

MỘT SỐ THÀNH TỰU NỔI BẬT

Some outstanding achievements

- Về soạn thảo trình ban hành các văn bản quy phạm pháp luật:

- Tham gia soạn thảo Luật Xây dựng số 50/2014/QH13

- Chủ trì soạn thảo các Nghị định của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng số 99/2007/NĐ-CP ngày 13/6/2007, số 112/2009/NĐ-CP ngày 14/12/2009, số 32/2015/NĐ-CP ngày 25/3/2015; Nghị định của Chính phủ về xây dựng, quản lý và sử dụng hệ thống thông tin về nhà ở và thị trường bất động sản số 117/2015/NĐ-CP ngày 12/11/2015;

- Chủ trì soạn thảo các thông tư hướng dẫn của Bộ Xây dựng trong lập và quản lý chi phí đầu tư xây dựng, dịch vụ công ích đô thị, quy hoạch xây dựng và đô thị; xây dựng và quản lý thông tin, cơ sở dữ liệu về nhà ở và thị trường bất động sản; hướng dẫn về đào tạo bồi dưỡng nghiệp vụ và cấp chứng chỉ hành nghề định giá xây dựng;...

- Về Xây dựng hệ thống công cụ, thông tin phục vụ quản lý nhà nước ngành xây dựng:

- Chủ trì soạn thảo trên 50 Quyết định của Bộ trưởng Bộ Xây dựng ban hành hệ thống chỉ tiêu, định mức kinh tế-kỹ thuật, các chỉ tiêu suất vốn đầu tư xây dựng và giá bộ phận kết cấu công trình, chỉ số giá xây dựng cho các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương, định mức dự toán xây dựng công trình, định mức dịch vụ công ích đô thị, hướng dẫn áp dụng BIM trong đầu tư xây dựng,...

- Soạn thảo các báo cáo đánh giá diễn biến tình hình thị trường (bao gồm: thị trường dịch vụ tư vấn, vật liệu, nhân công, máy và thiết bị thi công, thị trường bất động sản), báo cáo đánh giá về cơ chế chính sách nhằm cung cấp thông tin phục vụ quản lý nhà nước của Bộ Xây dựng

- Chủ trì soạn thảo các đề án báo cáo Bộ Xây dựng trình Chính phủ về Huy động các nguồn lực đầu tư xây dựng hệ thống cấp, thoát nước và xử lý chất thải rắn sinh hoạt; Áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình xây dựng.

- Triển khai nhiều đề tài, dự án nghiên cứu cấp nhà nước và cấp Bộ thuộc lĩnh vực được giao. Kết quả nghiên cứu đều được áp dụng trên thực tế và cụ thể hoá trong việc soạn thảo các cơ chế chính sách, văn bản quy phạm pháp luật phục vụ quản lý nhà nước.
- Đã tổ chức nhiều khoá đào tạo, bồi dưỡng nghiệp vụ để nâng cao năng lực cho cán bộ, công chức, viên chức thuộc ngành Xây dựng.
- Đã hướng dẫn và thực hiện tư vấn cho nhiều chủ đầu tư về lập, quản lý chi phí, hỗ trợ công tác quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình quan trọng quốc gia, công trình có quy mô lớn, kỹ thuật phức tạp

- About drafting and putting forward legal documents:

- Participated in drafting Construction Law No. 50/2014/QH13;

- Led the drafting process of Government Decrees on management of construction investment costs No.99/2007/NĐ-CP dated June 13th, 2007, No.112/2009/NĐ-CP dated December 14th, 2009, No.32/2015/NĐ-CP dated March 25th, 2015; Government Decree on building, managing and using information system of housing and real estate market No. 117/2015/NĐ-CP dated November 12th, 2015;

- Led the drafting process for circulars of Ministry of Construction in estimating and managing construction investment costs, urban public services, construction and urban planning; building and managing information, databases on housing and real estate market; instructions on professional training and issuance of construction cost estimator practising certificate;...

- Creating tools and information system for the state management of construction industry:

- Led the drafting process for more than 50 decisions of the Minister of Construction promulgating the system of indicators, economic-technical norms, investment unit cost and construction unit cost, price index for provinces and cities directly under Central Government, construction cost norms, urban public service norms, guidelines for implementing BIM in construction investment,...

- Prepared reports to evaluate market situation (including market of consulting services, materials, labor, construction machines and equipment, real estate market), and evaluation report on policy mechanism to provide information for state management of the Ministry of Construction

- Led the drafting process to report of Ministry of Construction to the Government for mobilizing resources for investment in construction of water supply, drainage and solid waste treatment systems; Application of Building Information Model (BIM) in construction activities and construction operation management.

- Conducting many research projects at the state and ministerial levels in the assigned fields. Research results are applied in practice and used in drafting mechanisms, policies and legal documents for state management.
- Organized many professional training courses to improve the capability of cadres, civil servants in the Construction industry.
- Provided guidelines and consulting services to many investors on estimating and managing costs, supporting the project management activities for important, large-scale and complex projects.

TIỀM LỰC

Với gần 150 cán bộ gồm Tiến sỹ, Thạc sỹ, Kỹ sư, Cử nhân các chuyên ngành khoa học được đào tạo chuyên sâu, có hệ thống, thường xuyên cập nhật kiến thức, tiến bộ của khoa học công nghệ xây dựng, có kinh nghiệm thực tiễn, đầy đủ thông tin thị trường ... đáp ứng yêu cầu trong nghiên cứu, quản lý, đào tạo, tư vấn nghiệp vụ theo nhiệm vụ chủ yếu của Viện trên thực tế.

POTENTIALS

With 150 staffs including Ph.D, MA, Eng, BA, who have strong expertise and experience and are adequately equipped to get updated knowledge and information, ICE is able to meet all the requirements in research, management, training and consulting activities.



TẠP CHÍ
KINH TẾ XÂY DỰNG
VIỆN KINH TẾ XÂY DỰNG - BỘ XÂY DỰNG

★ **TỔNG BIÊN TẬP**

TS. Nguyễn Phạm Quang Tú

★ **PHÓ TỔNG BIÊN TẬP**

ThS. Vũ Hồng Hoa

★ **BAN THƯ KÝ**

TS. Tạ Ngọc Bình

CN. Nguyễn Văn Minh

TÒA SOẠN

20 Thế Giao, Hai Bà Trưng, Hà Nội

Tel: **024.3974 2152**

Email: tapchiktxd@gmail.com

Giấy phép hoạt động Tạp chí In

số 58/GP-BTTTT ngày 15/3/2024

ISSN 1859-4921

Design: Phạm Huyền Hậu

In tại: Công ty cổ phần in thương mại

và trao đổi văn hoá Việt Nam

In xong và nộp lưu chiểu năm 2024

Giá: 50.000 đồng

MỤC LỤC

NGHIÊN CỨU LÝ LUẬN

4

Thúc đẩy ứng dụng công nghệ số nhằm nâng cao năng suất, chất lượng các lĩnh vực của ngành xây dựng

* TS. Tạ Ngọc Bình

* KS. Nguyễn Quốc Bảo

* KS. Nguyễn Hữu Phát

10

Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để lựa chọn phương án tổ chức thi công xây dựng của nhà thầu xây dựng

* Nguyễn Văn Cự

* Nguyễn Phương Linh

* Trần Quang Đức

24

Thúc đẩy đầu tư xây dựng công trình xanh từ kinh nghiệm của một số nước trên thế giới

* TS. Ngô Thế Vinh

* CN. Ngô Minh Thành

30

Một số vấn đề về yếu tố rủi ro và quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông đường bộ theo hợp đồng BOT ở Việt Nam

* ThS. Nguyễn Ngọc Long

* TS. Phạm Thanh Thủy

37

Giải pháp số hóa toàn diện hệ thống hạ tầng giao thông thủy nội địa trên nền tảng BIM-GIS

* Hoàng Hiệp

* Trần Phúc Minh Khôi

TRAO ĐỔI NGHIÊN CỨU, GIỚI THIỆU CHUYÊN NGÀNH

46

Ứng dụng mô hình ISM để phân tích các rào cản thực hiện BIM tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam

* Nguyễn Văn Cự

* Nguyễn Thị Hoài Linh

* Trần Quang Đức

52

Vai trò của tư vấn BIM trong dự án đầu tư xây dựng

* ThS. Nguyễn Danh Thắng

57

Môi trường dữ liệu chung (CDE): Nền tảng số hóa toàn diện cho quản lý và trao đổi thông tin trong dự án xây dựng

* Châu Tuấn Hải

* Nguyễn Văn Nguyên

* Vũ Hoàng Nghị

63

Ứng dụng BIM trong phân tích kết cấu hạ tầng giao thông phù hợp điều kiện Việt Nam

* Phạm Ngọc Bày

* Trần Văn Tâm



CONTENTS

TẠP CHÍ
KINH TẾ XÂY DỰNG
VIỆN KINH TẾ XÂY DỰNG - BỘ XÂY DỰNG

THEORETICAL STUDY

- 4 Promoting digital technology to enhance productivity and quality in construction industry**
* Dr. Ta Ngoc Binh
* Eng. Nguyen Quoc Bao
* Eng. Nguyen Huu Phat
- 10 Analytic Hierarchy Process (AHP) application in selecting execution plans for construction contractors**
* Nguyen Van Cu
* Nguyen Phuong Linh
* Tran Quang Duc
- 24 Experiences in promoting green projects across various countries worldwide**
* Dr. Ngo The Vinh,
* Ngo Minh Thanh
- 30 Risk criteria and risk management in road transportation projects under BOT contracts in Vietnam**
* MSc. Nguyen Ngoc Long
* Dr. Pham Thanh Thuy
- 37 BIM-GIS integration for comprehensive digital solutions in domestic river transportation**
* Hoang Hiep
* Tran Phuc Minh Khôi
*

INTRODUCTION AND EXCHANGE

- 46 Application of the ISM model to analyze barriers to BIM implementation in project management units in Vietnam**
* Nguyen Van Cu
* Nguyen Thi Hoai Linh
* Tran Quang Duc
- 52 The role of BIM consultants in investment construction projects**
* MSc. Nguyen Danh Thang
- 57 Common Data Environment (CDE): A comprehensive digitalized foundation for management and information exchange in construction projects**
* Chau Tuan Hai
* Nguyen Van Nguyen
* Vu Hoang Nghi
- 63 BIM application in structural analysis for suitable transportation infrastructure in Vietnam**
* Pham Ngoc Bay
* Tran Van Tam

- ★ **EDITOR-IN-CHIEF**
Dr. Nguyen Pham Quang Tu
- ★ **DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF**
MSc. Vu Hong Hoa
- ★ **MANAGING EDITOR**
Dr. Ta Ngoc Binh
BA. Nguyen Van Minh

OFFICE
20 The Giao, Hanoi
Tel: 024.3974 2152
Email: tapchiktxd@gmail.com
Publication No. 58/GP-BTTTTdate
15th, March, 2024
ISSN 1859-4921

Design: Pham Huyen Hau
Printed in: Viet Nam Culture
Exchange and Trading Print
Joint Stock Company

Price: 50.000 VND



THÚC ĐẨY ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ NHẪM NÂNG CAO NĂNG SUẤT, CHẤT LƯỢNG CÁC LĨNH VỰC CỦA NGÀNH XÂY DỰNG

TS. TẠ NGỌC BÌNH, KS. NGUYỄN QUỐC BẢO, KS. NGUYỄN HỮU PHÁT
Phòng Nghiên cứu Kinh tế đầu tư và Xây dựng số, Viện Kinh tế xây dựng, Bộ Xây dựng

(Ngày nhận bài: 23/9/2024, ngày sửa bài: 06/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Cách mạng Công nghiệp lần thứ 4 (CMCN 4.0) đang ngày càng hiện hữu với những tác động mạnh mẽ, sâu rộng tới mọi mặt đời sống kinh tế - xã hội trên toàn cầu. Nhiều quốc gia trên thế giới với trình độ phát triển khác nhau đã xây dựng và triển khai chiến lược/chương trình quốc gia về chuyển đổi số để thích ứng và làm chủ CMCN 4.0. BIM đóng vai trò là nền tảng cơ bản để kết hợp hệ thống các công nghệ số với các hoạt động cơ học trên công trường. BIM giúp kết nối các công cụ kỹ thuật số như: công nghệ quét video và laser, trí tuệ nhân tạo (AI) và điện toán đám mây, phân tích dữ liệu và dữ liệu lớn, đám mây điểm, chuỗi khối, mô phỏng và tăng cường thực tế để hỗ trợ tốt hơn trong các hoạt động xây dựng. Đối với Việt Nam, để tận dụng được các cơ hội và hạn chế các thách thức do CMCN 4.0 mang lại, đồng thời chủ động tham gia CMCN 4.0, cần thiết phải sớm có các cơ chế, chính sách, chiến lược, kế hoạch thúc đẩy chuyển đổi trên cơ sở ứng dụng rộng rãi dữ liệu và công nghệ số phù hợp để định hướng phát triển kinh tế - xã hội.

Từ khóa: BIM, Cách mạng Công nghiệp lần thứ 4, Xây dựng 4.0.

Abstract: The Industry 4.0 is increasingly present with strong and profound impacts on all aspects of economic and social life globally. Many countries in the world with different levels of development have built and implemented national strategies/programs on digital transformation to adapt to and master Industry 4.0. BIM plays a fundamental role in combining digital technology systems with mechanical activities on the construction site. BIM helps connect digital tools such as: video and laser scanning technology, artificial intelligence (AI) and cloud computing, data analytics and big data, point clouds, blockchain, simulation and augmented reality to better support construction activities. For Vietnam, to take advantage of the opportunities and limit the challenges brought about by the 4th Industrial Revolution, and at the same time proactively participate in the 4th Industrial Revolution, it is necessary to soon have mechanisms, policies, strategies, and plans to promote transformation based on the widespread application of appropriate data and digital technology to orient socio-economic development.

Keywords: BIM, Industry 4.0, Construction 4.0.

1. Mở đầu

Thời gian qua, nhiều ngành kinh tế tại Việt Nam đang thực hiện chuyển đổi, thúc đẩy ứng dụng công nghệ số nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả, năng lực cạnh tranh ngành như giao thông vận tải và logistics, nông nghiệp, tài chính - ngân hàng (thuế, hải quan, kho bạc, chứng khoán), y tế, giáo dục, năng lượng, tài nguyên và môi trường, sản xuất công nghiệp.

Ngành xây dựng có vai trò hết sức quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, và là lực lượng chủ yếu tạo ra tài sản cố định, cơ sở vật chất, hạ tầng kỹ thuật phục vụ phát triển kinh tế - xã

hội. Trong những năm vừa qua GDP của ngành xây dựng đóng góp bình quân hàng năm từ 5,3% đến 5,9% GDP cả nước, nếu tính cả lĩnh vực sản xuất vật liệu xây dựng (2,1% đến 2,5%), lĩnh vực bất động sản khoảng 6%, ngành xây dựng đóng góp khoảng từ 14% GDP cả nước¹. Giá trị sản xuất các sản phẩm chủ yếu của Ngành tăng trưởng liên tục trong hơn 10 năm qua. Đội ngũ cán bộ, kỹ sư, người lao động trưởng thành và phát triển vượt bậc; đã tạo công ăn việc làm cho khoảng 4 triệu lao động; trình độ khoa học công nghệ ngành xây dựng có những bước tiến đáng kể; thu nhập

của người lao động từng bước được cải thiện. Tuy nhiên, sự phát triển và vị thế của ngành Xây dựng chưa thực sự tương xứng với tiềm năng, GDP của ngành Xây dựng còn chiếm tỷ trọng thấp trong tổng GDP của nền kinh tế so với một số nước trong khu vực và thế giới. NSLĐ của Ngành còn tương đối thấp trong tương quan so sánh với các ngành kinh tế khác (ngành Xây dựng đang ở vị trí thứ 16 trong số 20 ngành kinh tế được thống kê); chất lượng, hiệu quả, năng lực sản xuất, năng lực cạnh tranh của Ngành và của một số sản phẩm chủ yếu còn hạn chế. Với CMCN 4.0, Ngành Xây dựng

¹ Nguồn: Tổng cục Thống kê



sẽ có điều kiện tiếp thu và ứng dụng những tiến bộ, thành tựu công nghệ của nhân loại, trước hết là công nghệ thông tin, công nghệ số, công nghệ điều khiển và tự động hóa để nâng cao năng suất, chất lượng và hiệu quả trong quản lý, sản xuất cũng như cung ứng dịch vụ.

