chuyên gia thuộc các hãng nội thất tên tuổi sẽ giới thiệu với giảng viên và sinh viên những phương pháp thiết kế hoặc các công nghệ thiết bị, vật liệu mới nhất đang được áp dụng và phát huy ưu điểm trong thực tế đời sống. Các hoạt động đã được tổ chức như các buổi nói chuyện chuyên môn của hãng Blum, Dulux, Minh Long, Caslaquazt... hay các nhà thiết kế nổi tiếng đã giúp sinh viên của khoa được bổ sung khối lượng kiến thức chuyên ngành rất phong phú có thể ứng dụng trong các môn học lý thuyết và đồ án thuộc chương trình đào tạo.

Khi có sự hợp tác với số lượng rộng rãi (trên 50 doanh nghiệp), mỗi đợt tham quan thực tập của sinh viên cũng được sự hỗ trợ lớn và chuyên nghiệp từ phía các doanh nghiệp. Sinh viên dễ dàng tiếp cận được các doanh nghiệp nhập khẩu nội thất từ các thương hiệu lớn trên thế giới cũng như các doanh nghiệp sản xuất nội thất trong nước, giúp người học được mở rộng nhân quan chuyên ngành.

Bên cạnh đó việc mời các doanh nghiệp trong các công tác xây dựng, điều chỉnh chương trình đào tạo cũng như chuẩn đầu ra, đề cương môn học là việc làm thường xuyên và có tính chất bắt buộc. Khoa và các bộ môn cũng đang bắt tay hợp tác với các doanh nghiệp các nhà thiết kế của doanh nghiệp trong biên soạn tài liệu giảng dạy như các môn học cấu tạo nội thất, vật liệu và chất liệu nội thất...



Hình 5. Sơ đồ hình thức hợp tác từ phía doanh nghiệp

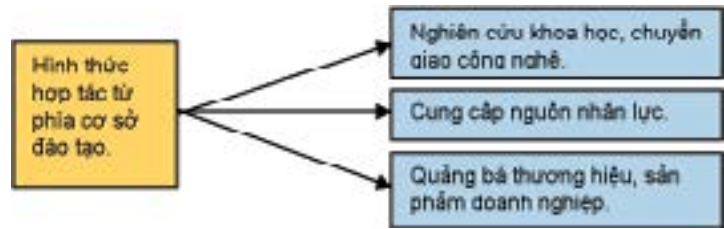
3.2. Hình thức hợp tác từ phía cơ sở đào tạo.

Dựa trên các nhu cầu của doanh nghiệp và lợi thế của cơ sở đào tạo, Khoa Nội thất trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội đã và đang hoàn thiện phương thức hợp tác với các doanh nghiệp gồm 3 nhóm hoạt động chính là: nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ; cung cấp nguồn nhân lực tiệm cận với nhu cầu doanh nghiệp; quảng bá thương hiệu và sản phẩm của doanh nghiệp.

- Trên thực tế hoạt động nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ khai thác đội ngũ giảng viên có trình độ nghiên cứu gồm các phó giáo sư, tiến sĩ, thạc sĩ cũng như lực lượng sinh viên đông đảo của khoa mang lại lợi ích cả 2 chiều, phía cơ sở đào tạo có các đề tài thực tiễn có thêm hỗ trợ nghiên cứu và ngân sách từ phía doanh nghiệp, phía doanh nghiệp tiết kiệm được chi phí nghiên cứu và phát triển (R&D) bằng khai thác nguồn chất xám dồi dào từ cơ sở đào tạo. Tuy nhiên hoạt động này cần có sự phối hợp toàn diện hơn từ phía các phòng ban, trung tâm của nhà trường liên quan tới các thủ tục pháp lý cũng như cơ chế tài chính.

- Thông qua các hoạt động hợp tác phong phú cả từ hai phía, doanh nghiệp có điều kiện tham gia vào quá trình đào tạo có cơ hội tiếp cận với đội ngũ sinh viên ngành thiết kế nội thất ngay trong quá trình học tập gia tăng sự hiểu biết cả từ phía người học với doanh nghiệp và doanh nghiệp với người học nên việc tìm kiếm nguồn nhân lực cho các doanh nghiệp được diễn ra khá sớm khi sinh viên còn ngồi trên ghế nhà trường và cơ sở đào tạo cũng thể hiện tốt hơn trách nhiệm định hướng, giới thiệu sinh viên ra trường vào các doanh nghiệp phù hợp.

- Ngoài các mong muốn cống hiến hỗ trợ đào tạo các nhà thiết kế nội thất trẻ, mong muốn chính đáng của các doanh nghiệp luôn là việc quảng bá thương hiệu sản phẩm của mình tới các nhà thiết kế nội thất tương lai. Điều này là hệ quả tất yếu từ việc hợp tác, thông qua các hoạt động, hội thảo, tọa đàm talk show, các cuộc thi .v.v... doanh nghiệp ngành nội thất có điều kiện giới thiệu về mình về sản phẩm của mình cho người học một cách sâu sắc và "phi thương mại". Khi các sinh viên được tiếp cận với doanh nghiệp ngay từ quá trình học tập, thực hiện các đồ án họ sẽ lựa chọn được cho mình những thương hiệu xứng đáng với các sản phẩm đặc thù có thể áp dụng vào công việc của mình sau khi ra trường.



Hình 6. Sơ đồ hình thức hợp tác từ phía cơ sở đào tạo

4. Kết luận

Mô hình hợp tác giữa Khoa Nội thất trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội với các doanh nghiệp ngành nội thất trong nước và Quốc tế liên tục được xây dựng bồi đắp và hoàn thiện thông qua chuỗi hoạt động hợp tác phong phú nêu trên như: Tài trợ vật chất, tổ chức các cuộc thi cho tới các hội thảo, tọa đàm, talk show, xây dựng chương trình, giáo trình hay tham quan thực tập. Qua đó cơ sở đào tạo không những kiện toàn được cơ sở vật chất cũng như tài liệu giảng dạy của mình mà còn khai thác được một khối lượng kiến thức thực tế vô cùng to lớn và cập nhật. Điều này có ý nghĩa trong việc nâng cao chất lượng đào tạo ngành thiết kế nội thất khi mà phương châm "học đi đôi với hành" và gắn lý thuyết với thực tiễn được triển khai cụ thể sớm trong quá trình đào tạo. Sinh viên ra trường sẽ bớt đi các trở ngại trong công việc bởi các kiến thức thực tế đã trở thành cơ hội dễ dàng tiếp cận khi các bạn còn đang ngồi trên ghế nhà trường.

Bên cạnh đó, cũng thông qua mô hình hợp tác đôi bên cùng có lợi này các doanh nghiệp ngành nội thất có thể khai thác được đội ngũ chuyên gia, các nghiên cứu viên của trường đại học có thể quảng bá được thương hiệu sản phẩm của mình một cách "hàn lâm" tới đúng đối tượng và qua đó có cơ hội phát hiện, tìm kiếm, tuyển dụng những nhân sự phù hợp. Mô hình hợp tác giữa cơ sở đào tạo và doanh nghiệp của Khoa Nội thất trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội đã và đang gặt hái được nhiều kết quả tốt đẹp, hy vọng rằng tiếp tục nhận được các góp ý từ các thầy cô giáo, sinh viên và doanh nghiệp để mô hình ngày một hoàn thiện hơn đáp ứng được kỳ vọng và tiềm năng của ngành thiết kế nội thất trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội./.

Tài liệu tham khảo

1. Luật Giáo dục đại học số 42/VBHN-VPQH ngày 10 tháng 12 năm 2018 của Quốc hội, có hiệu lực kể từ ngày 01 tháng 07 năm 2019
2. Nguyễn Hữu Năng (2023). Thực trạng hoạt động liên kết đào tạo của trường đại học tư thục với doanh nghiệp tại thành phố Hồ Chí Minh và một số khuyến nghị. *Tạp chí Giáo dục* (2023), 23(8), 59-64. ISSN: 2354-0753
3. Đinh Văn Toàn (2016). Hợp tác đại học - doanh nghiệp trên thế giới và một số gợi ý cho Việt Nam. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Kinh tế và Kinh doanh*, Tập 32, Số 4 (2016) 69-80
4. Trần Anh Tài, Trần Văn Tùng (2009). Liên kết giữa trường đại học và doanh nghiệp trong hoạt động đào tạo và nghiên cứu. *NXB. Đại học Quốc gia Hà Nội* (2009)
5. Hoàng Thanh Huyền, Phạm Thị Minh Thảo (2018). Đo lường các nhân tố ảnh hưởng tới hợp tác giữa doanh nghiệp và trường đại học. *Tạp chí khoa học và đào tạo ngân hàng số 200+201*, tháng 1&2.2019, 79-83
6. Trần Thị Thu Trang, Phan Thị Thanh Thảo, Phạm Thị Thanh Huệ (2024). Hợp tác nhà trường - doanh nghiệp trong nghiên cứu khoa học và đào tạo sinh viên ngành dược học: nghiên cứu trường hợp tại trường đại học thành đô. *Tạp chí Giáo dục* (2024), 24(4), 30-34 ISSN: 2354-0753
7. Trần Tú Uyên (2020). Mô hình hợp tác khoa học công nghệ giữa doanh nghiệp và trường đại học tại Israel-Bài học cho Việt Nam. *Tạp chí Giáo dục*, số 479 (Kì 1-6/2020), tr 60-64. ISSN: 2354-0753
8. Phạm Thị Thu Phương (2016). Các phương thức hợp tác giữa cơ sở đào tạo với doanh nghiệp trong đào tạo sinh viên ngành du lịch đáp ứng nhu cầu hội nhập. *SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT*, Vol 19, No.X5-2016

Tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp trong đào tạo ngành thiết kế nội thất

Integrating professional ethics education into interior design training

Trần Ngọc Thanh Trang

Tóm tắt

Trong bối cảnh ngành thiết kế nội thất phát triển mạnh mẽ, đạo đức nghề nghiệp ngày càng trở thành yếu tố then chốt để đảm bảo chất lượng công việc và trách nhiệm xã hội của nhà thiết kế. Tuy nhiên, chương trình đào tạo thiết kế nội thất tại Việt Nam hiện nay vẫn thiếu sự tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp, dẫn đến những hạn chế trong việc chuẩn bị sinh viên đối mặt với các thách thức thực tiễn. Nghiên cứu này nhằm làm rõ vai trò của giáo dục đạo đức nghề nghiệp trong đào tạo thiết kế nội thất và đề xuất các phương pháp tích hợp hiệu quả vào chương trình học tại trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Bằng cách sử dụng các phương pháp khảo sát, phân tích tài liệu, và so sánh với các mô hình giáo dục thành công trên thế giới, nghiên cứu đã rút ra những bài học kinh nghiệm quý giá để cải thiện chương trình đào tạo và nâng cao chất lượng nguồn nhân lực trong ngành thiết kế nội thất thông qua hoạt động của câu lạc bộ nội thất trẻ trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Từ khóa: đạo đức nghề nghiệp, thiết kế nội thất, tích hợp giáo dục, câu lạc bộ nội thất trẻ, trường đại học Kiến trúc Hà Nội

Abstract

In the context of the rapid development of the interior design industry, professional ethics is increasingly becoming a key factor in ensuring the quality of work and the social responsibility of designers. However, the current interior design education programs in Vietnam lack the integration of professional ethics education, leading to limitations in preparing students to face practical challenges. This study aims to clarify the role of professional ethics education in interior design training and propose effective methods to integrate it into the curriculum at Hanoi Architectural University. By utilizing methods such as surveys, document analysis, and comparisons with successful educational models worldwide, the study has drawn valuable lessons to improve training programs and enhance the quality of the workforce in the interior design industry through the activities of the Young Interior Design Club at Hanoi Architectural University.

Key words: Professional ethics, Interior design, education integration, Young Interior Design Club, Hanoi Architectural University

ThS. Trần Ngọc Thanh Trang

Bộ môn Nội thất, Khoa Nội thất,

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

ĐT: 0988426090; Email: thanhtrang167@gmail.com

Ngày nhận bài:

Ngày sửa bài:

Ngày duyệt đăng: 02/9/2024

1. Đặt vấn đề

Đạo đức nghề nghiệp là hệ thống các nguyên tắc, quy tắc và tiêu chuẩn đạo đức được áp dụng trong hoạt động nghề nghiệp, nhằm hướng dẫn hành vi và quyết định của các cá nhân trong quá trình làm việc. Đạo đức nghề nghiệp nhấn mạnh tính trung thực, công bằng, và trách nhiệm trong các mối quan hệ nghề nghiệp và xã hội. Nó cũng bao gồm yêu cầu về sự chính trực, liêm chính và khả năng đưa ra các quyết định có đạo đức dựa trên lợi ích chung của xã hội và môi trường [1]. Vai trò của Luật là cung cấp khung pháp lý cơ bản để định hướng hành vi của các nhà thiết kế nội thất. Luật quy định các tiêu chuẩn bắt buộc về an toàn, trách nhiệm xã hội, và môi trường. Mối quan hệ giữa Luật và đạo đức nghề nghiệp rất chặt chẽ: trong khi luật đưa ra các quy định bắt buộc, đạo đức nghề nghiệp bổ sung bằng cách hướng dẫn hành vi dựa trên các giá trị và nguyên tắc tự nguyện. Luật đảm bảo tính pháp lý, còn đạo đức nghề nghiệp duy trì các tiêu chuẩn hành vi cao hơn, ngay cả khi không có quy định pháp lý rõ ràng [2].