Trong thời gian qua, việc ứng dụng các công nghệ số trong một số lĩnh vực của Ngành đã được triển khai, từng bước góp phần nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả trong quản lý, điều hành sản xuất và cung cấp dịch vụ công cho người dân. Tuy nhiên, việc ứng dụng công nghệ số trong Ngành còn nhiều hạn chế do chưa xây dựng được hệ thống cơ sở dữ liệu số để đảm bảo tính liên thông đa mục tiêu, làm cơ sở phát triển các công cụ kỹ thuật số, chưa xác định

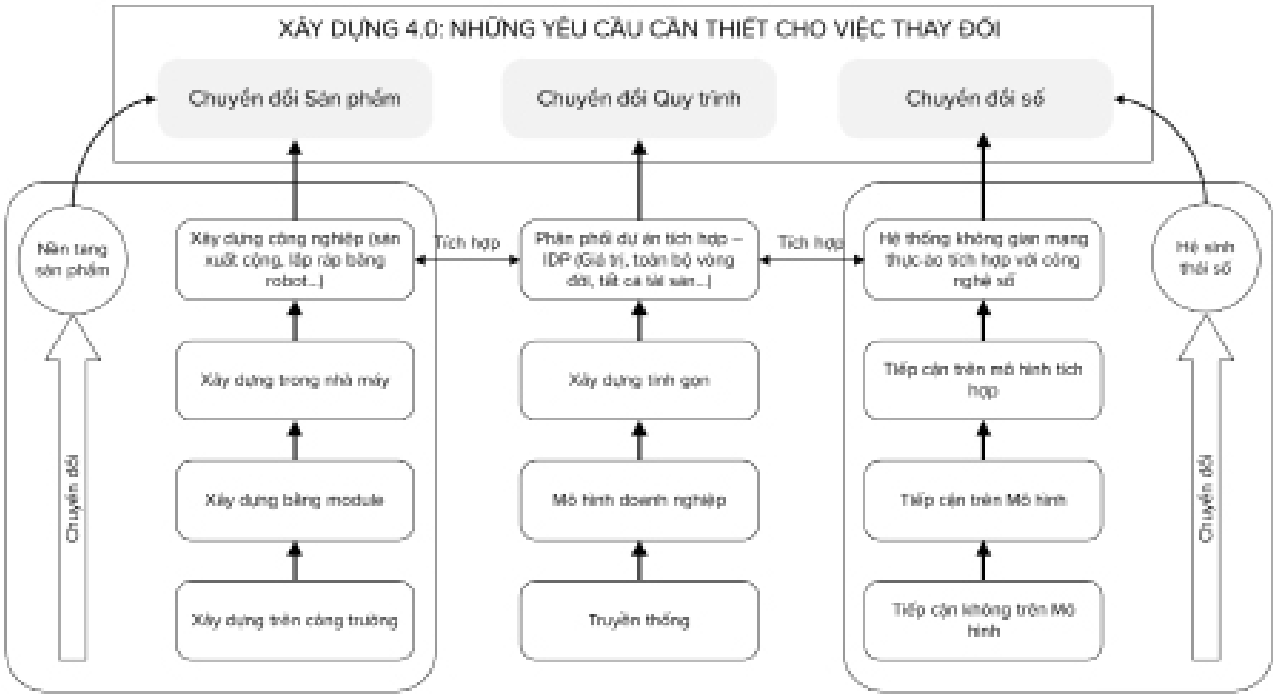
được nền tảng cốt lõi cho việc ứng dụng các công nghệ số và đặc biệt thiếu các cơ chế, chính sách thúc đẩy việc ứng dụng.

Thúc đẩy ứng dụng công nghệ số trong quá trình chuyển đổi của ngành Xây dựng là một định hướng lớn, có liên quan đến nhiều Bộ, ngành, địa phương, khi thực hiện sẽ gặp phải những thách thức nhất định trong việc phối hợp triển khai. Điều đó đòi hỏi phải có sự chỉ đạo đồng bộ và thống nhất của Chính phủ qua các cơ chế chính sách, chương trình hỗ trợ, các lộ trình, hướng dẫn, tiêu chuẩn, các định hướng cụ thể cho việc đào tạo nguồn nhân lực...

Công nghiệp 4.0 là một thuật ngữ rộng đã được trình bày như là một sự kết hợp của các xu hướng và công nghệ hứa hẹn sẽ định hình lại cách

thức mọi thứ được tạo ra. Đã có một số định nghĩa về Công nghiệp 4.0 nhưng chưa được chấp nhận trên phạm vi toàn cầu vì tầm nhìn, sứ mệnh và các thành phần của Công nghiệp 4.0 vẫn đang cần được làm rõ hơn và mặt khác các khái niệm thường được kết nối với các chủ đề quan trọng có tính rộng lớn hơn như tính bền vững và nền kinh tế tuần hoàn của mỗi quốc gia.

Yêu cầu chuyển đổi ngành xây dựng trong thời kỳ Cách mạng công nghiệp 4.0 (sau đây gọi tắt là Xây dựng 4.0) sẽ dựa trên sự kết hợp của 3 yếu tố chính, đó là chuyển đổi sản phẩm (Product Transformation), chuyển đổi quy trình (Delivery Transformation) và chuyển đổi số thông qua sử dụng công nghệ (Digital Transformation) (Hình 1) [1].



Hình 1. Chuyển đổi xây dựng 4.0 dựa trên nền tảng và hệ sinh thái

Xây dựng 4.0 mang lại nhiều lợi ích to lớn cho ngành xây dựng và cả xã hội. Đầu tiên, sự số hóa và sử dụng công nghệ tiên tiến như BIM, parametric/ generative design, và công nghệ 3D giúp cải thiện hiệu suất làm việc của ngành xây dựng. Việc áp dụng các công nghệ này giúp tối ưu hóa quy trình thiết kế và lập kế hoạch, giảm thiểu sai sót và làm lại, từ đó giảm thời gian và chi phí của toàn bộ quá trình xây dựng. Bên cạnh đó, việc sử dụng BIM cũng giúp

dự đoán và xác định mọi sai lệch so với ngân sách một cách chính xác, từ đó giúp tiết kiệm chi phí và tăng hiệu quả quản lý dự án.

Một lợi ích quan trọng khác của Xây dựng 4.0 là sự cải thiện về bền vững của ngành xây dựng. Nhờ vào việc thiết kế các công trình xây dựng hiệu quả về năng lượng, sử dụng công cụ tiên tiến như công cụ mô phỏng hiệu năng công trình (building performance simulations - BPS) và thiết kế

parametric/ generative, cùng với việc áp dụng phương pháp vòng đời tích hợp, ngành xây dựng có thể đảm bảo sử dụng tài nguyên một cách phù hợp. Điều này giúp giảm thiểu tác động môi trường trong giai đoạn xây dựng và tăng cường việc vận hành/ bảo trì tài sản xây dựng một cách hiệu quả trong quá trình vận hành, nhờ vào việc ứng dụng Digital Twin và hệ thống quản lý tòa nhà.

Xây dựng 4.0 cũng mang lại lợi ích về tiết kiệm chi phí. Việc mô hình hóa



chính xác dòng tiền dự án thông qua BIM, áp dụng công nghệ xây dựng tiên tiến, robot và tự động hóa để giảm thiểu sự lãng phí, cùng với việc theo dõi dữ liệu thời gian thực để dự đoán và xác định bất kỳ sai lệch nào so với ngân sách, giúp quản lý chi phí xây dựng hiệu quả. Nếu được áp dụng trong các dự án xây dựng, công nghệ số có thể giảm chi phí thiết kế và thi công từ 10% đến 25%, và chi phí vận hành từ 14% đến 23% [2].

Ngoài ra, Xây dựng 4.0 cũng giúp giảm thiểu khả năng chậm tiến độ trong toàn bộ quá trình xây dựng. BIM và CDE giúp tối ưu hóa các hoạt động thiết kế và lập tiến độ, trong khi các công nghệ thi công mới như công nghệ lắp ráp trước, sản xuất bổ sung và lắp ráp tại công trường cải thiện tốc độ thi công.

Sự an toàn cũng được cải thiện thông qua Xây dựng 4.0. Các hoạt động xây dựng được chuyển dịch vào nhà máy, sử dụng robot cho các công việc nguy hiểm, triển khai đào tạo dựa trên công nghệ thực tế mở rộng (XR), cùng việc sử dụng thiết bị đeo, thiết bị IoT, công nghệ xử lý hình ảnh/ video AI trên công trường xây dựng.

Quản lý chi phí cũng được cải thiện thông qua Xây dựng 4.0. Dự án có thể dự đoán chi phí một cách chính xác như dựa trên Big Data và các phân tích tiên tiến, trong khi giảm rủi ro trong xây dựng làm cho các khoản đầu tư trở nên hấp dẫn hơn.

Cuối cùng, Xây dựng 4.0 giúp cải thiện hình ảnh của ngành xây dựng nói chung bằng cách làm cho công việc và nơi làm việc trở nên hấp dẫn hơn để thu hút nguồn nhân lực chất lượng cao, thúc đẩy tư duy đổi mới ở mọi cấp độ của ngành và thúc đẩy tạo ra các giải pháp tích hợp mới để giải quyết sự phân mảnh của ngành xây dựng.

2. Công nghệ số áp dụng ngành xây dựng

2.1. Công nghệ thu thập dữ liệu

Các công nghệ thu thập dữ liệu là khởi đầu cho quá trình số hóa vì chúng cung cấp hầu hết dữ liệu cho hệ sinh thái xây dựng số. Công nghệ thu thập dữ liệu có thể cung cấp lượng dữ liệu khổng lồ liên quan đến tất cả các khía cạnh của công trình, từ vị trí địa lý đến trạng thái vận hành, các thông số môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, chất lượng

không khí, v.v.), đến việc sử dụng năng lượng, cho đến hình ảnh và video. Lượng dữ liệu này sẽ cho phép những dịch vụ phân tích cải thiện năng suất trong tất cả các giai đoạn của quá trình xây dựng (ví dụ: thiết kế, thi công, vận hành và bảo trì...).

Các kỹ thuật khảo sát nâng cao cho phép tái tạo mô hình 3D nhanh chóng với chi phí thấp và chính xác cho bất kỳ loại công trình nào. Mô hình 3D này được sử dụng trong quá trình thiết kế (đặc biệt đối với công trình cải tạo, sửa chữa, trùng tu), trong giai đoạn thi công (công nghệ LiDAR giúp tự động so sánh hiện trạng thi công với mô hình BIM thiết kế để đánh giá tiến độ, mức độ chính xác của công trình). Các công nghệ khảo sát này cũng giúp xây dựng lại mô hình các công trình đang vận hành với độ chính xác cao nhất. Đặc biệt, máy bay không người lái là phương tiện bay có chi phí thấp, dễ điều khiển, có thể trang bị thêm camera độ phân giải cao, cảm biến hồng ngoại hoặc máy quét LiDAR... Máy bay không người lái giúp tăng năng suất, hiệu quả, độ chính xác trong quá trình khảo sát, đặc biệt đối với các khu vực khó tiếp cận hoặc nguy hiểm.

Ngoài ra, các công nghệ thu thập dữ liệu bằng các cảm biến, đặc biệt là mạng cảm biến không dây và thiết bị IoT có thể được sử dụng rộng rãi cho nhiều công việc khác nhau. Một số nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng các thiết bị IoT trong các dự án xây dựng với giúp tiết kiệm chi phí trung bình khoảng 22% - 29% tổng chi phí dự án nhờ những lợi ích của nó trong việc tăng cường khả năng quản lý, phòng ngừa rủi ro, đảm bảo an toàn [3]. Trong giai đoạn thi công, các cảm biến có thể được sử dụng để giám sát môi trường của công trường (ví dụ: độ ẩm, nhiệt độ, mức độ ô nhiễm...) và phát hiện các biến đổi về chuyển vị công trình, nội lực công trình, đồng thời có thể tiếp tục giám sát các công trình sau khi chúng đã được hoàn thành. Máy móc, thiết bị có thể được tích hợp với cảm biến IoT và cho phép quản lý từ xa. Ngoài ra, các cảm biến có thể được đeo trên người để giám sát chuyển động và sự an toàn của người lao động.

Trong quá trình vận hành và bảo trì tòa nhà, cảm biến được sử dụng để giám sát liên tục dữ liệu môi trường bên

trong và bên ngoài nhằm duy trì điều kiện sống và làm việc tối ưu, an toàn, đồng thời tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng. Dựa trên dữ liệu thu được, người quản lý và chủ sở hữu công trình có thể giám sát chất lượng không khí; điều chỉnh hệ thống chiếu sáng, điều hòa không khí hoặc tự động hóa tất cả các tác vụ này. Một số nghiên cứu đã ước tính rằng thiết bị IoT được tích hợp vào các thiết bị tiêu thụ năng lượng có thể cho phép giảm tới 35% mức tiêu thụ năng lượng bằng cách sử dụng các hệ thống tòa nhà kỹ thuật số phối hợp [3].

Với sự gia tăng dữ liệu, các xu hướng quản lý công trường xây dựng trong tương lai liên quan đến việc tích hợp AI và ML (machine learning- học máy) trong phần mềm quản lý xây dựng (CM) để thực hiện phân tích dữ liệu nhằm rút ra kiến thức từ kinh nghiệm thực tế quản lý như lập mô hình dự đoán để áp dụng kiến thức, để dự đoán các trường hợp mới hoặc cho AI hỗ trợ ra quyết định. AI cho phép tối ưu hóa cả nguồn lực và thời gian cũng như đặc tính của chúng dựa trên mức độ ưu tiên, ngăn ngừa tai nạn tại nơi làm việc, xác định các giải pháp và chiến lược sẽ thực hiện trong quản lý. Dữ liệu cảm biến hiện trường, dữ liệu tiến độ xây dựng cũng như chuyển động của lực lượng lao động và phương tiện sẽ được đưa vào phân tích thống kê và AI để phát hiện các điểm bất thường và xác định các rủi ro tiềm ẩn. Hơn nữa, thị giác máy tính do ML điều khiển cho phép nhận dạng và phân loại dữ liệu hình ảnh từ máy ảnh và máy bay không người lái, cho phép kiểm tra và dự đoán tự động về các vấn đề năng suất, hậu cần và an toàn.

Cuối cùng, công nghệ chuỗi-khối (blockchain) cho phép giải quyết các vấn đề thường xuất hiện trong quản lý xây dựng như những vấn đề liên quan đến việc thực thi hợp đồng, thanh toán, kiểm soát chất lượng và nói chung hơn là sự mất lòng tin giữa khách hàng, chuyên gia và nhà thầu. Trên thực tế, tính minh bạch và độ tin cậy tuyệt đối của dữ liệu được chứng nhận bởi blockchain cho phép triển khai loại hợp đồng thông minh, nó có thể tự động khớp với việc giám sát, giao hàng và thanh toán của công trình cũng như đảm bảo việc phân phối dữ liệu đáng tin cậy trong các giai đoạn nhạy cảm như bàn giao thiết kế hoặc bàn giao công trình.



2.2. Vật liệu mới, vật liệu tiên tiến

Vật liệu tiên tiến được định nghĩa là những vật liệu mới hoặc bắt nguồn từ việc sửa đổi các vật liệu hiện có được thiết kế đặc biệt với các đặc tính kỹ thuật mới, cải tiến cấu trúc hoặc chức năng hoặc các tính năng liên quan đến môi trường so với các vật liệu truyền thống được sử dụng để thực hiện các chức năng tương tự.

Việc sử dụng các vật liệu tiên tiến trong ngành xây dựng đang góp phần lớn vào việc cải thiện hiệu suất của ngành, đảm bảo các công trình có quy mô lớn an toàn và tiện dụng hơn, đồng thời nâng cao hiệu suất sử dụng tài nguyên trong ngành xây dựng, dẫn đến những thay đổi đáng kể đối với toàn bộ quy trình xây dựng, từ thiết kế đến bảo trì.

Trên thực tế, vật liệu tiên tiến có vai trò chính trong việc thúc đẩy sản xuất tiên tiến, có giá trị cao cũng như giải quyết các thách thức lớn về xã hội như biến đổi khí hậu, ô nhiễm không khí đô thị và cải thiện hiệu quả sử dụng tài nguyên. Hơn nữa vật liệu tiên tiến còn hỗ trợ phát triển các sản phẩm mới thông qua chức năng hoàn toàn khác biệt và độc đáo, bao gồm cả công nghệ carbon thấp.

Các vật liệu tiên tiến giới thiệu các chức năng mới và các đặc tính được cải thiện giúp giảm bớt ô nhiễm không khí và môi trường (như bảo tồn tài nguyên, sản xuất sạch hơn,...). Điều này đặc biệt được khuyến khích với lĩnh vực xây dựng, ngành mà vốn có đặc điểm là gây tác động môi trường cao về mặt tiêu thụ tài nguyên và chất thải, cùng với truyền thống miễn cưỡng đổi mới và chậm áp dụng công nghệ mới.

Việc phổ biến các vật liệu tiên tiến đang góp phần đáng kể vào việc tăng năng suất của ngành xây dựng. Đồng thời, cải thiện hiệu suất của các công trình về tiện nghi, an toàn, tiết kiệm năng lượng và chất lượng môi trường.

Ba xu hướng chính đang thúc đẩy sự phát triển và áp dụng các vật liệu tiên tiến trong xây dựng, đầu tiên là sự phát triển của các quy trình chế tạo kỹ thuật số như máy CNC, robot và in 3D, nhằm giảm thời gian và chi phí, đạt được hình dạng với tỷ lệ hiệu suất hoặc vật liệu được tối ưu hóa. Thứ hai là mục tiêu toàn cầu nhằm thiết kế các tòa nhà thông minh, an toàn, tiện nghi và giá cả

phải chăng hơn bao giờ hết. Điều này đòi hỏi vật liệu có các đặc tính mới được tích hợp với hệ thống tự động hóa công trình. Thứ ba là sự cần thiết phải thúc đẩy một ngành xây dựng bền vững hơn thông qua các quy trình sản xuất và vật liệu giảm tác động đến môi trường của công trình trong toàn bộ vòng đời của chúng.

Ngày nay, những xu hướng này có thể nhận được sự hỗ trợ từ sự tiến bộ vượt bậc trong các công nghệ (như nano, sinh học,...) và khoa học vật liệu thông minh và các công cụ thiết kế kỹ thuật số tiên tiến. Với AI và học máy (machine learning) cuối cùng đã bắt đầu đưa ngành xây dựng hướng tới một kỷ nguyên mới.

Công nghệ nano chắc chắn đang mang lại những đổi mới cần thiết cho việc phát triển và xây dựng các sản phẩm xây dựng sáng tạo với các tính chất cơ, lý và hóa học tăng lên, có tiềm năng ứng dụng trong tất cả các yếu tố kỹ thuật, từ kết cấu đến vách ngăn trong suốt và mờ đục, vách ngăn bên trong, đến hệ thống và thiết bị. Loại vật liệu thông minh mới đang tìm kiếm ứng dụng trong kiến trúc với số lượng lớn các sản phẩm và hệ thống, đặc biệt là trong việc xây dựng các thành phần vỏ có thể tận dụng tối đa các đặc tính thích ứng của chúng với các điều kiện sử dụng khác nhau. Sự phát triển của thế hệ lớp phủ nano và thông minh đa chức năng mới hiện là chủ đề công nghệ nóng nhằm tăng cường các đặc tính của tất cả các bề mặt tòa nhà, bao gồm độ bền, độ an toàn và sức khỏe, cho đến giảm thiểu khí hậu và khả năng tự phục hồi. Sự tiến bộ trong chế tạo kỹ thuật số cũng cho thấy tiềm năng to lớn về khả năng kiến trúc mới, xử lý vật liệu chính xác, hình dạng hiệu quả về mặt cấu trúc và các tổ hợp phân loại cũng như giảm dấu chân môi trường của công trình xây dựng.