Việc áp dụng nguyên tắc đạo đức nghề nghiệp trong lĩnh vực thiết kế nội thất tại Việt Nam đang dần trở nên quan trọng hơn, đặc biệt khi ngành thiết kế nội thất ngày càng phát triển và mở rộng. Tuy nhiên, thực trạng này vẫn còn nhiều thách thức và hạn chế cần được khắc phục để xây dựng một môi trường làm việc chuyên nghiệp và đạo đức hơn. Nhiều nhà thiết kế nội thất, đặc biệt là những người mới bước vào nghề, chưa được đào tạo bài bản về đạo đức nghề nghiệp. Điều này dẫn đến sự thiếu nhận thức về tầm quan trọng của đạo đức trong các quyết định thiết kế và trong mối quan hệ với khách hàng, nhà thầu, và các đối tác khác. Sự thiếu nhận thức này có thể dẫn đến các hành vi không chuyên nghiệp như sao chép ý tưởng thiết kế, không minh bạch trong việc báo giá, hoặc không tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn và môi trường...

Hiện tại, Việt Nam chưa có một khung pháp lý rõ ràng và cụ thể để quy định các nguyên tắc đạo đức nghề nghiệp cho ngành thiết kế nội thất. Các quy định về đạo đức chủ yếu dựa trên các quy ước nghề nghiệp tự nguyện và không có sự ràng buộc pháp lý mạnh mẽ. Sự thiếu hụt này dẫn đến việc các nguyên tắc đạo đức không được tuân thủ nghiêm ngặt, và khó kiểm soát hoặc xử lý khi có vi phạm xảy ra. Trong nhiều chương trình đào tạo thiết kế nội thất tại các trường đại học và cao đẳng ở Việt Nam, giáo dục về đạo đức nghề nghiệp chưa được tích hợp một cách đầy đủ. Các khóa học về đạo đức thường bị coi nhẹ hoặc chỉ là một phần nhỏ trong chương trình giảng dạy. Sinh viên tốt nghiệp thường thiếu kiến thức và kỹ năng cần thiết để đối mặt với các vấn đề đạo đức trong công việc thực tế, điều này có thể dẫn đến những quyết định không đúng đắn trong sự nghiệp sau này. Ngành thiết kế nội thất ở Việt Nam đang phát triển nhanh chóng, nhưng cũng đối mặt với áp lực thương mại và cạnh tranh gay gắt. Nhiều nhà thiết kế và công ty thiết kế có thể bị cuốn vào cuộc đua về giá cả, thời gian hoàn thành dự án, và lợi nhuận, dẫn đến việc bỏ qua các nguyên tắc đạo đức nghề nghiệp. Các hành vi như cắt giảm chi phí bằng cách sử dụng vật liệu kém chất lượng, không đảm bảo quyền lợi của khách hàng, hoặc lách luật để đạt được lợi nhuận cao hơn có thể xảy ra thường xuyên. Cộng đồng, bao gồm cả khách hàng và nhà thầu, thường ít quan tâm đến các nguyên tắc đạo đức trong thiết kế nội thất. Sự thiếu nhận thức này làm cho việc yêu cầu tuân thủ các chuẩn mực đạo đức trở nên khó khăn hơn. Thiếu sự giám sát và yêu cầu từ phía khách hàng và cộng đồng có thể làm giảm động lực tuân thủ

đạo đức của các nhà thiết kế. Việc nâng cao đạo đức nghề nghiệp trong lĩnh vực thiết kế nội thất ở Việt Nam sẽ không chỉ giúp bảo vệ quyền lợi của khách hàng mà còn góp phần xây dựng một ngành công nghiệp thiết kế bền vững và đáng tin cậy. Thứ nhất, chính phủ và các tổ chức nghề nghiệp cần phát triển các quy định rõ ràng và ràng buộc pháp lý về đạo đức nghề nghiệp trong thiết kế nội thất, nhằm đảm bảo các chuẩn mực đạo đức được tuân thủ nghiêm ngặt. Thứ 2, các hiệp hội nghề nghiệp như Hiệp hội Thiết kế Nội thất Việt Nam có thể đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy đạo đức nghề nghiệp, thông qua việc ban hành các quy tắc đạo đức, tổ chức các khóa đào tạo và hội thảo về đạo đức, cũng như giám sát và xử lý các vi phạm. Thứ 3, cần tăng cường truyền thông và giáo dục cộng đồng về tầm quan trọng của đạo đức nghề nghiệp trong thiết kế nội thất, từ đó tạo ra áp lực xã hội tích cực để các nhà thiết kế tuân thủ các chuẩn mực đạo đức. Thứ 4, các trường đại học và cao đẳng nên tích hợp các khóa học về đạo đức nghề nghiệp vào chương trình đào tạo thiết kế nội thất, đảm bảo sinh viên được trang bị đầy đủ kiến thức và kỹ năng về đạo đức trước khi bước vào nghề.

Tuy nhiên, việc tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp cho sinh viên ở Đại học có phải là sớm không? Đây là câu hỏi thường được đặt ra cho các chương trình đào tạo chuyên nghiệp về thiết kế nội thất. Guy đã nhận xét rằng: "Việc tìm kiếm sự xuất sắc bắt đầu từ đạo đức. Mỗi khi một người chọn lựa giữa các lựa chọn khác nhau, sự lựa chọn đó đều dựa trên những giá trị nằm trong cốt lõi của quy tắc đạo đức. Sự lựa chọn đó được xây dựng trên những giá trị cung cấp cơ sở cho lý luận có nguyên tắc và các quyết định đạo đức" [3]. Một số người khác cho rằng đạo đức là một bài tập về "sự tự hiểu biết", "nhận thức bản thân", hoặc là một "cuộc phiêu lưu trí tuệ" [4], [5]. Trong những năm gần đây, có một xu hướng mạnh mẽ trong giáo dục đại học là tích hợp việc giảng dạy đạo đức vào các chương trình chuyên nghiệp. Việc ra quyết định thiết kế có đạo đức, như một khóa học hoặc một chủ đề trong một khóa học lớn hơn, giúp sinh viên quen thuộc với loại vấn đề đạo đức mà họ sẽ gặp phải trong cuộc sống nghề nghiệp và cho phép họ hiểu rõ hơn về mối quan hệ giữa nghề nghiệp họ chọn và các nghề nghiệp và nhóm khác trong xã hội. Sinh viên đại học cần phát triển các kỹ năng phản biện [liên quan đến việc ra quyết định đạo đức] không chỉ để kiểm tra thế giới và xã hội mà họ là một phần của nó, mà còn để tự xem xét các mục tiêu cá nhân, một phần cần thiết trong sự phát triển đạo đức cá nhân [4, p. 31]. Kapplinger và Ray-Degges trong nghiên cứu "Can Ethics be Taught or Is It Too Late?" đã nhấn mạnh rằng giáo dục đạo đức nghề nghiệp là cần thiết để giúp sinh viên phát triển khả năng ra quyết định đạo đức trong môi trường làm việc. Họ đề xuất sử dụng các phương pháp giảng dạy như tranh luận và nghiên cứu tình huống để làm sinh viên quen thuộc với các vấn đề đạo đức mà họ sẽ gặp phải trong thực tế [6]. Piotrowski gợi ý rằng để một tổ chức chuyên nghiệp tồn tại, cần thiết phải thiết lập một "quy tắc đạo đức" xác định các tiêu chuẩn đạo đức cho các thành viên của nó. Thành viên trong một tổ chức được duy trì bằng cách kinh doanh theo cách có đạo đức [7]. Hiệp hội Thiết kế Nội thất Hoa Kỳ (ASID) và Hiệp hội Thiết kế Nội thất Quốc tế (IIDA) xác định trách nhiệm của các thành viên trong việc duy trì hành vi đạo đức đối với khách hàng, đồng nghiệp, nhà tuyển dụng và công chúng. Hành vi phi đạo đức của cá nhân có thể dẫn đến sự suy tàn của chính cá nhân đó cũng như của toàn bộ nghề thiết kế nội thất [8], [9]. Piotrowski còn nhận xét rằng: "Một cá nhân không thuộc một hiệp hội chuyên nghiệp không được miễn trừ khỏi việc hành xử đạo đức. Thay vì bị đuổi khỏi một hiệp hội, những cá nhân này có khả năng sẽ phải đối mặt với việc bị kiện bởi các khách hàng không hài lòng hoặc

bị thiệt hại. Ngay cả trong những thời kỳ kinh tế tồi tệ nhất, không có lý do gì để biện minh cho hành vi phi đạo đức" [7, p. 311]. Việc giảng dạy đạo đức là một thành phần quan trọng của giáo dục đại học. Bằng cách hiểu các khái niệm đạo đức chính của nghề nghiệp, sinh viên có thể phát triển được khung cơ sở cần thiết để hiểu các vấn đề thiết kế đạo đức.

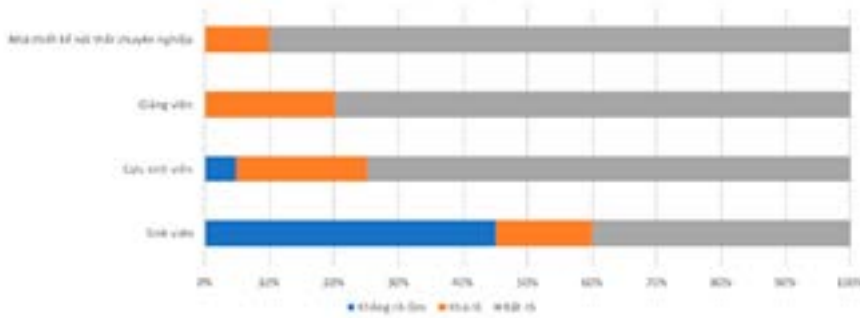
Tóm lại, việc tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp ở bậc đại học là một bước đi chiến lược và cần thiết. Nó không chỉ giúp sinh viên chuẩn bị tốt hơn cho sự nghiệp mà còn góp phần xây dựng một lực lượng lao động có trách nhiệm, chuyên nghiệp và đáng tin cậy trong tương lai. Thứ nhất, đại học là giai đoạn mà sinh viên bắt đầu phát triển những kiến thức chuyên môn và kỹ năng cần thiết cho nghề nghiệp tương lai. Tích hợp giáo dục đạo đức ngay từ sớm giúp họ xây dựng nền tảng đạo đức vững chắc, từ đó có thể ứng dụng ngay trong quá trình học tập và thực hành. Thứ 2, khi bắt đầu sự nghiệp, sinh viên sẽ phải đối mặt với những tình huống đạo đức phức tạp trong môi trường làm việc. Việc giáo dục đạo đức từ bậc đại học giúp sinh viên làm quen với những vấn đề này và chuẩn bị tâm lý cũng như kỹ năng cần thiết để đưa ra các quyết định đúng đắn. Thứ 3, giai đoạn đại học là thời điểm sinh viên hình thành các giá trị cá nhân và nghề nghiệp. Giáo dục đạo đức giúp họ nhận thức rõ ràng về trách nhiệm nghề nghiệp, từ đó phát triển một thái độ làm việc chuyên nghiệp và có trách nhiệm. Thứ 4, khi được học về đạo đức nghề nghiệp, sinh viên hiểu rõ hơn về hậu quả của những hành vi phi đạo đức, không chỉ đối với cá nhân mà còn đối với tổ chức và xã hội. Điều này giúp họ cân nhắc kỹ lưỡng trước khi đưa ra các quyết định trong công việc. Thứ 5, Giáo dục đạo đức thông qua các phương pháp như tranh luận, nghiên cứu tình huống, giúp sinh viên tham gia tích cực vào quá trình học tập, phát triển kỹ năng tư duy phản biện và phân tích tình huống. Đây là những kỹ năng quan trọng không chỉ trong học tập mà còn trong sự nghiệp sau này. Thứ 6, việc giáo dục đạo đức từ sớm giúp giảm thiểu nguy cơ sinh viên bị cuốn vào các hành vi phi đạo đức trong tương lai. Họ sẽ nhận thức rõ ràng về những chuẩn mực cần tuân thủ và hiểu được tầm quan trọng của việc duy trì đạo đức nghề nghiệp.

Giáo dục đạo đức nghề nghiệp đang được tích hợp và coi trọng tại nhiều trường đại học trên toàn thế giới, với các phương pháp tiếp cận đa dạng tùy thuộc vào quốc gia và lĩnh vực học tập. Các trường như Harvard, Stanford, Oxford, và LSE đều áp dụng giáo dục đạo đức thông qua các khóa học bắt buộc, tích hợp liên ngành, và các hoạt động ngoại khóa. Tại châu Âu, EPFL và Delft University of Technology cũng chú trọng giáo dục đạo đức trong kỹ thuật và công nghệ, trong khi tại châu Á, NUS và University of Tokyo tập trung vào đạo đức trong doanh nghiệp và công nghệ. Đại học Melbourne ở Úc tích hợp giáo dục đạo đức trong nhiều chương trình, từ thiết kế đến kinh doanh. Các trường sử dụng các phương pháp như nghiên cứu tình huống, tranh luận, và yêu cầu sinh viên ký cam kết danh dự để đảm bảo rằng họ được chuẩn bị tốt cho các thách thức đạo đức trong cuộc sống và sự nghiệp. Nhìn chung, giáo dục đạo đức nghề nghiệp đã trở thành một tiêu chuẩn quan trọng trong giáo dục đại học toàn cầu.