2.3. Công nghệ tự động hóa thi công

Trong lĩnh vực xây dựng, tự động hóa các quy trình đang trở nên ngày càng phổ biến, đặc biệt là thông qua việc áp dụng các kỹ thuật sản xuất kỹ thuật số. Các kỹ thuật này bao gồm sự áp dụng của máy móc CNC, robot, và công nghệ in 3D để tự động hóa các nhiệm vụ và quy trình cụ thể trong quá trình xây dựng. Tích hợp các kỹ thuật này mang lại nhiều lợi ích như tăng

cường hiệu quả, tăng độ chính xác và cải thiện mức độ an toàn tại công trường.

Sử dụng máy CNC, robot và công nghệ in 3D trong quy trình sản xuất kỹ thuật số có thể giảm thiểu thời gian và chi phí xây dựng, đồng thời cung cấp các hình dạng tối ưu hóa về hiệu suất vật liệu. Sự tiến bộ trong công nghệ sản xuất kỹ thuật số cũng mở ra tiềm năng lớn trong việc tạo ra các kiến trúc mới, xử lý vật liệu một cách chính xác, tạo ra các hình dạng hiệu quả về mặt cấu trúc và giảm thiểu tác động đến môi trường từ các dự án xây dựng. Sự kết hợp giữa các quy trình công nghiệp hóa này với BIM và CDE cho phép việc phân phối hướng dẫn liên mạch cho sản xuất vật lý thông qua mô hình số.

Trong số các phương pháp sản xuất kỹ thuật số, quá trình in 3D, hay còn gọi là sản xuất bồi đắp, đang thu hút sự chú ý đặc biệt. Quá trình này giúp tạo ra các vật thể bằng cách thêm lớp vật liệu lên nhau dưới sự điều khiển của máy tính, sử dụng tệp CAD hoặc BIM để hướng dẫn quá trình in 3D. In 3D đóng vai trò quan trọng trong việc giảm chi phí và lượng chất thải trong quá trình xây dựng. Nhờ tính linh hoạt của quy trình này, các bộ phận in 3D thường có độ bền cao hơn so với các bộ phận chế tạo thông thường, điều này giúp tiết kiệm năng lượng và tài nguyên. Vì lẽ này, quy trình in 3D thường được sử dụng để sản xuất các phần tử kiến trúc như mặt tiền, kết cấu tòa nhà nhẹ và các cấu trúc tiết kiệm năng lượng như cầu. Đồng thời, in 3D cũng mang lại khả năng thiết kế và hình dạng độc đáo mà khó có thể đạt được bằng các phương pháp truyền thống.

Robot thực hiện các nhiệm vụ cụ thể như: robot tự động hoặc điều khiển từ xa, nó đóng vai trò quan trọng trong việc tự động hóa các hoạt động trong quá trình xây dựng. Robot có thể thực hiện các nhiệm vụ chính xác và đồng đều hơn so với con người, giúp giảm thiểu rủi ro và chi phí xây dựng. Ví dụ, việc sử dụng robot trong việc đặt gạch hoặc tháo dỡ tường không chỉ giảm bớt sự nguy hiểm mà còn tăng cường chất lượng và hiệu suất của quá trình xây dựng. Những tiến bộ này đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện khả năng làm việc cho các công nhân xây dựng và giảm thiểu nguy cơ tai nạn lao động.



2.4. Xây dựng tinh gọn - Lean Construction

Xây dựng tinh gọn - Lean Construction là một phương pháp quản lý tiên tiến trong ngành xây dựng, được phát triển dựa trên các nguyên lý của Lean Manufacturing để tối ưu hóa quy trình xây dựng, giảm thiểu lãng phí và nâng cao hiệu suất tổng thể của dự án. Phương pháp này đặt trọng tâm vào việc loại bỏ các hoạt động không tạo giá trị, tối ưu hóa quy trình làm việc và tăng cường giá trị cung cấp cho khách hàng.

Một trong những nguyên lý cơ bản của Lean Construction là xác định giá trị cho khách hàng. Điều này đòi hỏi các bên liên quan trong dự án phải hiểu rõ nhu cầu và mong muốn của khách hàng để tập trung vào việc cung cấp giá trị tốt nhất. Bằng cách này, các quyết định và hoạt động trong dự án sẽ được định hướng theo mục tiêu tạo ra giá trị thực sự cho khách hàng, giúp tối ưu hóa hiệu suất và chất lượng công việc.

Lean Construction cũng tập trung vào việc loại bỏ lãng phí trong quy trình xây dựng. Các loại lãng phí phổ biến bao gồm thời gian chờ đợi, vận chuyển không cần thiết, lỗi thiết kế, sự không chính xác trong công việc và sự chậm trễ. Bằng cách giảm thiểu các hoạt động không tạo giá trị này, dự án có thể

tiết kiệm thời gian, tăng cường hiệu suất làm việc và giảm chi phí tổng thể [4].

Để thực hiện Lean Construction hiệu quả, việc hợp tác chặt chẽ giữa các bên liên quan trong dự án là rất quan trọng. Chủ đầu tư, tư vấn thiết kế, nhà thầu chính đến các nhà thầu phụ cần làm việc cùng nhau để tối ưu hóa quy trình làm việc, đảm bảo rằng mọi người đều đóng góp vào mục tiêu chung của dự án. Sự hợp tác và trách nhiệm chung giữa các bên giúp tạo ra môi trường làm việc hiệu quả, nâng cao hiệu suất và chất lượng công việc.

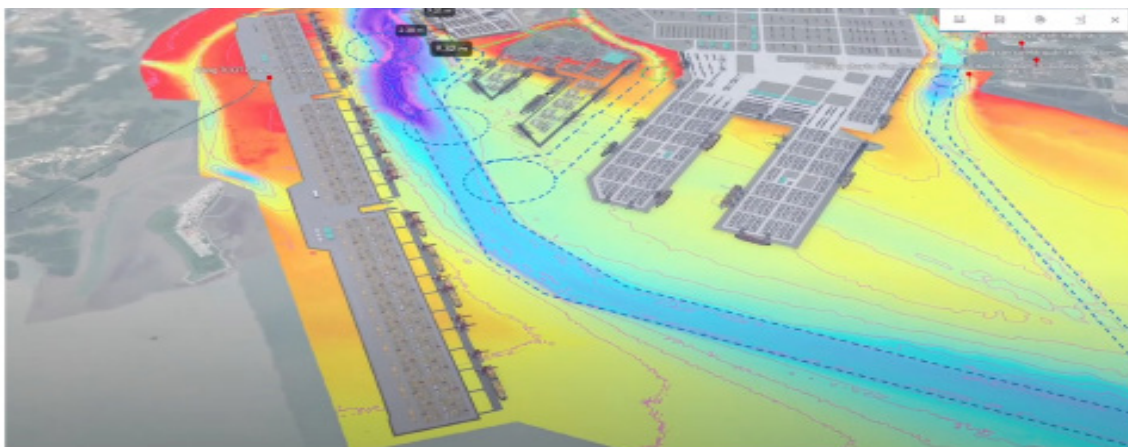
Các công cụ và kỹ thuật trong Lean Construction cũng đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa quy trình xây dựng. Hệ thống quản lý kế hoạch cuối cùng (Last Planner System - LPS) giúp tối ưu hóa kế hoạch công việc thông qua việc xác định và theo dõi các bước của kế hoạch sản xuất. Hệ thống dựa trên vị trí (Location-based System - LBS) tối ưu hóa việc sắp xếp và di chuyển vật liệu và nhân công trên công trường xây dựng. Giám sát và cải thiện quy trình làm việc giúp theo dõi hiệu suất công việc, xác định vấn đề và cải thiện quy trình để tăng cường hiệu quả.

Bằng cách tích hợp Lean Construction vào quy trình làm việc, các dự án xây dựng có thể giảm thiểu

lãng phí, tăng cường hiệu suất và chất lượng công việc, đồng thời cải thiện sự hài lòng của khách hàng và tăng cường khả năng cạnh tranh trên thị trường xây dựng. Lean Construction không chỉ là một phương pháp quản lý mà còn là một triết lý làm việc, tạo ra một cách tiếp cận mới mẻ và hiệu quả trong ngành xây dựng.

3. Thực trạng áp dụng công nghệ số

Hiện nay, tại Việt Nam đang bắt đầu triển khai nhiều công nghệ thu thập dữ liệu, trong đó một số dự án đã triển khai khảo sát bằng công nghệ quét 3D (bao gồm cả khảo sát địa hình, khảo sát thực trạng công trình phục vụ cải tạo, sửa chữa, nâng cấp), trong đó có thể kể đến như dự án Nghiên cứu phát triển Cảng biển nước sâu Cần Giờ được Công ty CP TVTK Cảng – Kỹ thuật biển (PORTCOAST) thực hiện với nhiều thiết bị tiên tiến như tàu tự hành không người lái (USV) Otter Pro được tích hợp giữa máy quét đa tia, máy bay không người lái kết hợp camera và thiết bị quét laser... Với sự hỗ trợ của các thiết bị, công nghệ tiên tiến đã giúp nâng cao khả năng khảo sát tại những khu vực khó tiếp cận, chất lượng khảo sát với độ chính xác cao, năng suất của công tác khảo sát [5].



Hình 2. Khảo sát phục vụ xây dựng quy hoạch vùng đất, vùng nước cảng biển Bà Rịa - Vũng Tàu

Tại Việt Nam, công nghệ in 3D đã bắt đầu được nghiên cứu và áp dụng trong một số dự án có quy mô nhỏ. Năm 2022, một công trình nhà ở tại TP Thủ Đức đã được thi công bằng công nghệ in bê tông 3D cho thấy việc ứng dụng công nghệ in bê tông 3D để thi công xây dựng có lợi thế hơn so với công nghệ thi công truyền thống về tiến độ (nhanh hơn gần 80%) và giá thành

xây dựng (giảm khoảng 20%) khi thi công phần thô trên cùng một thiết kế công trình. Ngoài ra, công nghệ in bê tông 3D có điểm nổi bật là có thể thi công được những công trình có thiết kế nghệ thuật và phức tạp mà việc thi công truyền thống hầu như không thể thực hiện được, lại giảm đáng kể chất thải xây dựng, có thể tận dụng các chất thải rắn (tro xỉ nhiệt điện, xà bần xây dựng,

thạch cao...) [6]

Năm 2023, Viện Vật liệu xây dựng (VIBM) thực hiện thành công nhiệm vụ khoa học và công nghệ "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ in 3D trong chế tạo vật liệu xây dựng tính năng cao" thuộc Chương trình nghiên cứu khoa học công nghệ trọng điểm cấp Bộ Xây Dựng về tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư.



Hình 3. Công trình được in 3D tại TP. Thủ Đức

VIBM đã nghiên cứu thiết kế và chế tạo thành công máy in 3D bê tông và ứng dụng công nghệ in 3D bê tông để chế tạo một số cấu kiện bê tông có tính năng cao. Máy in 3D bê tông do VIBM chế tạo là chiếc máy in 3D cỡ lớn đầu tiên của Việt Nam có kích thước tổng thể $4,92 \times 3,6 \times 2,8\text{m}$ có khả năng in được kết cấu, sản phẩm kích thước tối đa tới 2 mét [7]. Đây là các bước đi tiên để góp phần đặt nền móng vững chắc cho việc đẩy mạnh nghiên cứu ứng dụng công nghệ kỹ thuật cao trong ngành xây dựng, giúp nâng cao năng suất lao động và hiệu quả sản xuất, đặc biệt rút ngắn tiến độ, nâng cao chất

lượng và giảm giá thành công trình.

4. Đề xuất, kiến nghị

Trên cơ sở xu hướng phát triển của ngành xây dựng đáp ứng yêu cầu của cuộc CMCN 4.0, thực trạng ngành xây dựng Việt Nam và kinh nghiệm ứng dụng công nghệ số trong ngành xây dựng của một số nước trên thế giới, nhóm tác giả nhận thấy để có thể thúc đẩy ứng dụng công nghệ số trong ngành xây dựng Việt Nam từng bước đáp ứng yêu cầu của cuộc CMCN 4.0 cần tập trung thực hiện những giải pháp như sau:

- Xây dựng, hoàn thiện hệ thống

cơ chế, chính sách nhằm thúc đẩy ứng dụng công nghệ số, chuyển đổi số trong ngành xây dựng;

- Đẩy mạnh xây dựng hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu số các lĩnh vực của ngành xây dựng đảm bảo liên thông với hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu khác có liên quan;

- Đầu tư hạ tầng kỹ thuật hỗ trợ tổ chức, doanh nghiệp nghiên cứu, chuyển giao, phát triển, ứng dụng công nghệ số tiên tiến;

- Nâng cao chất lượng nguồn nhân lực: đội ngũ cán bộ quản lý, nghiên cứu, cán bộ kỹ thuật cho các cơ quan quản lý về xây dựng, doanh nghiệp, tổ chức khoa học và công nghệ;

- Triển khai hỗ trợ tổ chức, doanh nghiệp ứng dụng công nghệ số tiên tiến trong hoạt động đầu tư xây dựng, sản xuất vật liệu và cơ khí xây dựng;

- Tăng cường hợp tác quốc tế trong hoạt động nghiên cứu và phát triển, chuyển giao công nghệ, đào tạo tạo nguồn nhân lực, chú trọng hợp tác với các nước có nền công nghiệp phát triển. Tạo điều kiện để các tổ chức, doanh nghiệp chủ động hợp tác và tiếp nhận chuyển giao công nghệ từ nước ngoài để sản xuất sản phẩm có lợi thế cạnh tranh;

- Tổ chức tuyên truyền, phổ biến để tạo sự chuyển biến mạnh mẽ trong nhận thức của toàn ngành và toàn xã hội về vai trò, vị trí và tầm quan trọng của hoạt động ứng dụng công nghệ số đối với việc đổi mới hoạt động của ngành xây dựng, phổ biến và nhân rộng các điển hình đổi mới công nghệ.

Tài liệu tham khảo

- [1] Sawhney, A.; Riley, M.; Irizarry, J. (2020). Construction 4.0 - An Innovation Platform for the Built Environment.
- [2] Boston Consulting Group (2016). Digital in engineering and construction, the transformative power of building information modeling.
- [3] ECSO (European Construction Sector Observatory) (2021, April). Digitalisation in the construction sector. Analytical report. Brussels: ESCO.
- [4] Aslam, M., Ga, Z., & Smith, G. (2021). Integrated implementation of virtual design and construction (VDC) and lean project delivery system (LPDS). Journal of Building Engineering, 39, 102252.
- [5] <https://kinhtexaydung.gov.vn/hoi-thao-moi-truong-du-lieu-chung-cde-phuc-vu-ap-dung-thong-tin-cong-trinh-bim/>
- [6] <https://dost.hochiminhcity.gov.vn/hoat-dong-so-khcn/tao-hinh-dac-sac-cho-nha-o-dan-dung-bang-cong-nghe-be-tong-3d/>.
- [7] <https://khcncongthuong.vn/tin-tuc/t16163/che-tao-thanh-cong-may-in-3d-be-tong-dau-tien-tai-viet-nam.html>.



ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC (AHP) ĐỂ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TỔ CHỨC THI CÔNG XÂY DỰNG CỦA NHÀ THẦU XÂY DỰNG

NGUYỄN VĂN CỰ, NGUYỄN PHƯƠNG LINH, TRẦN QUANG ĐỨC
Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

(Ngày nhận bài: 23/9/2024, ngày sửa bài: 06/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Phương pháp phân tích thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process - AHP) là một trong những phương pháp ra quyết định đa điều kiện (Multiple Criteria decision Making) được đề xuất bởi Thomas L. Saaty (1980), một nhà toán học người gốc Irắc. AHP là một phương pháp phân tích định lượng được sử dụng để phân tích và lựa chọn phương án. Thay vì yêu cầu một khối lượng dữ liệu lớn, nó sử dụng ý kiến của chuyên gia và không cần quá nhiều dữ liệu bằng số. Vì lý do đó, nó khá phù hợp với việc lựa chọn phương án tổ chức thi công xây dựng, vốn rất khó lượng hóa các khía cạnh cần đánh giá, nhất là khi liên quan đến chuyển đổi thành chi phí. Bài báo này giới thiệu nội dung phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) và áp dụng để đánh giá, lựa chọn phương án tổ chức thi công của nhà thầu xây dựng.

Từ khóa: Phân tích thứ bậc AHP, phương án tổ chức thi công, tiêu chí đánh giá.

Abstract: The Analytic Hierarchy Process (AHP) is a prominent method within the framework of Multiple Criteria Decision Making (MCDM), first proposed by Thomas L. Saaty in 1980, a mathematician of Iraqi descent. AHP serves as a quantitative analytical tool for evaluating and selecting alternatives. Unlike methods that require extensive datasets, AHP primarily relies on expert judgment, thereby minimizing the need for extensive numerical data. This characteristic makes AHP particularly advantageous for selecting construction execution plans, which often present challenges in quantification, especially regarding the conversion of evaluation criteria into cost estimates. This article introduces the AHP methodology and demonstrates its application in assessing and selecting construction execution plans for contractors.

Keywords: Analytic Hierarchy Process (AHP), construction execution plans, evaluation criteria.