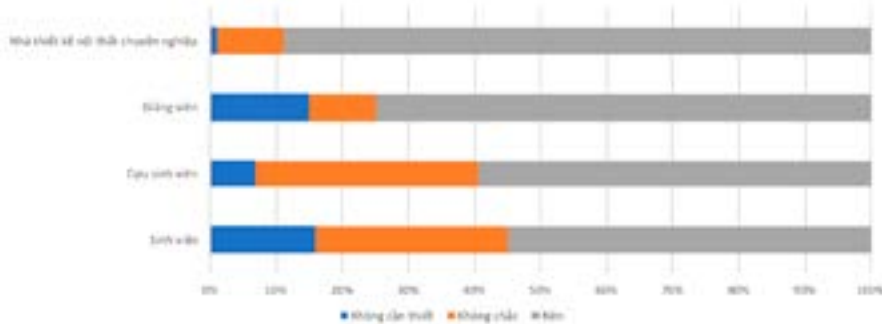
2. Phương pháp nghiên cứu

Phần đầu tiên của phương pháp nghiên cứu tập trung vào việc phân tích các tài liệu học thuật, báo cáo nghiên cứu, và chương trình đào tạo của các trường đại học trên toàn thế giới. Các tài liệu được lựa chọn bao gồm:

- Nghiên cứu trước đây: Các nghiên cứu như của Kapplinger và Ray-Degges (1998) và Piotrowski (1992) đã



Hình 1. Nhận thức về tầm quan trọng của đạo đức nghề nghiệp



Hình 2. Nhu cầu tích hợp giáo dục đạo đức trong chương trình đào tạo

được xem xét để hiểu rõ hơn về tầm quan trọng của giáo dục đạo đức nghề nghiệp và các phương pháp giảng dạy hiệu quả trong lĩnh vực thiết kế nội thất.

- Chương trình đào tạo của các trường đại học: Chúng tôi đã phân tích các chương trình đào tạo của một số trường đại học danh tiếng như Harvard Graduate School of Design (Hoa Kỳ), University of the Arts London (Anh), và Delft University of Technology (Hà Lan). Các chương trình này cung cấp cái nhìn sâu sắc về cách thức tích hợp giáo dục đạo đức vào chương trình đào tạo, với các môn học chuyên sâu về đạo đức nghề nghiệp, trách nhiệm xã hội, và các tình huống đạo đức trong thiết kế.

- Quy tắc đạo đức của các hiệp hội nghề nghiệp: Các bộ quy tắc đạo đức nghề nghiệp của các hiệp hội như American Society of Interior Designers (ASID), International Interior Design Association (IIDA), và Royal Institute of British Architects (RIBA) cũng đã được phân tích. Những quy tắc này đóng vai trò quan trọng trong việc thiết lập các tiêu chuẩn đạo đức và hướng dẫn hành vi cho các nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp.

Nghiên cứu này cũng sử dụng các phương pháp khảo sát định lượng và định tính để thu thập dữ liệu từ bốn nhóm đối tượng chính bao gồm:

- Sinh viên: Chiếm khoảng 40-50% tổng số mẫu (16-20 đối tượng). Sinh viên là nhóm đối tượng chính và có khả năng tiếp thu giáo dục đạo đức nghề nghiệp ngay từ đầu.

- Cựu sinh viên: Chiếm khoảng 20-25% tổng số mẫu (8-10 đối tượng). Nhóm này cung cấp thông tin về nhận thức sau khi ra trường và trải nghiệm thực tế.

- Giảng viên: Chiếm khoảng 10-15% tổng số mẫu (4-6 đối tượng). Giảng viên đóng vai trò quan trọng trong việc định hướng và giảng dạy đạo đức nghề nghiệp.

- Nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp: Chiếm khoảng 20-25% tổng số mẫu (8-10 đối tượng). Nhóm này cung cấp góc nhìn thực tế và kinh nghiệm trong ngành.

Bảng câu hỏi khảo sát trực tuyến được xây dựng dựa trên các mục tiêu nghiên cứu, với các câu hỏi lựa chọn và câu hỏi mở nhằm đánh giá nhận thức, kinh nghiệm, và quan điểm của các đối tượng về việc tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp.

Để bổ sung cho dữ liệu định lượng, phỏng vấn sâu được thực hiện với một số đối tượng đại diện từ mỗi nhóm để thu thập thông tin chi tiết hơn về các trải nghiệm và quan điểm cá nhân liên quan đến đạo đức nghề nghiệp trong thực tiễn.

- Đối với sinh viên và cựu sinh viên: Đánh giá được mức độ nhận thức và hiểu biết về đạo đức nghề nghiệp, cũng như trải nghiệm của họ với các vấn đề đạo đức trong học tập và công việc thực tế.

- Đối với giảng viên: Hiểu được quan điểm của giảng viên về việc tích hợp giáo dục đạo đức trong chương trình đào tạo và các thách thức khi thực hiện điều này.

- Đối với nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp: Thu thập thông tin về các thách thức đạo đức mà họ gặp phải trong nghề nghiệp và đánh giá của họ về sự chuẩn bị đạo đức từ chương trình đào tạo trước đó.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kết quả khảo sát

Kết quả cho thấy nhận thức về tầm quan trọng của đạo đức nghề nghiệp rất cao, đặc biệt là ở nhóm cựu sinh viên, giảng viên, và nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp. Điều này có thể phản ánh rằng khi tiếp xúc với thực tiễn nghề nghiệp, tầm quan trọng của đạo đức trở nên rõ ràng hơn. Nhóm sinh viên hiện tại cũng có mức độ nhận thức cao, nhưng vẫn có một số lượng đáng kể chưa nhận thức đầy đủ.

Cả sinh viên và cựu sinh viên đều cho rằng chương trình đào tạo hiện tại chưa đáp ứng đủ về mặt giáo dục đạo đức nghề nghiệp. Điều này chỉ ra rằng có một khoảng trống trong chương trình giảng dạy cần được cải thiện. Giảng viên và các chuyên gia trong ngành cũng nhận thấy sự cần thiết phải tăng cường giáo dục đạo đức, cho thấy sự đồng thuận rộng rãi về vấn đề này.

Kết quả cho thấy một tỉ lệ lớn cựu sinh viên và các nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp đã gặp phải các tình huống đạo đức trong công việc, điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc trang bị cho sinh viên các kỹ năng xử lý tình huống đạo đức trước khi họ bước vào thị trường lao động. Sinh viên hiện tại có ít kinh nghiệm hơn, điều này dễ hiểu do họ chưa có nhiều cơ hội tiếp xúc với thực tế.

Mức độ sẵn lòng tham gia vào các hoạt động giáo dục đạo đức nghề nghiệp là khá cao ở tất cả các nhóm, đặc biệt là giảng viên và sinh viên. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc triển khai các chương trình giáo dục đạo đức, bao gồm các hội thảo, khóa học ngoại khóa, và các dự án hợp tác với các chuyên gia trong ngành.

Kết quả khảo sát này cho thấy sự nhận thức cao về tầm quan trọng của giáo dục đạo đức nghề nghiệp và sự cần

thiết phải tích hợp nó vào chương trình đào tạo ngành thiết kế nội thất. Việc cải thiện nội dung giảng dạy và tăng cường các hoạt động giáo dục đạo đức sẽ giúp sinh viên chuẩn bị tốt hơn cho các tình huống đạo đức trong công việc thực tiễn. Đồng thời, sự hợp tác giữa giảng viên, sinh viên, cựu sinh viên, và các nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp là cần thiết để xây dựng một môi trường học tập và làm việc đạo đức và chuyên nghiệp.

Bài học kinh nghiệm từ các trường đại học trên thế giới

Mặc dù không có một luật hoặc quy định cụ thể nào áp đặt rằng đạo đức nghề nghiệp là tiêu chuẩn bắt buộc trong giáo dục đại học toàn cầu, nhưng có rất nhiều bằng chứng từ các quy định pháp lý quốc gia, hiệp hội chuyên ngành, tiêu chuẩn giáo dục, chương trình giảng dạy và kiểm định chất lượng quốc tế cho thấy đạo đức nghề nghiệp đã trở thành một yếu tố quan trọng không thể thiếu.

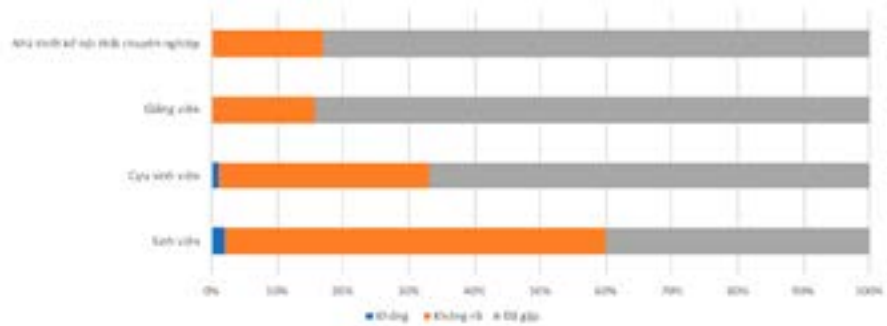
Tại Cornell University (Mỹ), chương trình thiết kế nội thất tích hợp giáo dục đạo đức vào nhiều môn học khác nhau. Ví dụ, trong khóa học 'Sustainable Design,' sinh viên không chỉ học về các phương pháp thiết kế bền vững mà còn thảo luận về các vấn đề đạo đức liên quan đến việc lựa chọn vật liệu và tác động môi trường. Trong khóa học 'Project Management for Interior Design' sinh viên thảo luận về các tình huống đạo đức liên quan đến quản lý dự án và tương tác với khách hàng [8], [9].

Đại học Stanford (Mỹ) sử dụng các nghiên cứu tình huống thực tế trong khóa học 'Design Ethics.' Sinh viên được yêu cầu phân tích các tình huống mà các nhà thiết kế nội thất nổi tiếng đã gặp phải, ví dụ như quyết định thiết kế liên quan đến việc sử dụng nguồn lực hạn chế hoặc các yêu cầu không đạo đức từ khách hàng. Những nghiên cứu này giúp sinh viên hiểu rõ hơn về các yếu tố đạo đức trong thực tế và cách xử lý chúng [10].

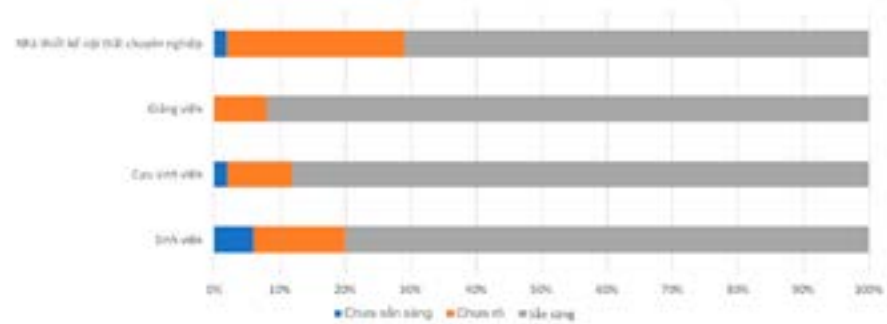
Tại Đại học Melbourne (Úc), chương trình thiết kế nội thất thường tổ chức các buổi tranh luận về các vấn đề đạo đức trong thiết kế. Trong khóa học 'Professional Practice for Interior Designers,' sinh viên thảo luận và tranh luận về các tình huống như bảo vệ quyền lợi của khách hàng trong quá trình thiết kế hay xử lý các yêu cầu phi đạo đức từ nhà thầu. Những buổi tranh luận này giúp sinh viên phát triển kỹ năng phản biện và nhận thức đa chiều về các vấn đề đạo đức [11].

Tại Đại học Oxford (Anh), chương trình đào tạo giảng viên về đạo đức được tổ chức thường xuyên để đảm bảo rằng giảng viên có đủ kỹ năng và kiến thức để giảng dạy đạo đức trong các môn học thiết kế nội thất. Các khóa học như 'Design Philosophy and Ethics' yêu cầu giảng viên sử dụng các phương pháp giảng dạy tích cực, chẳng hạn như phân tích tình huống và hướng dẫn thảo luận về các vấn đề đạo đức trong thiết kế nội thất [12].

Harvard Business School (Mỹ), mặc dù không trực tiếp liên quan đến thiết kế nội thất, nhưng có một mô hình cam



Hình 3. Kinh nghiệm gặp phải các tình huống đạo đức trong công việc



Hình 4. Sự sẵn lòng tham gia vào các hoạt động giáo dục đạo đức nghề nghiệp

kết đạo đức rất hiệu quả mà các chương trình thiết kế nội thất có thể học hỏi. Sinh viên tại HBS ký cam kết danh dự để duy trì các tiêu chuẩn đạo đức trong học tập và nghề nghiệp. Các chương trình thiết kế nội thất tại Harvard Graduate School of Design có thể tích hợp cam kết tương tự, đảm bảo rằng sinh viên nhận thức được trách nhiệm đạo đức của họ ngay từ khi bắt đầu học tập [13].

Tại National University of Singapore (NUS), sinh viên thiết kế nội thất tham gia vào các chương trình thực tập có giám sát trong các công ty thiết kế nội thất hàng đầu. Trong suốt quá trình thực tập, sinh viên được hướng dẫn bởi các chuyên gia có kinh nghiệm và phải đối mặt với các tình huống thực tế, từ đó áp dụng các nguyên tắc đạo đức vào công việc hàng ngày. Những trải nghiệm này giúp sinh viên hiểu rõ hơn về cách duy trì các chuẩn mực đạo đức trong môi trường làm việc thực tế [14].

Tại Delft University of Technology (Hà Lan) chương trình thiết kế nội thất có một hệ thống đánh giá liên tục các bài tập và dự án liên quan đến đạo đức. Trong khóa học 'Ethics in Design' sinh viên phải viết các bài luận phản ánh về các quyết định đạo đức mà họ đã đưa ra trong các dự án. Giảng viên cung cấp phản hồi chi tiết và tổ chức các buổi thảo luận để sinh viên có thể học hỏi từ những sai lầm và cải thiện kỹ năng ra quyết định của mình [15].