1. Đặt vấn đề

Trong việc thực hiện các hợp đồng thi công xây dựng (các gói thầu xây dựng), nhất là ở các gói thầu phức tạp, người ta thường xuyên phải so sánh các phương án tổ chức thi công xây dựng khác nhau, thực hiện một bộ phận xây dựng công trình, hạng mục, hoặc một giai đoạn thi công, gói thầu xây dựng để tìm ra phương án tối ưu nhất. Khi gói thầu có những ưu tiên đặc biệt về một khía cạnh nhất định nào đó, ví dụ ưu tiên về kỹ thuật, tiến độ, chất lượng, an toàn, v.v., người ta có thể lấy tiêu chí ưu tiên đó để làm căn cứ ra quyết định lựa chọn.

Tuy nhiên, trong thực tế, có rất nhiều tình huống tồn tại nhiều tiêu chí phải xem xét, đánh giá đồng thời khi lựa chọn phương án tổ chức thi công xây dựng, mà các tiêu chí đó lại rất khó định lượng hoặc chuyển đổi thành

chi phí. Phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - viết tắt là AHP) có thể là phương pháp thay thế các phương pháp đánh giá lựa chọn phương án truyền thống trong trường hợp này. Bài báo này trình bày nội dung về phương pháp phân tích thứ bậc AHP và áp dụng để đánh giá lựa chọn phương án tổ chức thi công tốt nhất.

2. Tổng quan về phương pháp phân tích thứ bậc (AHP)

AHP là một trong những phương pháp ra quyết định đa mục tiêu được đề xuất bởi Thomas L. Saaty - một nhà toán học người gốc Irắc vào năm 1980. AHP là một phương pháp định lượng, dùng để sắp xếp các phương án quyết định và chọn một phương án thỏa mãn các tiêu chí cho trước.

Dựa trên nguyên tắc so sánh cặp, phương pháp AHP có thể được mô tả với 3 nguyên tắc chính, đó là phân tích, đánh giá và tổng hợp. AHP trả lời các câu hỏi như "Chúng ta nên chọn phương án nào?" hay "Phương án nào tốt nhất?" bằng cách chọn một phương án tốt nhất thỏa mãn các tiêu chí của người ra quyết định dựa trên cơ sở so sánh các cặp phương án và một cơ chế tính toán cụ thể [4].

Phương pháp AHP có nhiều ưu điểm so với các phương pháp ra quyết định mục tiêu khác, như sau:

- + AHP định hướng vào việc xác định mức độ quan trọng của từng tiêu chí, đó là điểm yếu của nhiều phương pháp ra quyết định đa tiêu chí, chính vì vậy AHP có thể kết hợp với các phương pháp khác để nâng cao hiệu quả lựa chọn được lợi thế của mỗi phương



pháp trong giải quyết vấn đề.

+ AHP có thể kiểm tra tính nhất quán trong cách đánh giá của người ra quyết định.

+ Quy trình phân tích theo thứ bậc dễ hiểu, có thể xem xét nhiều tiêu chí nhỏ đồng thời với các nhóm tiêu chí và có thể kết hợp phân tích cả yếu tố định tính lẫn định lượng.

Phương pháp AHP đã được áp dụng rộng rãi cho nhiều lĩnh vực như khoa học tự nhiên, kinh tế, xã hội, y tế,... Nó được dùng như một công cụ linh hoạt để phân tích quyết định với nhiều tiêu chí, cho phép nhìn thấy rõ ràng các tiêu chí thẩm định và quyết định nhiều thuộc tính, trong đó đề cập đến một kỹ thuật định lượng.

• Ứng dụng AHP trong lựa chọn nhà cung ứng

AHP được ứng dụng rộng rãi trong quyết định lựa chọn nhà cung ứng. Xác định tiêu chí lựa chọn nhà cung ứng tập trung vào phân tích các tiêu chuẩn để chọn ra nhà cung ứng tốt nhất. Ngoài các chỉ tiêu thông dụng như giá, chất lượng, thời gian giao hàng, độ linh hoạt, còn phân tích các yếu tố để chọn nhà cung ứng xem xét các yếu tố môi trường, rủi ro và logistic.

• Ứng dụng AHP trong phân phối

Ứng dụng AHP trong phân phối được chia thành 2 nhóm chính: xác định vị trí một kho hàng hoặc nhiều kho hàng. Xác định vị trí một kho hàng liên quan đến việc tối thiểu các khoản chi phí bao gồm chi phí đầu tư ban đầu, nguyên vật liệu, lao động, tồn trữ trong khi tối đa hóa các lợi ích do vị trí mang lại. Xác định vị trí nhiều kho hàng quan tâm đến mạng lưới sản xuất – phân phối sao cho chi phí vận chuyển thấp nhất đồng thời đáp ứng được các yêu cầu đặc biệt của khách hàng.

• Ứng dụng AHP trong sản xuất

Các áp dụng AHP cho nhà sản xuất được quan tâm nghiên cứu nhiều qua hầu hết các lĩnh vực quan trọng liên quan đến tất cả các cấp quản lý. Bao gồm các vấn đề về đo lường hiệu quả hoạt động; tái cấu trúc quy trình hoạt động; quản lý chất lượng; đánh giá dự án đầu tư; thiết kế hệ thống, lựa chọn phương án công nghệ, máy móc thiết bị.

• Và ứng dụng AHP trong các lĩnh

vực ngành nghề, sản xuất kinh doanh khác trong đời sống xã hội trong thời buổi công nghệ 4.0

3. Nội dung phương pháp phân tích thứ bậc AHP

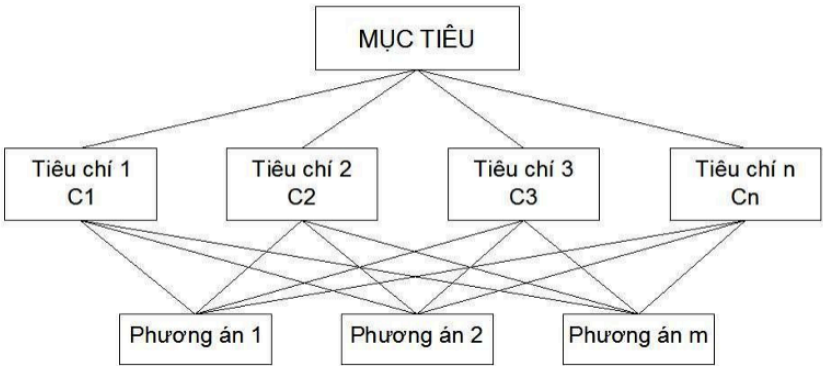
Quy trình phương pháp thứ bậc có thể xem xét nhiều tiêu chí nhỏ đồng thời với các nhóm tiêu chí và có thể kết hợp phân tích cả định tính lẫn định lượng. Dựa trên nguyên tắc so sánh

cặp, quy trình phân tích được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Xây dựng cấu trúc thứ bậc của bài toán

Giả sử ta có một vấn đề cần ra quyết định (gọi là mục tiêu), phải dựa trên nhiều tiêu chí (Tiêu chí C1, Tiêu chí C2, ..., Tiêu chí Cn). Các phương án có thể đưa vào so sánh là PA1, PA2, ...

PAm. Các vấn đề của bài toán được mô hình hóa ở hình 1 [1].



Hình 1. Sơ đồ mô tả bài toán phân tích thứ bậc AHP

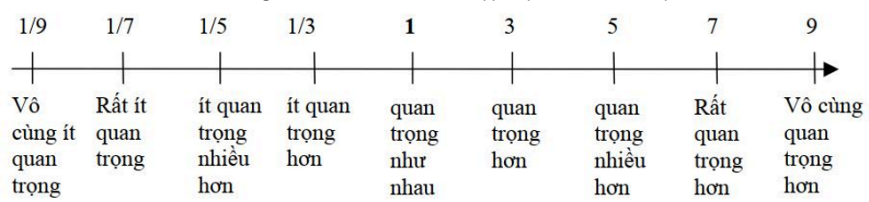
Bước 2: Tính toán trọng số cho từng tiêu chí

• Xác định mức độ ưu tiên cho các tiêu chí

Ta tiến hành thực hiện việc so sánh các tiêu chí đánh giá theo từng cặp,

mức độ quan trọng của các cặp tiêu chí. Các mức độ ưu tiên theo cặp của các tiêu chí có giá trị nguyên dương từ 1 đến 9 theo Hình 2 hoặc nghịch đảo của các số này, ta được ma trận vuông [1].

Hình 2. Đánh giá các tiêu chí theo cặp dựa vào mức độ ưu tiên



• Xây dựng ma trận so sánh cặp cho mỗi tiêu chí

Với n tiêu chí như thể hiện trong

hình 1, ta thực hiện một ma trận vuông cấp n như sau:

	C1	C2	C3	...	Cn
C1					
C2					
C3					
...					
Cn					

Giả sử một nhóm gồm n tiêu chí cần so sánh, kết quả so sánh cặp giữa các

tiêu chí trong nhóm lập thành ma trận vuông cấp n x n, được gọi là ma trận đối



xúng với các phần tử a_{ij} , $j = 1/a_{ji}$ ($i, j = 1, n$); $a_{ii} = 1$ khi $i = j$. Các phần tử a_{ij} là giá trị trung bình cộng của các kết quả đánh giá của các chuyên gia. Có thể thấy ma trận trên nghịch đảo đối xứng theo đường chéo từ trái qua phải [1].

Sau đó, ta tiến hành thực hiện việc so sánh các tiêu chí theo từng cặp và điền

giá trị mức độ ưu tiên của các tiêu chí vào bảng (các giá trị a_{ij} , với i chạy theo hàng, j chạy theo cột). Các mức độ ưu tiên theo cặp của các tiêu chí được tra cứu từ Bảng 1, có các giá trị nguyên dương từ 1 đến 9 hoặc nghịch đảo của các số này. Lưu ý rằng ta phải ghi hai giá trị mức độ ưu tiên cho mỗi cặp tiêu chí tùy thuộc vào việc

ta xem xét giá trị nào trước. Giả sử tiêu chí C1 có mức độ ưu tiên bằng 1/3 tiêu chí C3, khi ấy tiêu chí C3 sẽ có mức độ ưu tiên bằng 3 lần tiêu chí C1. Ta ghi vào dòng tương ứng với C1 và cột C3 giá trị 1/3, dòng tương ứng C3 và cột C1 giá trị 3 như trong bảng sau:

	C1	C2	C3	...	Cn
C1	1	1	1/3		1/7
C2	1	1	1/5		1/5
C3	3	5	1		1
...					
Cn	7	5	1		1

- Tính trọng số của từng tiêu chí
- Sau khi lập xong ma trận trên, người đánh giá sẽ tiến hành tính toán trọng số cho các tiêu chí bằng cách cộng tổng các giá trị của ma trận theo

cột, sau đó lấy từng giá trị của ma trận chia cho số tổng của cột tương ứng, giá trị thu được được thay vào chỗ giá trị được tính toán. Trọng số của mỗi tiêu chí C1, C2, C3,...,Cn tương ứng sẽ

bằng bình quân các giá trị theo từng hàng ngang. Kết quả là ta có một ma trận 1 cột n hàng.

	C1	C2	C3	...	Cn
C1	w11	w12	w13		w1n
C2	w21	w22	w23		w2n
C3	w31	w32	w33		w3n
...					
Cn	wn1	wn2	wn3		wnn

Trọng số
w1
w2
w3
...
wn

Tuy nhiên, các trọng số ở đây ($w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$) chưa phải là giá trị kết luận cuối cùng, nó cần phải kiểm tra tính nhất quán trong cách đánh giá của các chuyên gia trong suốt quá trình áp dụng phương pháp.

- Kiểm tra tỷ số nhất quán CR
- Saaty, T.L, (2008), [1], chỉ ra rằng tỷ số nhất quán (CR) nhỏ hơn hay bằng 10% là ở mức có thể chấp nhận. Nói cách khác, có 10% cơ hội mà các chuyên gia trả lời các câu hỏi hoàn toàn ngẫu nhiên. Nếu CR lớn hơn 10% chứng tỏ có sự không nhất quán trong đánh giá và cần phải đánh giá và tính toán lại.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR – tỷ lệ nhất quán; CI – chỉ số nhất quán, RI – chỉ số ngẫu nhiên

- + Xác định chỉ số nhất quán CI
- $$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$
- λ_{max} là giá trị riêng lớn nhất của ma trận so sánh cặp ($n \times n$), giá trị riêng lớn nhất λ_{max} luôn lớn hơn hoặc bằng số hàng hay cột n . Nhận định càng nhất quán, giá trị tính toán λ_{max} càng gần n (chính là kích thước ma trận tính toán)

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n w_i \times \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

- + Chỉ số ngẫu nhiên RI: được xác định từ bảng số cho sẵn (xem bảng 1 – Random Consistency Indices for Analytic Hierarchy Processes), bảng này chỉ trình bày giá trị RI cho tối đa 50 tiêu chí.





Bảng 1. Chỉ số ngẫu nhiên ứng với số tiêu chí lựa chọn được xem xét

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
RI	1.51	1.54	1.56	1.57	1.59	1.6	1.61	1.61	1.62	1.63
n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
RI	1.63	1.64	1.65	1.65	1.66	1.66	1.66	1.67	1.67	1.67
n	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
RI	1.67	1.68	1.68	1.68	1.68	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69
n	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
RI	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.71	1.71

Trong mọi trường hợp, CR không cần lớn hơn 10%. Với các ma trận kích thước 3×3, CR không cần lớn hơn 5%. Nếu CR lớn hơn các mức vừa đề cập, chứng tỏ nó có sự không nhất quán trong đánh giá của chuyên gia và cần phải đánh giá và tính toán lại [1].

Bước 3: Tính mức độ ưu tiên của các phương án theo từng tiêu chí

Ở bước này sẽ tính toán cho từng tiêu chí, cách tính toán giống như trong Bước 2, nhưng số liệu đưa vào đánh giá là kết quả so sánh mức độ ưu tiên của các phương án xem xét theo từng tiêu chí (theo ý kiến của chuyên gia của dự án, gói thầu hay tổ tư vấn đánh giá của nhà thầu xây dựng). Như thế, đánh giá phải thực hiện n ma trận cho n tiêu chí khác nhau. Kết quả là ta có n ma trận 1 cột m hàng (m phương án). Cũng cần tiến hành kiểm tra tỷ số nhất quán để đảm bảo kết quả thu được có độ tin cậy phù hợp.

Bước 4: Tính tổng trọng số (tổng điểm) cho các phương án và lựa chọn

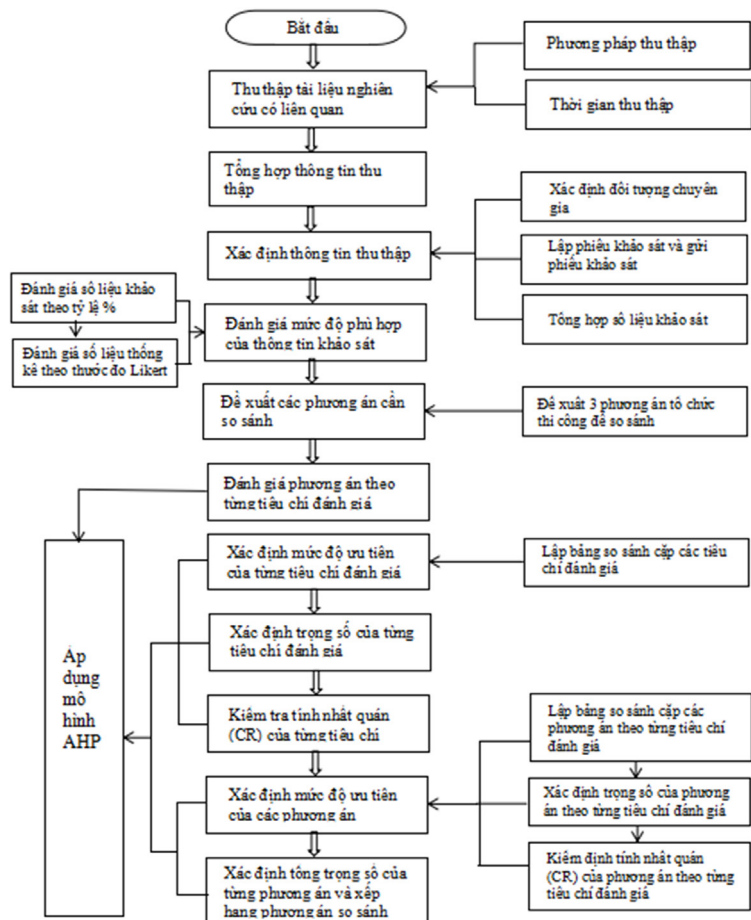
Đây là bước cuối cùng trong quá trình đánh giá và đưa ra phương án. Ta ghép n ma trận 1 cột m hàng là sản phẩm ở Bước 3 thành ma trận m hàng n cột. Nhân ma trận này với 1 cột n hàng là kết quả của Bước 2, được kết quả là một ma trận m hàng 1 cột. Ma trận kết quả sẽ cho biết phương án tốt nhất nên chọn, là phương án có giá trị kết quả cao nhất.

Tổng trọng số các phương án = Trọng số các phương án theo các tiêu chí * Trọng số của tiêu chí

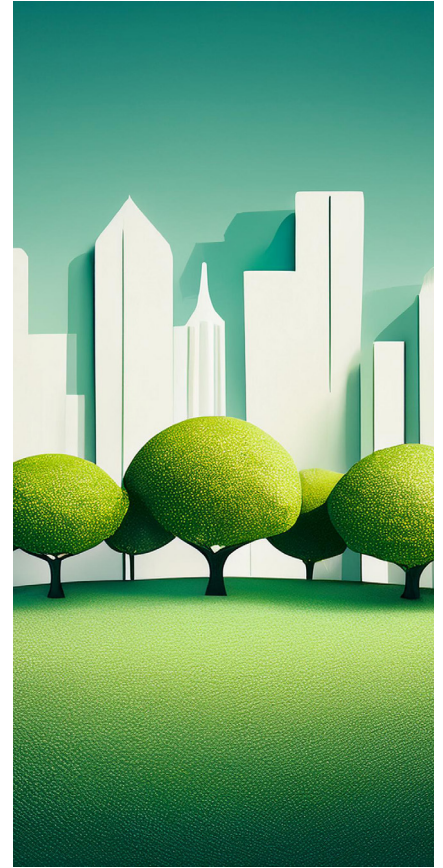
4. Ứng dụng phương pháp AHP lựa chọn phương án tổ chức thi công

Để lựa chọn phương án tổ chức thi công phù hợp và hợp lý thì phải tập hợp được các phương án tổ chức thi công đề xuất và các tiêu chí đánh giá phương án tổ chức thi công trước khi tiến hành áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc.

Quy trình áp dụng phương pháp AHP để lựa chọn phương án tổ chức thi công được thể hiện như sơ đồ Hình 3.



Hình 3. Quy trình áp dụng mô hình AHP để lựa chọn phương án tổ chức thi công





Một lượng lớn các nghiên cứu về chỉ tiêu đánh giá phương án tổ chức thi công của nhà thầu xây dựng đã được công bố, các nghiên cứu thể hiện mang tính rời rạc và được nghiên cứu cho từng hoàn cảnh khác nhau và ở các thời điểm khác nhau. Bài báo đã sử dụng các phương pháp thu thập khác nhau trong một khoảng thời gian nhất định để tổng hợp các tiêu chí đánh giá. Để đảm bảo độ tin cậy, bài báo đã lập phiếu khảo sát và gửi cho các chuyên gia với cỡ mẫu tối thiểu $n \geq 5 \times m$ (m tương ứng với số tiêu chí

đánh giá cần khảo sát đánh giá) theo cơ cấu như sau:

- Cán bộ quản lý của nhà thầu xây dựng: 20%
- Chỉ huy trưởng của nhà thầu xây dựng: 30%
- Cán bộ lập phương án tổ chức thi công: 30%
- Chuyên gia về tổ chức xây dựng: 20%

Sau quá trình khảo sát là nghiên cứu ý kiến về “mức độ phù hợp” của những tiêu chí đánh giá được sử dụng để phân tích đánh giá và lựa chọn

phương án tổ chức thi công của nhà thầu xây dựng từ các chuyên gia với 5 mức cụ thể là:

1. Hoàn toàn không phù hợp
2. Có phù hợp nhưng không đáng kể
3. Tương đối phù hợp
4. Khá phù hợp
5. Hoàn toàn phù hợp

Bài báo đã thu thập được số liệu khảo sát và phân tích đánh giá từ các mẫu khảo sát của các chuyên gia, ta có bảng tổng hợp số liệu khảo sát từ 130 chuyên gia theo số liệu tương đối % như bảng 2.

Bảng 2. Bảng tổng hợp số liệu khảo sát

STT	Các tiêu chí đánh giá	Mức độ phù hợp/ Số lượng chuyên gia (%)					
		1	2	3	4	5	Tổng số
I	Các tiêu chí đánh giá phản ánh tính khả thi của phương án tổ chức thi công (A)						
1	Khả năng đảm bảo kỹ thuật, chất lượng của sản phẩm xây lắp (A1)	0%	0%	0,77%	92,31%	6,92%	100%
2	Khả năng huy động được về con người (A2)	0,77%	2,31%	0,77%	6,15%	80,98%	100%
3	Khả năng huy động được về máy móc và thiết bị thi công (A3)	0%	4,62%	2,31%	2,31%	90,77%	100%
4	Khả năng huy động được về nguyên vật liệu, cấu kiện, thiết bị xây dựng (A4)	0%	0%	13,85%	86,15%	0%	100%
5	Khả năng đáp ứng được về mặt bằng và không gian sản xuất (A5)	0%	2,31%	5,38%	12,31%	80%	100%
6	Khả năng đáp ứng được về cơ sở hạ tầng kỹ thuật phục vụ thi công của phương án (A6)	0%	8,46%	3,85%	86,92%	0,77%	100%
7	Khả năng đáp ứng về công tác phối hợp giữa các đơn vị có liên quan khi thực hiện phương án (A7)	0%	1,54%	6,92%	5,38%	86,15%	100%
8	Khả năng đáp ứng được thời gian thực hiện theo yêu cầu (A8)	0%	0%	12,31%	4,62%	83,08%	100%
II	Các tiêu chí đánh giá phản ánh tính hiệu quả của phương án tổ chức thi công (B)						
1	Khả năng huy động được về vốn lưu động và vốn cố định cho thực hiện phương án (B1)	0,77%	0,77%	8,46%	87,69%	2,31%	100%
2	Khả năng thanh toán được khối lượng xây lắp hoàn thành theo yêu cầu (B2)	1,54%	2,31%	10,77%	1,54%	83,85%	100%
3	Khả năng tiết kiệm chi phí do phương án đem lại (B3)	0%	0%	1,54%	4,62%	93,85%	100%
4	Khả năng đảm bảo chi phí thực hiện trong giới hạn (B4)	0,77%	9,23%	1,54%	87,69%	0,77%	100%
5	Khả năng đảm bảo lợi nhuận theo yêu cầu (B5)	0%	0,77%	9,23%	83,08%	6,92%	100%



III	Các tiêu chí đánh giá phản ánh tính an toàn của phương án tổ chức thi công						
1	Đảm bảo an toàn lao động (C1)	0%	0%	0,77%	18,46%	80,77%	100%
2	Đảm bảo an toàn về tài sản, máy móc thiết bị thi công (C2)	0%	0%	8,46%	1,54%	90%	100%
3	Đảm bảo PCCC (C3)	0%	0%	1,54%	2,31%	96,15%	100%
4	Đảm bảo VSMT (C4)	0%	0%	6,92%	90,77%	2,31%	100%
5	Đảm bảo an toàn rủi ro khác (C5)	0%	0%	10%	10%	80%	100%
IV	Các tiêu chí đánh giá phản ánh tính phù hợp của phương án tổ chức thi công						
1	Phù hợp với hồ sơ thiết kế đã phê duyệt (D1)	0%	3,85%	4,62%	0,77%	90,77%	100%
2	Phù hợp với QC/TC/CDKT có liên quan (D2)	0,77%	1,54%	6,15%	88,46%	3,08%	100%
3	Phù hợp với các nội dung qui định trong Hợp đồng (D3)	0%	0,77%	6,15%	9,23%	83,85%	100%
4	Phù hợp với các qui định của pháp luật hiện hành có liên quan (D4)	0%	1,54%	5,38%	11,54%	81,54%	100%
5	Phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội khu vực xây dựng (D5)	0,77%	4,62%	10%	83,08%	1,54%	100%
V	Các tiêu chí đánh giá phản ánh tính thích ứng linh hoạt của phương án tổ chức thi công						
1	Khả năng thay đổi yếu tố công nghệ, qui trình sản xuất phù hợp với điều kiện thi công (E1)	0,77%	8,46%	0,77%	86,15%	3,85%	100%
2	Khả năng thích ứng với việc điều chỉnh tiến độ để đảm bảo yêu cầu thời gian (E2)	0%	3,08%	6,15%	82,31%	8,46%	100%
3	Khả năng thích ứng với việc huy động nguồn lực (E3)	0%	4,62%	4,62%	3,85%	86,92%	100%

Với kết quả khảo sát ở bảng 2 cho thấy mức phù hợp của các chỉ tiêu trên đều có mức phù hợp 4 hoặc 5 trên 80%, cho thấy các chỉ tiêu này đều phù hợp. Để kiểm định lại độ tin cậy của phương pháp thống kê ở trên, người

ta thường sử dụng phương pháp đánh giá mức độ phù hợp của từng chỉ tiêu theo thước đo Likert với thang đo từ 1 đến 5 được thể hiện trong bảng 3. Biết rằng chỉ tiêu nào có giá trị trung bình càng lớn thì mức độ phù hợp càng cao:

- 1 1,49: Rất không đồng ý
- 1,5 2,49: Không đồng ý
- 2,5 3,49: Trung lập
- 3,5 4,49: Đồng ý
- 4,5 5: Rất đồng ý





Bảng 3. Bảng đánh giá số liệu thống kê theo Likert

Tiêu chí đánh giá	Số lượng chuyên gia	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
A1	130	3	5	4.06	0.271
A2	130	1	5	4.72	0.671
A3	130	2	5	4.79	0.701
A4	130	3	4	3.86	0.347
A5	130	2	5	4.70	0.678
A6	130	2	5	3.80	0.589
A7	130	2	5	4.76	0.645
A8	130	3	5	4.71	0.676
B1	130	1	5	3.90	0.446
B2	130	1	5	4.64	0.880
B3	130	3	5	4.92	0.320
B4	130	1	5	3.78	0.647
B5	130	2	5	3.96	0.439
C1	130	3	5	4.80	0.420
C2	130	3	5	4.82	0.568
C3	130	3	5	4.95	0.287
C4	130	3	5	3.95	0.301
C5	130	3	5	4.00	0.449
D1	130	2	5	4.78	0.704
D2	130	1	5	3.92	0.466
D3	130	2	5	4.76	0.595
D4	130	2	5	4.73	0.632
D5	130	1	5	3.80	0.576
E1	130	1	5	3.84	0.657
E2	130	2	5	3.96	0.519
E3	130	2	5	4.73	0.755

Với kết quả tính ở bảng 3 cho thấy giá trị trung bình của các chỉ tiêu trên đều rơi vào khoảng từ 3.5 trở lên, cho thấy các chỉ tiêu này đều được chấp thuận.

Kết luận: Từ phương pháp thống kê kết hợp với phương pháp đánh giá theo thước đo Likert, ta thấy 26 tiêu chí đánh giá đều phù hợp và đều được sử dụng để đánh giá lựa chọn phương án tổ chức thi công.

Để tường minh về phương pháp AHP ta có thể xem xét thông qua ví dụ sau đây: Giả sử để thực hiện một gói thầu xây dựng, nhà thầu xây dựng đề xuất một số phương án tổ

chức thi công đưa vào so sánh lựa chọn, các phương án được kí hiệu lần lượt là PA1, PA2, PA3. Nhà thầu thành lập hội đồng tư vấn đánh giá phương án tổ chức thi công kết hợp với lấy ý kiến chuyên gia có kinh nghiệm và chuyên môn sâu để đánh giá phương án. Trên cơ sở thuyết minh tính toán và diễn ra của từng phương án tổ chức thi công về giải pháp công nghệ - kỹ thuật và biện pháp tổ chức thi công cho gói thầu, kèm theo các bản vẽ về biện pháp thi công gói thầu và các tài liệu khác có liên quan, kết quả đánh giá các phương án thể hiện như bảng 4.





Bảng 4. Bảng tổng hợp đánh giá từng tiêu chí của các phương án

STT	Tiêu chí đánh giá	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
1	A1	Tốt	Khá	Tốt
2	A2	Khá	Tốt	Tốt
3	A3	Khá	Tốt	Tốt
4	A4	Khá	Tốt	Tốt
5	A5	Tốt	Khá	Khá
6	A6	Tốt	Khá	Khá
7	A7	Khá	Khá	Khá
8	A8	Tốt	Tốt	Khá
9	B1	Trung bình	Tốt	Khá
10	B2	Trung bình	Cao	Trung bình
11	B3	Thấp	Cao	Thấp
12	B4	Thấp	Trung bình	Trung bình
13	B5	Thấp	Trung bình	Trung bình
14	C1	Khá	Khá	Khá
15	C2	Khá	Khá	Tốt
16	C3	Khá	Khá	Tốt
17	C4	Khá	Tốt	Tốt
18	C5	Trung bình	Khá	Tốt
19	D1	Phù hợp	Khá phù hợp	Khá phù hợp
20	D2	Phù hợp	Phù hợp	Phù hợp
21	D3	Phù hợp tốt	Phù hợp	Khá phù hợp
22	D4	Phù hợp	Phù hợp	Khá phù hợp
23	D5	Khá phù hợp	Phù hợp	Khá phù hợp
24	E1	Tốt	Khá	Khá
25	E2	Tốt	Tốt	Khá
26	E3	Khá	Tốt	Khá

Với số liệu thu được từng ý kiến chuyên gia và vận dụng bước 2 ở mục 3, kết quả so sánh cặp từng tiêu chí như trong bảng 5.





Bảng 5. Bảng so sánh cặp các tiêu chí đánh giá

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	D4	D5	E1	E2	E3
A1	1	7	3	7	7	3	5	9	3	3	1/3	5	7	9	1	1/3	1	9	1	3	3	7	5	3	9	3
A2	1/7	1	1/9	1/9	1	1/5	1/9	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1/7	1/9	1/7	1	1/9	1/9	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
A3	1/3	9	1	3	7	3	3	3	3	3	1/3	3	7	7	1	1/5	1	7	1	3	3	7	5	3	7	3
A4	1/7	9	1/3	1	5	1	1	3	3	3	1/5	1/3	3	5	1/3	1/3	1/3	5	1/3	1/3	3	5	3	1	3	1
A5	1/7	1	1/7	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1/9	1/9	1/7	1	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
A6	1/3	5	1/3	1	5	1	1	3	1/3	3	1/7	1/3	3	5	1/5	1/9	1/3	5	1/5	1/3	1/3	5	3	1	3	1
A7	1/5	9	1/3	1	5	1	1	3	1/3	3	1/5	1/3	3	5	1/5	1/3	1/5	5	1/5	1/3	3	5	3	1	3	1
A8	1/9	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1	1/3	1	1/7	1/3	1	3	1/7	1/9	1/7	3	1/7	1/5	1	3	1	1/3	3	1/3
B1	1/3	5	1/3	1/3	5	3	3	3	1	3	1/5	1	3	5	1/3	1/3	1/3	5	1/3	1/3	3	5	3	3	5	3
B2	1/3	3	1/3	1/3	3	1/3	1/3	1	1/3	1	1/7	1/3	1	3	1/7	1/9	1/7	3	1/7	1/5	1	3	1	1/3	3	1/3
B3	3	7	3	5	7	7	5	7	5	7	1	5	9	9	3	1/3	3	7	3	5	7	7	9	5	7	5
B4	1/5	5	1/3	3	5	3	3	3	1	3	1/5	1	3	5	1/3	1/3	1/3	5	1/3	1/3	3	5	3	3	5	3
B5	1/7	3	1/7	1/3	3	1/3	1/3	1	1/3	1	1/9	1/3	1	3	1/7	1/9	1/7	3	1/7	5	1	3	1	1/3	3	1/3
C1	1/9	1	1/7	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/9	1/5	1/3	1	1/7	1/9	1/7	1	1/7	1/5	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
C2	1	7	1	3	5	5	5	7	3	7	1/3	3	7	7	1	1/5	1	7	1	3	5	7	5	3	7	3
C3	3	9	5	3	9	9	3	9	3	9	3	3	9	9	5	1	5	9	5	3	7	9	7	3	9	3
C4	1	7	1	3	7	3	5	7	3	7	1/3	3	7	7	1	1/5	1	7	1	3	3	7	5	3	5	3
C5	1/9	1	1/7	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1/7	1/9	1/7	1	1/7	1/7	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5
D1	1	9	1	3	7	5	5	7	3	7	1/3	3	7	7	1	1/5	1	7	1	3	7	9	7	3	7	3
D2	1/3	9	1/3	3	5	3	3	5	3	5	1/5	3	1/5	5	1/3	1/3	1/3	7	1/3	1	3	5	5	3	5	3
D3	1/3	3	1/3	1/3	3	3	1/3	1	1/3	1	1/7	1/3	1	3	1/5	1/7	1/3	3	1/7	1/3	1	3	1	1/3	3	1/3
D4	1/7	3	1/7	1/5	3	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	3	1/7	1/9	1/7	3	1/9	1/5	1/3	1	1/3	1/5	1/3	1/5
D5	1/5	3	1/5	1/3	3	1/3	1/3	1	1/3	1	1/9	1/3	1	3	1/5	1/7	1/5	3	1/7	1/5	1	3	1	1/3	3	1/3
E1	1/3	5	1/3	1	5	1	1	3	1/3	3	1/5	1/3	3	5	1/3	1/3	1/3	5	1/3	1/3	3	5	3	1	5	1
E2	1/9	3	1/7	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	3	1/7	1/9	1/5	3	1/7	1/5	1/3	3	1/3	1/5	1	1/5
E3	1/3	5	1/3	1	5	1	1	3	1/3	3	1/5	1/3	3	5	1/3	1/3	1/3	5	1/3	1/3	3	5	3	1	5	1
Tổng	14,2	132,0	19,9	41,2	118,0	54,7	47,9	82,0	35,2	80,0	8,7	34,5	81,2	120,0	17,1	6,2	17,4	120,0	16,9	33,3	63,3	113,3	76,0	39,9	102,7	39,9



Ta tiến hành tính toán trọng số của từng tiêu chí theo mức 2 của mục 3, kết quả trọng số cho các tiêu chí được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6. Bảng trọng số của các tiêu chí khi so sánh cặp