Đề xuất giải pháp tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp trong hoạt động của câu lạc bộ (CLB) nội thất trẻ - trường đại học Kiến trúc Hà Nội

Việc đề xuất tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp trong chương trình đào tạo ngành thiết kế nội thất tại trường Đại học Kiến trúc Hà Nội là cần thiết để đáp ứng yêu cầu của thị trường và xã hội, đồng thời nâng cao chất lượng đào tạo và uy tín của nhà trường. Việc thành lập Câu lạc bộ Nội Thất Trẻ là một giải pháp hiệu quả, không chỉ hỗ trợ cho chương trình đào tạo chính thức mà còn tạo ra một môi trường học tập tích cực, nơi sinh viên có thể rèn luyện và phát triển toàn

diện cả về chuyên môn và đạo đức nghề nghiệp. Ra mắt vào ngày 20/7/2023, CLB Nội Thất Trẻ đã thu hút sự chú ý của đông đảo sinh viên ngành Nội thất và các lĩnh vực liên quan. Đây là một cộng đồng sáng tạo và đầy cảm hứng, nơi các sinh viên có thể chia sẻ kiến thức, kinh nghiệm và ý tưởng thiết kế độc đáo. CLB trực thuộc Hội Sinh viên và Liên chi Đoàn - Hội Khoa Nội thất của trường, và nhận được sự hỗ trợ nhiệt tình từ đội ngũ giảng viên. CLB không chỉ tập trung vào việc học tập trong ngành mà còn tổ chức các hoạt động như talk show, hội thảo chuyên đề, giúp sinh viên tiếp cận các xu hướng mới. Các giảng viên Khoa Nội thất đóng vai trò tích cực trong việc hướng dẫn và tổ chức hoạt động cho CLB, tạo cơ hội thực hành và phát triển kỹ năng chuyên môn. CLB là nơi quy tụ những sinh viên trẻ đầy nhiệt huyết, có niềm đam mê học hỏi và sẵn sàng tham gia vào các hoạt động đổi mới trong lĩnh vực thiết kế nội thất. CLB không ngừng tìm kiếm những hình thức hoạt động mới mẻ và sáng tạo, phù hợp với nhu cầu học tập và xu hướng của sinh viên hiện đại. Đây là những yếu tố nền tảng quan trọng để đưa ra các giải pháp tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp vào các hoạt động của CLB, nhằm không chỉ phát triển kỹ năng chuyên môn mà còn rèn luyện đạo đức nghề nghiệp cho sinh viên từ sớm. Một số đề xuất hoạt động cho câu lạc bộ Nội thất trẻ nhằm nâng cao nhận thức về đạo đức nghề nghiệp cho sinh viên bao gồm:

- Tổ chức các buổi hội thảo chuyên đề về đạo đức nghề nghiệp: Mời các chuyên gia trong ngành thiết kế nội thất, luật sư, hoặc các nhà nghiên cứu về đạo đức để thảo luận về các tình huống đạo đức thực tiễn trong nghề nghiệp. Sinh viên và giảng viên sẽ được tham gia vào các buổi hội thảo, nơi họ có thể thảo luận và phân tích các vấn đề đạo đức. Sinh viên hiểu rõ hơn về tầm quan trọng của đạo đức nghề nghiệp và cách áp dụng nó trong thực tế, đồng thời phát triển khả năng phân tích và giải quyết vấn đề.

- Tổ chức các cuộc thi và dự án thiết kế có tích hợp yếu tố đạo đức: CLB có thể tổ chức các cuộc thi thiết kế hoặc dự án nhóm, nơi sinh viên phải giải quyết các vấn đề thiết kế thực tế trong khi tuân thủ các nguyên tắc đạo đức nghề nghiệp. Các cuộc thi này có thể bao gồm việc lựa chọn vật liệu bền vững, thiết kế thân thiện với người sử dụng, và đảm bảo an toàn lao động. Sinh viên có cơ hội thực hành và thể hiện khả năng thiết kế trong khi tuân thủ các chuẩn mực đạo đức, đồng thời nâng cao nhận thức về trách nhiệm xã hội của mình.

- Tổ chức chương trình thực tập và tham quan thực tế: CLB sẽ hợp tác với các công ty thiết kế nội thất và các tổ chức liên quan để tổ chức các chương trình thực tập và tham quan thực tế. Trong quá trình thực tập, sinh viên sẽ được hướng dẫn và đánh giá về việc áp dụng các nguyên tắc đạo

Bảng 1. Tổng hợp bài học kinh nghiệm trong việc tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp trong chương trình đào tạo thiết kế nội thất của các trường Đại học trên thế giới

Xây dựng các học phần chuyên biệt về đạo đức nghề nghiệp	Thiết kế các khóa học chuyên sâu về đạo đức nghề nghiệp trong thiết kế nội thất, bao gồm các nguyên tắc cơ bản, quy tắc đạo đức, và các vấn đề đạo đức thường gặp trong nghề. Nội dung có thể bao gồm phân tích các tình huống đạo đức, các trường hợp vi phạm đạo đức và các biện pháp xử lý, cũng như cách thức duy trì các tiêu chuẩn đạo đức cao trong thực hành nghề nghiệp.
Sử dụng nghiên cứu tình huống và bài tập thực tế	Tích hợp các nghiên cứu tình huống thực tế vào chương trình học, nơi sinh viên có thể thảo luận, phân tích và đưa ra các giải pháp cho các vấn đề đạo đức gặp phải trong thực tế. Khuyến khích sinh viên tạo ra các tình huống đạo đức giả định và giải quyết chúng dựa trên kiến thức đã học.
Tranh luận và thảo luận nhóm	Tổ chức các buổi tranh luận hoặc thảo luận nhóm về các vấn đề đạo đức, cho phép sinh viên thể hiện quan điểm cá nhân và học hỏi từ những quan điểm khác nhau. Các buổi tranh luận này không chỉ giúp sinh viên phát triển kỹ năng phản biện mà còn tạo ra môi trường học tập tích cực, nơi họ có thể thử nghiệm và củng cố những giá trị đạo đức của mình.
Tích hợp đạo đức vào các môn học hiện có	Đạo đức nghề nghiệp có thể được tích hợp vào các môn học hiện có trong chương trình đào tạo, chẳng hạn như thiết kế không gian, quản lý dự án, và các khóa học về công nghệ vật liệu. Điều này giúp sinh viên nhận thức rằng đạo đức là một phần không thể thiếu trong tất cả các khía cạnh của công việc thiết kế nội thất.
Mời chuyên gia giảng dạy và chia sẻ kinh nghiệm	Mời các chuyên gia trong lĩnh vực thiết kế nội thất, luật sư hoặc các nhà tư vấn đạo đức đến giảng dạy hoặc tổ chức các buổi hội thảo chuyên đề về đạo đức nghề nghiệp. Sinh viên có thể học hỏi từ những ví dụ thực tế và hiểu rõ hơn về tầm quan trọng của việc duy trì các tiêu chuẩn đạo đức trong nghề.
Khuyến khích thực tập có giám sát và hướng dẫn	Thực hiện các chương trình thực tập có giám sát, nơi sinh viên có thể áp dụng các nguyên tắc đạo đức trong công việc thực tế dưới sự hướng dẫn của các chuyên gia có kinh nghiệm. Các giảng viên hoặc cố vấn có thể theo dõi và đánh giá hành vi đạo đức của sinh viên trong môi trường làm việc thực tế.
Đánh giá và phản hồi liên tục	Xây dựng các hệ thống đánh giá liên tục, bao gồm việc đánh giá thái độ và hành vi đạo đức của sinh viên trong các dự án và bài tập. Cung cấp phản hồi thường xuyên để sinh viên có thể cải thiện và phát triển nhận thức về đạo đức trong nghề nghiệp.
Phát triển tài liệu học tập và hướng dẫn về đạo đức	Tạo ra các tài liệu học tập, hướng dẫn và sách giáo khoa chuyên biệt về đạo đức nghề nghiệp trong thiết kế nội thất, giúp sinh viên có tài liệu tham khảo rõ ràng và hữu ích.