Tiêu chí	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2	D3	D4	D5	E1	E2	E3	Trọng số tiêu chí
A1	0,070	0,053	0,151	0,170	0,059	0,055	0,104	0,110	0,085	0,088	0,038	0,145	0,086	0,075	0,059	0,054	0,057	0,075	0,059	0,090	0,047	0,062	0,066	0,075	0,088	0,075	0,081
A2	0,070	0,008	0,006	0,003	0,008	0,004	0,002	0,004	0,006	0,004	0,016	0,006	0,004	0,008	0,008	0,018	0,008	0,008	0,007	0,003	0,005	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,006
A3	0,023	0,068	0,050	0,073	0,059	0,055	0,063	0,037	0,085	0,038	0,038	0,087	0,086	0,058	0,059	0,032	0,057	0,058	0,059	0,090	0,047	0,062	0,066	0,075	0,068	0,075	0,060
A4	0,010	0,068	0,017	0,024	0,042	0,018	0,021	0,037	0,085	0,038	0,023	0,010	0,037	0,042	0,020	0,054	0,019	0,042	0,020	0,010	0,047	0,044	0,039	0,025	0,029	0,025	0,033
A5	0,010	0,008	0,007	0,005	0,008	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,016	0,006	0,004	0,008	0,007	0,018	0,008	0,008	0,008	0,006	0,005	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,007
A6	0,023	0,038	0,017	0,024	0,042	0,018	0,021	0,037	0,009	0,038	0,016	0,010	0,037	0,042	0,012	0,018	0,019	0,042	0,012	0,010	0,005	0,044	0,039	0,025	0,029	0,025	0,025
A7	0,014	0,068	0,017	0,024	0,042	0,018	0,021	0,037	0,009	0,038	0,023	0,010	0,037	0,042	0,012	0,054	0,011	0,042	0,012	0,010	0,047	0,044	0,039	0,025	0,029	0,025	0,029
A8	0,008	0,023	0,017	0,008	0,025	0,006	0,007	0,012	0,009	0,013	0,016	0,010	0,012	0,025	0,008	0,018	0,008	0,025	0,008	0,006	0,016	0,026	0,013	0,008	0,029	0,008	0,014
B1	0,023	0,038	0,017	0,008	0,042	0,055	0,063	0,037	0,028	0,038	0,023	0,029	0,037	0,042	0,020	0,054	0,019	0,042	0,020	0,010	0,047	0,044	0,039	0,075	0,049	0,075	0,037
B2	0,010	0,023	0,017	0,008	0,025	0,006	0,007	0,012	0,009	0,013	0,016	0,010	0,012	0,025	0,008	0,018	0,008	0,025	0,008	0,006	0,016	0,026	0,013	0,008	0,029	0,008	0,014
B3	0,211	0,053	0,151	0,121	0,059	0,128	0,104	0,085	0,142	0,088	0,115	0,145	0,111	0,075	0,176	0,054	0,172	0,058	0,177	0,150	0,111	0,062	0,118	0,125	0,068	0,125	0,115
B4	0,014	0,038	0,017	0,073	0,042	0,055	0,063	0,037	0,028	0,038	0,023	0,029	0,037	0,042	0,020	0,054	0,019	0,042	0,020	0,010	0,047	0,044	0,039	0,075	0,049	0,075	0,040
B5	0,010	0,023	0,007	0,008	0,025	0,006	0,007	0,012	0,009	0,013	0,013	0,010	0,012	0,025	0,008	0,018	0,008	0,025	0,008	0,150	0,016	0,026	0,013	0,008	0,029	0,008	0,019
C1	0,008	0,008	0,007	0,005	0,008	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,013	0,006	0,004	0,008	0,008	0,018	0,008	0,008	0,008	0,006	0,005	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,007
C2	0,070	0,053	0,050	0,073	0,076	0,091	0,104	0,085	0,085	0,088	0,038	0,087	0,086	0,058	0,059	0,032	0,057	0,058	0,059	0,090	0,079	0,062	0,066	0,075	0,068	0,075	0,070
C3	0,211	0,068	0,252	0,073	0,076	0,165	0,063	0,110	0,085	0,113	0,345	0,087	0,111	0,075	0,293	0,161	0,287	0,075	0,296	0,090	0,111	0,079	0,092	0,075	0,088	0,075	0,137
C4	0,070	0,053	0,050	0,073	0,059	0,055	0,104	0,085	0,085	0,088	0,038	0,087	0,086	0,058	0,059	0,032	0,057	0,058	0,059	0,090	0,047	0,062	0,066	0,075	0,049	0,075	0,066
C5	0,008	0,008	0,007	0,005	0,008	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,016	0,006	0,004	0,008	0,008	0,018	0,008	0,008	0,008	0,004	0,005	0,003	0,004	0,005	0,003	0,005	0,007
D1	0,070	0,068	0,050	0,073	0,059	0,091	0,104	0,085	0,085	0,088	0,038	0,087	0,086	0,058	0,059	0,032	0,057	0,058	0,059	0,090	0,111	0,079	0,092	0,075	0,068	0,075	0,073
D2	0,023	0,068	0,017	0,073	0,042	0,055	0,063	0,061	0,085	0,063	0,023	0,087	0,002	0,042	0,020	0,054	0,019	0,058	0,020	0,030	0,047	0,044	0,066	0,075	0,049	0,075	0,048
D3	0,023	0,023	0,017	0,008	0,025	0,055	0,007	0,012	0,009	0,013	0,016	0,010	0,012	0,025	0,012	0,023	0,019	0,025	0,008	0,010	0,016	0,026	0,013	0,008	0,029	0,008	0,017
D4	0,010	0,023	0,007	0,005	0,025	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,016	0,006	0,004	0,025	0,008	0,018	0,008	0,025	0,007	0,006	0,005	0,009	0,004	0,005	0,003	0,005	0,010
D5	0,014	0,023	0,010	0,008	0,025	0,006	0,007	0,012	0,009	0,013	0,013	0,010	0,012	0,025	0,012	0,023	0,011	0,025	0,008	0,006	0,016	0,026	0,013	0,008	0,029	0,008	0,014
E1	0,023	0,038	0,017	0,024	0,042	0,018	0,021	0,037	0,009	0,038	0,023	0,010	0,037	0,042	0,020	0,054	0,019	0,042	0,020	0,010	0,047	0,044	0,039	0,025	0,049	0,025	0,030
E2	0,008	0,023	0,007	0,008	0,025	0,006	0,007	0,004	0,006	0,004	0,016	0,006	0,004	0,025	0,008	0,018	0,011	0,025	0,008	0,006	0,005	0,026	0,004	0,005	0,010	0,005	0,011
E3	0,023	0,038	0,017	0,024	0,042	0,018	0,021	0,037	0,009	0,038	0,023	0,010	0,037	0,042	0,020	0,054	0,019	0,042	0,020	0,010	0,047	0,044	0,039	0,025	0,049	0,025	0,030



- Ta tính toán tỷ số nhất quán với số tiêu chí là 26 thì RI = 1,66:

$$\lambda_{\max} = (14,2 \times 0,081 + 132,0 \times 0,006 + 19,8 \times 0,06 + 41,2 \times 0,033 + 118,0 \times 0,007 + 54,7 \times 0,025 + 47,9 \times 0,029 + 82,0 \times 0,014 + 35,2 \times 0,037 + 80,0 \times 0,014 + 8,7 \times 0,115 + 34,5 \times 0,04 + 81,2 \times 0,019 + 120,0 \times 0,007 + 17,05 \times 0,07 + 6,2 \times 0,137 + 17,4 \times 0,066 + 120,0 \times 0,007 + 16,9 \times 0,073$$

$$+ 33,3 \times 0,048 + 63,3 \times 0,017 + 113,3 \times 0,01 + 76,0 \times 0,014 + 39,9 \times 0,03 + 102,7 \times 0,011 + 39,9 \times 0,03) = 30,037$$

$$CI = (30,037 - 26) / (26 - 1) = 0,161$$

$$CR = 0,161 / 1,66 = 0,097 = 9,7\% < 10\% \text{ đạt yêu cầu}$$

Tính toán tiếp độ ưu tiên của các phương án theo từng tiêu chí, ta thiết lập các ma trận tương ứng có kích

thước bằng số phương án. Do có 26 tiêu chí so sánh, vì thế cần tính toán 26 ma trận. Số liệu tính toán thu được từ ý kiến chuyên gia.

Với PA1, PA2, PA3 là 3 phương án tổ chức thi công, ta có ma trận mức độ ưu tiên và trọng số của từng phương án theo tiêu chí đánh giá 1 như bảng 7.

Bảng 7. Ma trận mức độ ưu tiên của các phương án đối với tiêu chí A1 và kết quả trọng số phương án

A1	PA1	PA2	PA3		A1	PA1	PA2	PA3	Trọng số phương án (wj)	λmax	CI	CR
PA1	1,00	3,00	1,00		PA1	0,43	0,43	0,43	0,429	3,00	0,00	0,00
PA2	0,33	1,00	0,33		PA2	0,14	0,14	0,14	0,143			
PA3	1,00	3,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
Tổng	2,333	7,000	2,333									

- Và với số tiêu chí là 3 thì RI = 0,58
$$\lambda_{\max} = (2,33 \times 0,429 + 7 \times 0,143 + 2,33 \times 0,429) = 3,000$$

$$CI = (3,000 - 3) / (3 - 1) = 0$$

$$CR = 0\% < 5\% \text{ đạt yêu cầu}$$

- Tính toán tương tự cho 25 tiêu

chí còn lại, kết quả thể hiện trong các bảng dưới đây:

A2	PA1	PA2	PA3		A2	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,33	0,33		PA1	0,14	0,14	0,14	0,143	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	1,00		PA2	0,43	0,43	0,43	0,429			
PA3	3,00	1,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
	7,00	2,33	2,33									
A3	PA1	PA2	PA3		A3	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,33	0,33		PA1	0,14	0,14	0,14	0,143	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	1,00		PA2	0,43	0,43	0,43	0,429			
PA3	3,00	1,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
	7,00	2,33	2,33									
A4	PA1	PA2	PA3		A4	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,33	0,33		PA1	0,14	0,14	0,14	0,143	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	1,00		PA2	0,43	0,43	0,43	0,429			
PA3	3,00	1,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
	7,00	2,33	2,33									
A5	PA1	PA2	PA3		A5	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	3,00	3,00		PA1	0,60	0,60	0,60	0,600	3,00	0,00	0,00
PA2	0,33	1,00	1,00		PA2	0,20	0,20	0,20	0,200			
PA3	0,33	1,00	1,00		PA3	0,20	0,20	0,20	0,200			
	1,67	5,00	5,00									
A6	PA1	PA2	PA3		A6	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	3,00	3,00		PA1	0,60	0,60	0,60	0,600	3,00	0,00	0,00
PA2	0,33	1,00	1,00		PA2	0,20	0,20	0,20	0,200			
PA3	0,33	1,00	1,00		PA3	0,20	0,20	0,20	0,200			
	1,67	5,00	5,00									
A7	PA1	PA2	PA3		A7	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	1,00	1,00		PA1	0,33	0,33	0,33	0,333	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	1,00		PA2	0,33	0,33	0,33	0,333			
PA3	1,00	1,00	1,00		PA3	0,33	0,33	0,33	0,333			
	3,00	3,00	3,00									



A8	PA1	PA2	PA3		A8	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	1,00	3,00		PA1	0,43	0,43	0,43	0,429	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	3,00		PA2	0,43	0,43	0,43	0,429			
PA3	0,33	0,33	1,00		PA3	0,14	0,14	0,14	0,143			
	2,33	2,33	7,00									
B1	PA1	PA2	PA3		B1	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,20	0,33		PA1	0,11	0,13	0,08	0,106	3,06	0,03	0,05
PA2	5,00	1,00	3,00		PA2	0,56	0,65	0,69	0,633			
PA3	3,00	0,33	1,00		PA3	0,33	0,22	0,23	0,260			
	9,00	1,53	4,33									
B2	PA1	PA2	PA3		B2	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,14	1,00		PA1	0,11	0,11	0,11	0,111	3,00	0,00	0,00
PA2	7,00	1,00	7,00		PA2	0,78	0,78	0,78	0,778			
PA3	1,00	0,14	1,00		PA3	0,11	0,11	0,11	0,111			
	9,00	1,29	9,00									
B3	PA1	PA2	PA3		B3	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,11	1,00		PA1	0,09	0,09	0,09	0,091	3,00	0,00	0,00
PA2	9,00	1,00	9,00		PA2	0,82	0,82	0,82	0,818			
PA3	1,00	0,11	1,00		PA3	0,09	0,09	0,09	0,091			
	11,00	1,22	11,00									
B4	PA1	PA2	PA3		B4	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,20	0,20		PA1	0,09	0,09	0,09	0,091	3,00	0,00	0,00
PA2	5,00	1,00	1,00		PA2	0,45	0,45	0,45	0,455			
PA3	5,00	1,00	1,00		PA3	0,45	0,45	0,45	0,455			
	11,00	2,20	2,20									
B5	PA1	PA2	PA3		B5	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,20	0,20		PA1	0,09	0,09	0,09	0,091	3,00	0,00	0,00
PA2	5,00	1,00	1,00		PA2	0,45	0,45	0,45	0,455			
PA3	5,00	1,00	1,00		PA3	0,45	0,45	0,45	0,455			
	11,00	2,20	2,20									
C1	PA1	PA2	PA3		C1	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	1,00	1,00		PA1	0,33	0,33	0,33	0,333	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	1,00		PA2	0,33	0,33	0,33	0,333			
PA3	1,00	1,00	1,00		PA3	0,33	0,33	0,33	0,333			
	3,00	3,00	3,00									
C2	PA1	PA2	PA3		C2	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	1,00	0,33		PA1	0,20	0,20	0,20	0,200	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	0,33		PA2	0,20	0,20	0,20	0,200			
PA3	3,00	3,00	1,00		PA3	0,60	0,60	0,60	0,600			
	5,00	5,00	1,67									
C3	PA1	PA2	PA3		C3	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	1,00	0,33		PA1	0,20	0,20	0,20	0,200	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	0,33		PA2	0,20	0,20	0,20	0,200			
PA3	3,00	3,00	1,00		PA3	0,60	0,60	0,60	0,600			
	5,00	5,00	1,67									
C4	PA1	PA2	PA3		C4	PA1	PA2	PA3	wj	λmax	CI	CR
PA1	1,00	0,33	0,33		PA1	0,14	0,14	0,14	0,143	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	1,00		PA2	0,43	0,43	0,43	0,429			
PA3	3,00	1,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
	7,00	2,33	2,33									



C5	PA1	PA2	PA3		C5	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	0,33	0,20		PA1	0,11	0,08	0,13	0,106	3,06	0,03	0,05
PA2	3,00	1,00	0,33		PA2	0,33	0,23	0,22	0,260			
PA3	5,00	3,00	1,00		PA3	0,56	0,69	0,65	0,633			
	9,00	4,33	1,53									
D1	PA1	PA2	PA3		D1	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	0,33	0,33		PA1	0,14	0,14	0,14	0,143	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	1,00		PA2	0,43	0,43	0,43	0,429			
PA3	3,00	1,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
	7,00	2,33	2,33									
D2	PA1	PA2	PA3		D2	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	1,00	1,00		PA1	0,33	0,33	0,33	0,333	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	1,00		PA2	0,33	0,33	0,33	0,333			
PA3	1,00	1,00	1,00		PA3	0,33	0,33	0,33	0,333			
	3,00	3,00	3,00									
D3	PA1	PA2	PA3		D3	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	5,00	3,00		PA1	0,65	0,56	0,69	0,633	3,06	0,03	0,05
PA2	0,20	1,00	0,33		PA2	0,13	0,11	0,08	0,106			
PA3	0,33	3,00	1,00		PA3	0,22	0,33	0,23	0,260			
	1,53	9,00	4,33									
D4	PA1	PA2	PA3		D4	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	1,00	0,33		PA1	0,20	0,20	0,20	0,200	3,00	0,00	0,00
PA2	1,00	1,00	0,33		PA2	0,20	0,20	0,20	0,200			
PA3	3,00	3,00	1,00		PA3	0,60	0,60	0,60	0,600			
	5,00	5,00	1,67									
D5	PA1	PA2	PA3		D5	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	3,00	1,00		PA1	0,43	0,43	0,43	0,429	3,00	0,00	0,00
PA2	0,33	1,00	0,33		PA2	0,14	0,14	0,14	0,143			
PA3	1,00	3,00	1,00		PA3	0,43	0,43	0,43	0,429			
	2,33	7,00	2,33									
E1	PA1	PA2	PA3		E1	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	3,00	3,00		PA1	0,60	0,60	0,60	0,600	3,00	0,00	0,00
PA2	0,33	1,00	1,00		PA2	0,20	0,20	0,20	0,200			
PA3	0,33	1,00	1,00		PA3	0,20	0,20	0,20	0,200			
	1,67	5,00	5,00									
E2	PA1	PA2	PA3		E2	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	0,33	1,00		PA1	0,20	0,20	0,20	0,200	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	3,00		PA2	0,60	0,60	0,60	0,600			
PA3	1,00	0,33	1,00		PA3	0,20	0,20	0,20	0,200			
	5,00	1,67	5,00									
E3	PA1	PA2	PA3		E3	PA1	PA2	PA3	wj	$\lambda_{\max}$	CI	CR
PA1	1,00	0,33	1,00		PA1	0,20	0,20	0,20	0,200	3,00	0,00	0,00
PA2	3,00	1,00	3,00		PA2	0,60	0,60	0,60	0,600			
PA3	1,00	0,33	1,00		PA3	0,20	0,20	0,20	0,200			
	5,00	1,67	5,00									

Với kết quả tính ở bảng trên cho thấy tỷ số nhất quán của các phương án trên đều nhỏ hơn 5%, cho thấy các chỉ tiêu này đều được chấp thuận.

Tổng kết các kết quả tính toán ở các bước trên vào Bảng 8 với ma trận 1 là ma trận trọng số của phương án có n hàng tương ứng với 3 phương án, m

cột tương ứng với 26 tiêu chí và Bảng 9 với ma trận 2 (ma trận cột) là ma trận trọng số của tiêu chí đánh giá có n hàng tương ứng với 26 tiêu chí.



Bảng 8. Tổng hợp kết quả tính toán trọng số của phương án

	PA1	PA2	PA3			Trọng số tiêu chí
A1	0,43	0,14	0,43		A1	0,081
A2	0,14	0,43	0,43		A2	0,006
A3	0,14	0,43	0,43		A3	0,060
A4	0,14	0,43	0,43		A4	0,033
A5	0,60	0,20	0,20		A5	0,007
A6	0,60	0,20	0,20		A6	0,025
A7	0,33	0,33	0,33		A7	0,029
A8	0,43	0,43	0,14		A8	0,014
B1	0,11	0,63	0,26		B1	0,037
B2	0,11	0,78	0,11		B2	0,014
B3	0,09	0,82	0,09		B3	0,115
B4	0,09	0,45	0,45		B4	0,040
B5	0,09	0,45	0,45		B5	0,019
C1	0,33	0,33	0,33		C1	0,007
C2	0,20	0,20	0,60		C2	0,070
C3	0,20	0,20	0,60		C3	0,137
C4	0,14	0,43	0,43		C4	0,066
C5	0,11	0,26	0,63		C5	0,007
D1	0,14	0,43	0,43		D1	0,073
D2	0,33	0,33	0,33		D2	0,048
D3	0,63	0,11	0,26		D3	0,017
D4	0,20	0,20	0,60		D4	0,010
D5	0,43	0,14	0,43		D5	0,014
E1	0,60	0,20	0,20		E1	0,030
E2	0,20	0,60	0,20		E2	0,011
E3	0,20	0,60	0,20		E3	0,030

Bảng 9. Tổng hợp kết quả tính toán trọng số của tiêu chí đánh giá

Nhân 2 ma trận thể hiện trong bảng 8 và bảng 9 với nhau, ta được kết quả tổng trọng số (tổng điểm) của các phương án tổ chức thi công như sau:

PA1	0,230
PA2	0,389
PA3	0,381

Ta có thể kết luận phương án 2 là phương án tốt nhất nên được lựa chọn để nhà thầu xây dựng triển khai thực hiện gói thầu xây dựng.

5. Kết luận

Từ các phân tích và ví dụ minh họa trên cho thấy khi không có được đầy đủ dữ liệu để tính toán phục vụ lựa chọn phương án tổ chức thi công, nhất là khi xem xét đến yếu tố rủi ro trong xây dựng công trình, thì phương pháp thứ bậc AHP tỏ ra khá phù hợp. Bằng việc so sánh các cặp tiêu chí dựa trên mức độ quan trọng của chúng với các phương án thi công xây dựng, sau đó đánh giá từng cặp phương án dựa trên mức độ ưu tiên lựa chọn và kết hợp các góc độ đánh giá này lại, rõ ràng kết quả so sánh là khoa học và có sức thuyết phục.

Phương pháp AHP giúp quyết định tối ưu bằng cách sử dụng ý kiến chuyên gia và như vậy không cần quá nhiều dữ liệu thu thập. Tuy nhiên, cần lưu ý là kết quả của phương pháp AHP hoàn toàn phụ thuộc vào chất lượng của ý kiến chuyên gia và số lượng chuyên gia trong việc định lượng trọng số cho các mục tiêu, đây cũng là nhược điểm của phương pháp này.

Tài liệu tham khảo

[1] Thomas L Saaty (2008), "Decision making with the analytic hierarchy process", International journal of services sciences.
[2] GS.TS Nguyễn Huy Thanh (2003), Tổ chức xây dựng công trình, Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
[3] GS.TS Vũ Trọng Hồng (2011), Quá trình xây dựng và giải pháp đẩy nhanh tiến độ thi công, Hội thảo khoa học "Thời gian thực hiện dự án đầu tư XD ở Việt Nam - Thực trạng và giải pháp".
[4] Trần Thị Mỹ Dung, Tổng quan về ứng dụng phương pháp phân tích thứ bậc, Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ, 2012, số 21a.
[5] Phạm Quang Thanh, Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để lựa chọn phương thức thực hiện dự án đầu tư xây dựng, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng NUCE 2019.13.



THÚC ĐẨY ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH XANH TỪ KINH NGHIỆM CỦA MỘT SỐ NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

TS. NGÔ THẾ VINH, CN. NGÔ MINH THÀNH
Viện Kinh tế xây dựng, Bộ Xây dựng

(Ngày nhận bài: 11/9/2024, ngày sửa bài: 18/9/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Thuật ngữ “công trình xanh” bắt đầu được các nhà nghiên cứu đề cập tại các hội thảo khoa học từ khoảng những năm 1970, nhằm thúc đẩy các chủ đầu tư lựa chọn nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của công trình xây dựng đến môi trường, đến hiện tượng biến đổi khí hậu. Hiện nay tại nhiều nước trên thế giới, các chủ đầu tư đã có những nhận thức mạnh mẽ về hiệu quả của việc đầu tư xây dựng công trình xanh. Mặc dù có nhiều ưu điểm và được sự quan tâm hỗ trợ thúc đẩy phát triển áp dụng tại Việt Nam nhưng công trình xanh vẫn chưa được áp dụng phổ biến và còn một số rào cản nhất định. Tỷ trọng số lượng công trình xanh tại Việt Nam còn thấp và chủ yếu được đầu tư xây dựng bởi các doanh nghiệp tư nhân. Hầu như không có hoặc rất ít công trình xanh có nguồn gốc từ vốn đầu tư công. Bài viết nghiên cứu và trình bày một số giải pháp quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình xanh của một số nước trên thế giới và gợi ý các giải pháp nhằm thúc đẩy áp dụng tại Việt Nam trong thời gian tới.

Từ khóa: Công trình xanh, chi phí, đầu tư xây dựng, quản lý.

Abstract: The term “green project” has been used since being introduced in scientific workshops in the 1970s to encourage investors to minimize the negative impacts of construction projects on the environment and climate change. In many countries, investors have increasingly recognized its investment effectiveness. However, in Vietnam, despite the advantages and support for development, green projects are not widely adopted due to several barriers. The proportion of green projects in Vietnam remains low, with the majority funded by private enterprises. Public sector investment in green projects is almost nonexistent. This article explores solutions for managing investment construction costs of green projects in various countries and provides with recommendations to promote their application in Vietnam in the future.

Keywords: Green project, cost, investment construction, management.

1. Lịch sử và khái niệm thuật ngữ công trình xanh

Từ những năm 1930 đến những năm 1960, xu hướng kiến trúc xây dựng các tòa nhà cao tầng theo phong cách “hộp kính - glass box” được phát triển mạnh mẽ tại các thành phố của Mỹ. Cùng với đó, các nhà khoa học đã nghiên cứu một số công nghệ xây dựng để thích ứng với cấu trúc của công trình, như là máy điều hòa không khí, kính phản quang, ... Các tòa nhà này có thể được sưởi ấm và làm mát bằng các hệ thống HVAC lớn với nhu cầu tiêu thụ nhiều nhiên liệu hóa thạch giá rẻ và sẵn có trên thị trường. Điều này hoàn toàn khả thi tại thời điểm đó. Tuy nhiên, chiến tranh Ả Rập và Israel năm 1973, các thành viên Ả Rập của Tổ chức các nước xuất khẩu dầu mỏ (OPEC) đã áp đặt lệnh cấm vận đối với Mỹ đã khiến giá dầu mỏ tăng cao và việc duy trì hoạt động của các tòa nhà

cao tầng trở nên khó khăn và đắt đỏ. Tại thời điểm đó, Ủy ban năng lượng Hoa Kỳ đã bắt đầu hình thành quan niệm về việc phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch để có năng lượng nói chung và công trình xây dựng nói riêng. Chính vì vậy, động lực cho việc phát triển công trình “xanh” bắt nguồn từ sự giảm phụ thuộc vào năng lượng để vận hành tòa nhà cũng như giảm tác động đến môi trường, biến đổi khí hậu.

Năm 1992, khái niệm “*công trình xanh*” đã được lồng ghép vào dự án “Xanh hóa Nhà trắng - Green the White House” bởi Tổng thống Mỹ Bill Clinton nhằm cải tạo và biến Nhà trắng thành “mô hình hiệu quả năng lượng và hiệu suất môi trường thông qua việc giảm thiểu chất thải (ủ phân từ cò cắt tia trong khuôn viên Nhà Trắng để sử dụng làm phân bón), giảm mức sử dụng năng lượng (sử dụng bóng đèn huỳnh quang compact

hiệu quả hơn) và sử dụng hợp lý các nguồn tài nguyên tái tạo, đồng thời cải thiện chất lượng không khí trong tòa nhà (lắp đặt cửa sổ thích ứng với thời tiết, nâng cấp hệ thống sưởi ấm và điều hòa không khí), ... Kết quả của dự án cho thấy sáng kiến này đã tiết kiệm được khoảng 300.000 đô la hàng năm và giảm 800 MTCE lượng khí thải carbon hàng năm - tương đương với mức phát thải của hơn 600 ô tô [3].

Thuật ngữ “công trình xanh” lần đầu tiên được đề cập bởi tổ chức Building Research Establishment (BRE), Vương quốc Anh thông qua Bộ phương pháp đánh giá tính bền vững của công trình (Sustainability Assessment Method for buildings, sau này đổi tên thành The Building Research Establishment Environmental Assessment Method - BREEAM) vào năm 1990. Cùng với thời điểm đó là sự thành lập của Hội đồng công trình xanh Hoa Kỳ vào năm



1993 với các khái niệm, tiêu chuẩn đánh giá công trình xanh (LEED) được áp dụng. Cùng với nguyên tắc và cách tiếp cận như vậy, Hội đồng công trình xanh được thành lập tại nhiều nước trên thế giới cùng với các tiêu chuẩn đánh giá khác nhau, như là DGNB (Đức), LOTUS (Việt Nam), EEWB (Đài Loan),... Đến năm 1999, Hội đồng công trình xanh thế giới (WorldGBC) chính thức được thành lập, đặt trụ sở tại Vương quốc Anh, và thống nhất tổ chức, hoạt động của các hội đồng công trình xanh các nước. Hội đồng công trình xanh Việt Nam (VGBC) được thành lập từ năm 2007, là một trong hơn 80 thành viên của WorldGBC với sứ mệnh “vì một môi trường xây dựng bền vững cho Việt Nam”.

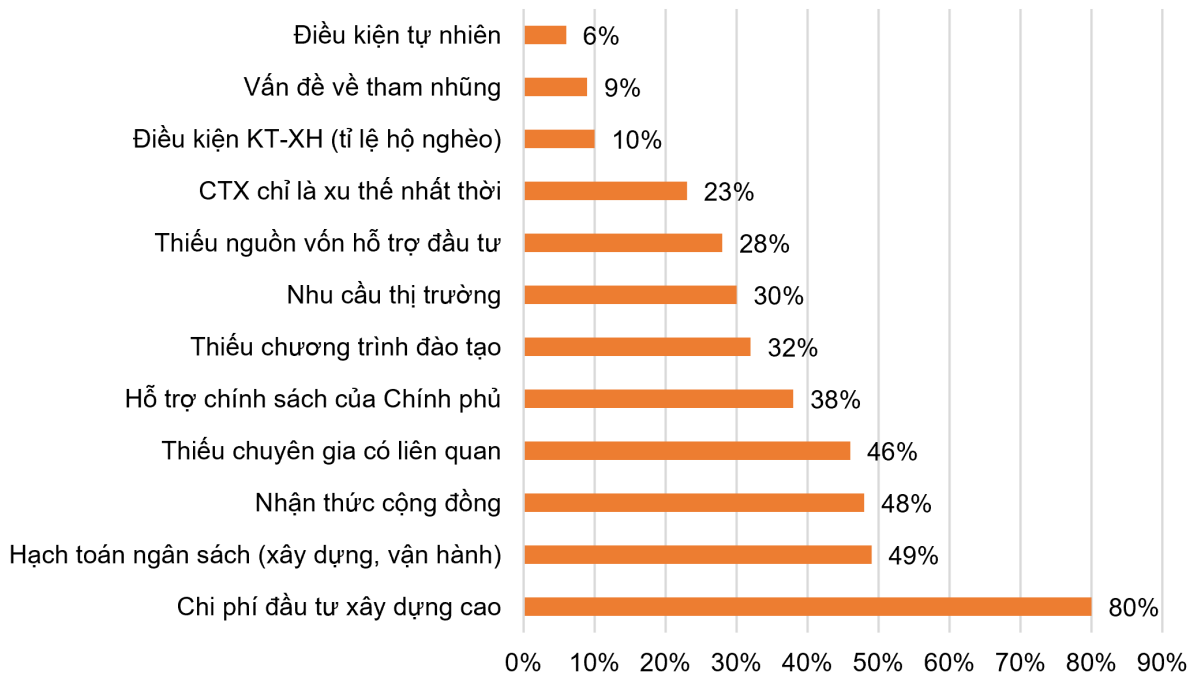
Có thể nói, công trình “xanh” đầu tiên được khởi công xây dựng trên thế giới vào năm 1970 tại Vương quốc Anh là Trụ sở chính của Công ty bảo hiểm Willis Faber và Dumas do kiến trúc sư Norman Foster thiết kế, sử dụng mái cỏ, giếng trời chiếu sáng ban ngày và cửa sổ kính phản quang. Công trình được khánh thành vào ngày 2/6/1975 bởi cựu thủ tướng Harold Macmillan [2]. Tòa nhà Gregory Bateson ở

California xây dựng năm 1982 sử dụng hệ thống điện cảm ứng (từ năng lượng mặt trời), hệ thống làm mát dưới sàn nhà bằng đá, hệ thống điều hòa theo khu vực, ...

Theo quan điểm của Hội đồng công trình xanh tại Việt Nam (VGBC) công trình xanh là công trình đạt được hiệu quả cao trong sử dụng năng lượng và vật liệu, giảm thiểu các tác động xấu tới môi trường; đồng thời được thiết kế để có thể hạn chế tối đa những tác động không tốt của môi trường xây dựng tới sức khỏe con người và môi trường tự nhiên thông qua: (i) Sử dụng năng lượng, nước và các nguồn tài nguyên khác một cách hiệu quả; (ii) Bảo vệ sức khỏe người sử dụng và nâng cao năng suất lao động; và (iii) Giảm thiểu chất thải, ô nhiễm và hủy hoại môi trường. Tiếp cận theo hướng văn bản pháp luật, công trình xanh là công trình xây dựng được thiết kế, xây dựng và vận hành đáp ứng các tiêu chí, tiêu chuẩn về sử dụng hiệu quả năng lượng, tiết kiệm tài nguyên; đảm bảo tiện nghi, chất lượng môi trường sống bên trong công trình và bảo vệ môi trường bên ngoài công trình [1].

2. Một số thách thức, khó khăn khi đầu tư xây dựng công trình xanh

Quyết định đầu tư xây dựng công trình xanh là một trong những quyết định khó khăn cho các chủ đầu tư do sự khác biệt về áp dụng vật liệu xây dựng, thiết kế, công nghệ cũng như chi phí tăng thêm. Điều này càng khó khăn đối với các công trình sử dụng nguồn vốn ngân sách nhà nước do yếu tố tài chính, đảm bảo mục tiêu đầu tư phải hiệu quả. Chính vì vậy, mặc dù qua hơn 15 năm phát triển tại Việt Nam, số lượng công trình xanh hiện chỉ đạt khoảng 500 công trình, con số này quá khiêm tốn so với số lượng công trình được xây dựng hàng năm, đưa vào hoạt động và so với tiềm năng cũng như yêu cầu về sử dụng năng lượng, tài nguyên tiết kiệm, hiệu quả và bảo vệ môi trường. Theo nghiên cứu của McGraw-Hill Construction (2008), chi phí đầu tư xây dựng là một trong những rào cản lớn nhất cho việc phát triển công trình xanh trên thế giới. Phần lớn các chủ đầu tư đều e ngại việc phải tăng nguồn vốn đầu tư để đáp ứng tiêu chí công trình xanh sẽ ảnh hưởng đến tính hiệu quả, tính khả thi của dự án (Hình 1).



Hình 1. Một số rào cản, thách thức khi đầu tư xây dựng công trình xanh

Nguồn: [16]

Bên cạnh đó, các yếu tố chi phí được tính trong giai đoạn xây dựng hay giai đoạn vận hành (công trình xanh thường

có yếu tố tăng chi phí ở giai đoạn xây dựng nhưng tiết kiệm chi phí ở giai đoạn vận hành, yếu tố này tác động lớn đến

loại hình công trình nhà ở thương mại, văn phòng, ...), sự nhận thức của cộng đồng về xu hướng phát triển công trình



xanh cũng tác động đến quyết định đầu tư xây dựng công trình xanh. Nhà đầu tư và người sử dụng đều phải có nhận thức, hiểu biết về công trình xanh và sử dụng thì mới thúc đẩy thị trường. Nếu nhà đầu tư đưa ra sản phẩm công trình xanh nhưng người tiêu dùng không sử dụng, không coi trọng sản phẩm đó thì điều đó ảnh hưởng rất lớn đến động lực phát triển công trình xanh.

Tiếp cận theo quan điểm quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình xanh cho thấy các rào cản như trên thường ảnh hưởng trực tiếp đến 2 nội dung chính là (i) chi phí và (ii) nhân lực. (i) Thách thức lớn trong việc định hướng, xác định được chính xác mức chi phí đầu tư xây dựng Dự án công trình xanh bao gồm các công việc: Lập báo cáo khả thi Dự án, hồ sơ kỹ thuật, hồ sơ thiết kế, bảng dự toán nguyên vật liệu xây dựng sử dụng cho công trình xanh nhằm đảm bảo mục tiêu cân bằng đồng thời giữa đạt chuẩn các chứng nhận công trình xanh được Quốc gia sử dụng để đánh giá và đạt được hiệu quả kinh tế trong nguồn vốn đầu tư cho phép. ii) Khan hiếm về nguồn nhân lực chuyên gia trình độ chuyên môn lâu năm, nguồn nhân công có tay kinh nghiệm tay nghề cao trong đầu tư xây dựng công trình xanh dẫn đến việc chi phí thuê quản lý, tư vấn, thi công Dự án công trình xanh có thể làm phát sinh chi phí cao hơn so với các Dự án thông thường. [6]

Hiện tại, ở Việt Nam, công trình xanh chỉ mới ở giai đoạn khởi đầu. Vẫn chưa thực sự có những ban hành các ưu đãi từ Chính phủ về tài chính như cho vay vốn với lãi suất ưu đãi, giảm trừ thuế. Sự tham gia của các tổ chức tín dụng, ngân hàng, hỗ trợ từ các quỹ tiết kiệm năng lượng cũng đang còn hạn chế.