đức nghề nghiệp vào công việc thực tế. Sinh viên có kinh nghiệm thực tế và hiểu biết sâu sắc hơn về các thách thức đạo đức mà họ có thể gặp phải trong sự nghiệp, đồng thời phát triển kỹ năng ứng dụng lý thuyết vào thực hành.

- Tổ chức các buổi thảo luận nhóm và câu lạc bộ sách: Sinh viên và giảng viên sẽ tổ chức các buổi thảo luận nhóm hoặc câu lạc bộ sách, nơi họ có thể đọc và thảo luận về các tài liệu liên quan đến đạo đức nghề nghiệp, thiết kế bền vững, và các xu hướng mới trong ngành. Nâng cao tư duy phản biện và khả năng tự học của sinh viên, đồng thời thúc đẩy văn hóa đọc và học tập suốt đời.

Câu lạc bộ Nội Thất Trẻ tại Khoa Nội Thất, Đại học Kiến trúc Hà Nội sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ đào tạo ngoài chương trình chính thức, nâng cao nhận thức và giáo dục đạo đức nghề nghiệp cho sinh viên. Thông qua các hoạt động đa dạng và thực tiễn, CLB không chỉ giúp sinh viên phát triển kỹ năng chuyên môn mà còn tạo dựng nền tảng đạo đức vững chắc, chuẩn bị cho sự nghiệp tương lai. Ngoài ra, việc nâng cao đạo đức của giảng viên đại học ngành thiết kế nội thất trở nên vô cùng cần thiết. Giảng viên không chỉ đóng vai trò là người truyền đạt kiến thức mà còn là những nhà thiết kế chuyên nghiệp và nhà nghiên cứu khoa học, có trách nhiệm làm gương cho sinh viên. Giảng viên không chỉ giảng dạy mà còn tham gia trực tiếp vào thực hành nghề nghiệp và nghiên cứu khoa học. Do đó, họ cần thể hiện sự trung thực, minh bạch và trách nhiệm trong mọi hoạt động chuyên môn và học thuật của mình. Điều này không chỉ giúp nâng cao chất lượng đào tạo mà còn góp phần xây dựng hình ảnh tích cực cho ngành thiết kế nội thất. Sinh viên, trong quá trình học tập, luôn nhìn vào các giảng viên như những

tấm gương đạo đức và chuyên môn. Khi giảng viên thể hiện đạo đức nghề nghiệp một cách nhất quán, sinh viên sẽ có động lực và định hướng để phát triển bản thân theo các chuẩn mực đạo đức cao cả. Đây là nền tảng quan trọng để họ trở thành những nhà thiết kế có trách nhiệm và đạo đức trong tương lai. Vì vậy, cần thiết phải có những chính sách và chương trình đào tạo, bồi dưỡng đạo đức nghề nghiệp dành riêng cho giảng viên ngành thiết kế nội thất. Đồng thời, các cơ sở đào tạo cần tạo điều kiện để giảng viên có thể kết hợp hài hòa giữa giảng dạy, thực hành nghề nghiệp, và nghiên cứu khoa học, đảm bảo rằng họ luôn giữ vững đạo đức nghề nghiệp và truyền cảm hứng cho thế hệ sinh viên tiếp theo.

4. Kết luận

Việc tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp vào chương trình đào tạo ngành thiết kế nội thất là một bước đi chiến lược và cần thiết trong bối cảnh phát triển hiện nay. Nghiên cứu đã làm rõ vai trò quan trọng của giáo dục đạo đức trong việc chuẩn bị cho sinh viên đối mặt với những thách thức đạo đức trong nghề nghiệp và cuộc sống. Việc triển khai các hoạt động ngoại khóa, như tham gia hoạt động xã hội và thành lập câu lạc bộ nghề nghiệp sẽ góp phần tích cực vào quá trình học tập và rèn luyện của sinh viên. Những kết quả này khẳng định rằng việc giáo dục đạo đức nghề nghiệp không chỉ giúp nâng cao chất lượng đào tạo mà còn đảm bảo rằng sinh viên được trang bị đầy đủ kỹ năng và phẩm chất cần thiết để trở thành những nhà thiết kế nội thất chuyên nghiệp, có trách nhiệm và đạo đức trong công việc. Việc tích hợp giáo dục đạo đức nghề nghiệp, do đó, đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng nền tảng vững chắc cho sự phát triển bền vững của ngành thiết kế nội thất tại Việt Nam./

Tài liệu tham khảo

1. M. Fryer, *Sustainable Design Ethics: Understanding and Applying the Principles*. Routledge, 2021.
2. R. E. Anderson and D. K. Johnson, *Ethics for Interior Designers*, Fairchild Books, 2019.
3. Guy, M. *Ethical Decision Making in Everyday Work Solutions*. Quorum Books, 1990.
4. Institute of Society, *Ethics and the Life Sciences*. 1980.
5. Solomon, R. C. *Ethics and Excellence*. Oxford University Press, 1992.
6. Kapplinger, E., and S. Ray-Degges. "Can Ethics Be Taught or Is It Too Late?" 1998.
7. Piotrowski, C. *Interior Design Management*. Van Nostrand Reinhold, 1992.
8. Cornell University, "Interior Design & Architecture," *College Majors 101*, 2024. [Online]. Available: <https://www.collegemajors101.com/featured-college-major-programs/interior-design-cornell-university>.
9. Cornell University, "Sustainable Design," *College of Human Ecology*, 2024. [Online]. Available: <https://www.human.cornell.edu/dea>.
10. Stanford University, "Design Ethics," *Stanford Graduate School of Design*, 2024.
11. University of Melbourne, "Professional Practice for Interior Designers," *Melbourne School of Design*, 2024.
12. University of Oxford, "Design Philosophy and Ethics," *Department of Continuing Education*, 2024.
13. Harvard Business School, "Ethics Pledge," 2024.
14. National University of Singapore, "Supervised Internships in Interior Design," *NUS School of Design and Environment*, 2024.
15. Delft University of Technology, "Ethics in Design," *Faculty of Architecture and the Built Environment*, 2024.