3. Thực trạng đầu tư xây dựng công trình xanh tại Việt Nam

Trong những năm gần đây, Đảng, Nhà nước, Quốc hội, Chính phủ Việt Nam đã ban hành một số chủ trương, chính sách liên quan đến phát triển các công trình sử dụng năng lượng, tài nguyên tiết kiệm, hiệu quả, bảo vệ môi trường, giảm phát thải khí nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu, chuyển dịch nền kinh tế theo hướng chuyển đổi số, chuyển đổi xanh, phát triển bền vững. Một số văn bản pháp luật đề cập chính thức đến thuật ngữ “công trình xanh”,

như là Nghị định số 15/2021/NĐ-CP, Nghị quyết số 26/2022/UBTV QH14, Nghị định số 95/2024/NĐ-CP, Quyết định số 280/QĐ-TTg, Quyết định số 385/QĐ-BXD, ...Mục tiêu số lượng công trình xanh, sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả được đặt ra đến năm 2025 là đạt 80 công trình xây dựng, đến năm 2030 là 150 công trình xây dựng tại Việt Nam [7]. VGBC đã nghiên cứu, công bố và áp dụng hệ thống tiêu chí đánh giá công trình xanh tại Việt Nam có tên là LOTUS, kết hợp đầy đủ các quy chuẩn xây dựng Việt Nam và có sự tương đồng với các hệ thống quốc tế. Hiện nay, có nhiều tổ chức đang hoạt động và cấp chứng nhận công trình xanh tại Việt Nam theo 06 hệ thống chứng chỉ như là LEED, Fitwell, Green Mark, EDGE (viết tắt của Excellence in Design for Greater Efficiencies), WELL, LOTUS.

Theo số liệu thống kê chưa chính thức của Bộ Xây dựng tại Diễn đàn “Thúc đẩy phát triển công trình xanh tại Việt Nam: Kinh nghiệm và giải pháp”

Bảng 1. Số lượng công trình xanh đạt chứng nhận LEED tại Việt Nam

STT	Loại hình công trình	Số lượng công trình
1	Chứng nhận LEED Certified	21
2	Chứng nhận LEED Silver	46
3	Chứng nhận LEED Gold	117
4	Chứng nhận LEED Platinum	24
Tổng cộng		208

Nguồn: GBIG (2024)

LEED là một trong những chứng nhận phổ biến trên thế giới và được áp dụng rộng rãi tại Việt Nam. Công ty trách nhiệm hữu hạn Fashion Garments 2 thuộc Khu công nghiệp Tân Phú – Đồng Nai là công trình xây dựng đầu tiên đạt chứng nhận LEED Platinum (cấp độ cao nhất) ở Việt Nam vào tháng 7/2015 [10]. Số lượng công trình xây dựng đăng ký để đạt chứng nhận

cho thấy đến hết Quý III/2024, số lượng công trình xanh trên cả nước đạt khoảng 500 công trình với tổng diện tích sàn xây dựng khoảng 12 triệu m2 [4]. Các tỉnh, thành phố tập trung nhiều diện tích sàn đạt chứng nhận xanh là: TP. Hồ Chí Minh có hơn 3,2 triệu m2; TP Hà Nội có hơn 2 triệu m2; Bình Dương có gần 1,4 triệu m2; TP Hải Phòng đạt hơn 716 nghìn m2; Bắc Ninh đạt hơn 705 nghìn m2; Hưng Yên đạt hơn 435 nghìn m2; Đồng Nai đạt hơn 328 nghìn m2; Hà Nam đạt hơn 319 nghìn m2... Phần lớn các công trình xây dựng đạt chứng nhận công trình xanh theo hệ tiêu chí của EDGE và LEED, trong đó, công trình công nghiệp chiếm tỷ lệ lớn nhất với hơn 39,8%; công trình nhà ở chiếm tỷ lệ hơn 34%; công trình văn phòng đạt 12,63%; cơ sở lưu trú đạt 6,25%...[9]. Các công trình xây dựng đạt chứng nhận công trình xanh theo các hệ thống tiêu chí khác nhau và mức độ khác nhau.

LEED vẫn tiếp tục tăng hàng năm, trong năm 2024 đã có 54/162 dự án được cấp giấy chứng nhận công trình xanh theo tiêu chí của LEED, tăng 141,8% so với năm 2023. Bên cạnh tiêu chí của LEED, chứng nhận của EDGE cũng được áp dụng khá rộng rãi tại Việt Nam trong những năm gần đây.

Bảng 2. Số lượng công trình xanh đạt chứng nhận EDGE

STT	Loại hình công trình	Số lượng công trình
1	Công trình cao tầng	9
2	Công trình giáo dục	8
3	Công trình nhà ở	14
4	Công trình công nghiệp	102
5	Công trình hỗn hợp	5
6	Công trình văn phòng	21
7	Công trình nghỉ dưỡng (resort)	1
8	Công trình kho (ngành bán lẻ)	13
Tổng cộng		173

Nguồn: IFC (2024)



Một số Dự án có công trình xây dựng đạt chứng nhận công trình xanh theo tiêu chí của EDGE tiêu biểu là Dự án Artisan Park, Gamuda Land Vietnam, Dự án EcoHome Nhon Binh - N01 & N05, Dự án Ocean Villas Quy Nhơn, Dự án Trung tâm Công nghiệp GNP Nam Đình Vũ,...Theo số liệu thống kê tại website của VGBC cho thấy, số lượng công trình đạt chứng nhận LOTUS cũng khá hạn chế.

Trên thực tế, phần lớn các công trình xanh đều được đầu tư xây dựng bằng nguồn vốn tư nhân hoặc các nguồn hợp pháp khác mà không sử dụng vốn nhà nước do vẫn còn một số rào cản, chính sách nhất định, trường hợp tòa nhà công trình Tổng Công ty Lưu ký và Bù trừ chứng khoán Việt Nam. Bên cạnh việc tăng nhanh về số lượng thì loại hình công trình xanh cũng ngày càng được đa dạng. Theo số liệu của Bộ Xây dựng, hàng năm Việt nam xây dựng mới khoảng 100 triệu m2 diện tích sàn xây dựng nhà ở, văn phòng trung (chưa bao gồm diện tích nhà xưởng công nghiệp và các loại hình công trình khác) nên tiềm năng phát triển công trình xanh ở nước ta còn rất lớn. So sánh với số lượng công trình xanh tại một số quốc gia trên thế giới như gần 85.500 công trình tại Mỹ; hơn 18.200 công trình ở Anh; hơn 2,1 triệu công trình thuộc Ấn Độ hay hơn 8.700 công trình ở Hàn Quốc cho thấy số lượng công trình xanh ở nước ta vẫn còn khá khiêm tốn [12].

Trong lĩnh vực xây dựng, theo mục tiêu giảm nhẹ phát thải khí nhà kính được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt trong Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) đến 2030, Bộ Xây dựng phải giảm 74,3 triệu tấn CO₂, bao gồm: các quá trình công nghiệp, tiêu thụ năng lượng trong sản xuất xi măng; tòa nhà. Bên cạnh đó, để đạt mục tiêu “Net zero” trong xây dựng vào năm 2050, ước tính đến năm 2030, lượng khí thải CO₂ trực tiếp trong ngành Xây dựng cần giảm 50% và lượng khí thải gián tiếp giảm 60%. Để đạt “Net zero” vào năm 2050, tất cả các tác nhân trong chuỗi giá trị tòa nhà cần tăng cường hoạt động khử carbon lên gấp 5 lần [12]. Do vậy, cần thiết phải thúc đẩy phát triển công trình xanh để góp phần đạt được các mục tiêu vĩ mô đã đặt ra.

Bảng 3. Số lượng công trình xanh đạt chứng nhận LOTUS

STT	Loại hình công trình	Số lượng công trình
1	Công trình đang vận hành (LOTUS BIO)	6
2	Công trình nhà ở đặc thù (LOTUS HOME C&S1)	1
3	Công trình nhà ở (LOTUS Home)	17
4	Công trình không gian nội thất (LOTUS Interiors)	3
5	Công trình xây dựng mới (LOTUS NC)	51
6	Công trình quy mô nhỏ (LOTUS SB)	12
7	Công trình có nội thất quy mô nhỏ (LOTUS SI)	15
Tổng cộng		105

Nguồn: VGBC (2024), [11]

4. Kinh nghiệm đầu tư xây dựng công trình xanh tại một số nước trên thế giới

Trung Quốc trong những năm gần đây luôn là quốc gia đứng đầu thế giới về số lượng công trình xanh đạt chứng nhận LEED. Trong năm 2023 đã ghi nhận tổng cộng 1563 Dự án được cấp chứng nhận với tổng diện tích 24,55 triệu m², nhiều hơn gấp 5,6 lần so với quốc gia đứng vị trí thứ hai là Canada với 280 Dự án [13]. Để tăng mức độ hiệu quả trong công tác quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình xanh, các Dự án thường tập trung vào kiểm soát yếu tố nguyên vật liệu đầu vào thông qua tập trung vào việc nghiên cứu, đổi mới nhằm phát triển các nguồn nguyên vật liệu xanh đảm bảo đồng thời tiêu chuẩn chứng nhận xanh và hiệu quả kinh tế có thể kể đến như các vật liệu làm từ sợi carbon, các hợp chất tổng hợp từ các nguyên liệu có thể tái chế, ...Những nguyên vật liệu trên được phối hợp nghiên cứu phát triển cùng với công nghệ biện pháp thi công in 3D công trình xây dựng nhằm tối ưu hoá thời gian và chi phí nhân công [14].

Ấn Độ là nước đứng thứ ba trên thế giới và thứ hai trong Châu Á về Dự án công trình xanh, với 248 Dự án được cấp chứng nhận LEED chỉ riêng trong năm 2023. Để thúc đẩy công trình xanh, Chính phủ Ấn Độ đã đưa ra một số chính sách về thuế, trợ cấp vốn đầu tư cho các dự án Công trình xanh; đồng thời đưa ra các giải pháp hỗ trợ vốn vay mua nhà ở thuộc các Dự án đạt chứng nhận xanh và hoạt động tuyên truyền nâng cao nhận thức của người dân về lợi ích của công trình xanh. Về chính sách thuế và trợ cấp

của Chính phủ, các Dự án đạt chứng nhận công trình xanh đã được công nhận áp dụng tại Ấn Độ được giảm 5-15% thuế tài sản và được trợ cấp tối đa 25% tổng chi phí cố định đầu tư cho Dự án tùy theo quy định của từng Bang/Thành phố [15]. Các Ngân hàng thương mại tại Ấn Độ đã đưa ra các chính sách về hỗ trợ khoản vay mua nhà ở công trình xanh, trong đó giảm lãi suất vốn vay từ 0,5% đến 1,5%. Bên cạnh đó hoạt động phát hành trái phiếu xanh của các ngân hàng thương mại tại Ấn Độ ngày càng được đẩy mạnh, điển hình như SBI, Yes Bank, Exim Bank và Axis Bank nhằm giảm gánh nặng trợ cấp của Chính phủ cho công trình xanh [15]. Bên cạnh đó, các cơ quan nhà nước cũng thường xuyên phối hợp với các Tổ chức có liên quan để tổ chức các diễn đàn, hội thảo và các chương trình đào tạo nhằm phổ biến, tuyên truyền tới các cơ quan có chức năng nhiệm vụ quy hoạch đô thị, kiến trúc sư, kỹ sư, thợ xây về kiến thức, kỹ thuật liên quan tới công trình xanh bền vững nhằm thúc đẩy hiệu quả tính vận dụng thực tiễn trong quá trình hoạch định và xây dựng công trình xanh [15].

Tại Hoa Kỳ, việc đầu tư xây dựng công trình xanh được hệ thống hóa theo các phương pháp quản lý và tối thiểu hoá chi phí thông qua công tác kiểm soát kỹ lưỡng từng khâu quản lý dự án, cụ thể như:

i) *Lập kế hoạch đầu tư xây dựng định hướng công trình xanh rõ ràng dựa trên quy chuẩn của chứng nhận công trình xanh LEED.* Việc đặt ra một mục tiêu dài hạn với tiêu chuẩn cao nhưng có tính khả

¹ Loại hình dự án xây dựng trong đó chủ đầu tư chỉ thực hiện thiết kế và thi công những hạng mục cơ bản, đơn vị thuê diện tích sẽ tự hoàn thiện các hạng mục và dịch vụ chưa được cung cấp bên trong công trình



thì là một điều kiện tiên quyết định hướng cho sự thành công của Dự án công trình xanh sau này, có thể thấy rõ trong việc giảm thiểu chi phí phát sinh trong việc điều chỉnh thiết kế, khối lượng, nguyên vật liệu thi công. Việc định hướng từ đầu Dự án theo hướng công trình xanh sẽ giúp chủ đầu tư nhận được các chính sách ưu đãi cũng như dự toán chính xác chi phí xây dựng công trình xanh từ LEED. Hiện nay tất cả các dự án thay đổi thiết kế chuyển hướng theo công trình xanh trong quá trình thi công dự án đều phải chịu thêm khoản chi phí vượt quá chi phí dự phòng để thỏa mãn điều kiện của chứng nhận LEED, kèm theo đó là các chi phí phát sinh do kéo dài thêm tiến độ của Dự án. Việc dự trù chính xác các chi phí sẽ giúp cho Ban quản lý dự án tâm thế chủ động phòng ngừa rủi ro, gây dựng sự uy tín trong công tác quản lý chi phí gia tăng khả năng thu hút nguồn vốn đầu tư.

ii) Hoàn thiện quy trình thực hiện công tác quản lý chất lượng dự án (lập dự toán, thiết kế). Đối với công tác dự toán, các chủ đầu tư Dự án công trình xanh có xu hướng lựa chọn dự toán nguyên vật liệu xây dựng và biện pháp thi công theo hướng lựa chọn vật liệu hoàn thiện cao cấp, đạt chuẩn thân thiện với môi trường và hệ thống HVAC tiết kiệm năng lượng. Bên cạnh đó đội ngũ chuyên gia cũng nỗ lực trong việc xây dựng các định mức chi phí hợp lý để đạt đủ điều kiện chứng nhận LEED và từ đó có thể phân bổ nguồn vốn hợp lý cho từng giai đoạn của dự án. Ví dụ như Dự án Khu đô thị The Capitol Area East End Complex tại Thành phố Sacramento Bang California là một ví dụ điển hình cho Dự án công trình xanh đảm bảo được cả yếu tố hiệu quả kinh tế nhờ công tác dự toán chính xác và lựa chọn nhà thầu với mức giá có lợi cho chủ đầu tư. Dự án đã phân bổ nguồn vốn vào toà nhà đầu tiên được hoàn thành trong tổng số năm toà chung cư để đạt được chứng nhận LEED Gold, bao gồm những cải tiến về hệ thống quang điện tích hợp trong tòa nhà hay sử dụng nước tái chế từ vòi phun nước ngoài trời. Bốn toà nhà còn lại được áp dụng những biện pháp thi công đạt chuẩn mức tối thiểu của chứng nhận LEED Silver. Đối với công tác thiết kế, các nhà đầu tư của Dự án luôn tuyển dụng những chuyên gia có kinh nghiệm về chứng nhận LEED vào Ban Quản lý dự án, trực tiếp làm việc với

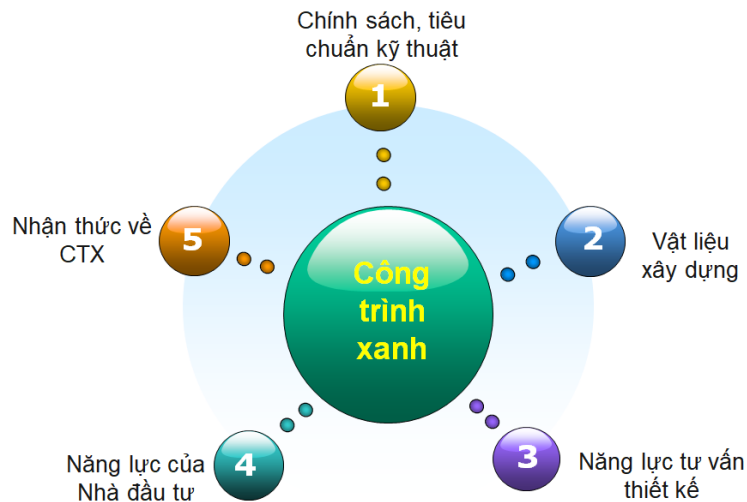
người đứng đầu dự án để tham mưu, tư vấn kịp thời và kiểm soát chất lượng thiết kế nói riêng và toàn bộ chất lượng Dự án nói chung đều phù hợp và đạt yêu cầu các tiêu chí do chứng chỉ xanh đề ra. Các chuyên gia thuộc LEED có trách nhiệm chủ trì các cuộc họp thảo luận giữa các bộ phận thuộc Ban quản lý dự án và chủ đầu tư nhằm tháo gỡ, định hướng rõ ràng Dự án từ khâu thiết kế sơ bộ. Việc có một chuyên gia am hiểu sâu về mảng lĩnh vực mới sẽ giúp cho chủ đầu tư giảm bớt được gánh nặng tài chính do các chi phí phát sinh. Xét về chi phí cơ hội thì hoạt động đầu tư cho chuyên gia có chuyên môn cao trong lĩnh vực thấp hơn nhiều so với các chi phí tăng lên do điều chỉnh thiết kế và khắc phục lỗi trong quá chuẩn bị dự án và thi công dự án [6]

5. Giải pháp thúc đẩy đầu tư xây dựng công trình xanh tại Việt Nam

Mặc dù, công trình xanh không yêu cầu vốn đầu tư ban đầu lớn hơn nhiều so với công trình xây dựng truyền thống (mức tăng chi phí khoảng 2-15% tùy vào mức độ chứng nhận) nhưng yêu cầu thiết kế công trình xanh đòi

hỏi chuyên môn kỹ thuật cao hơn, cũng như rào cản lớn trong việc tiếp cận nguồn cung ứng vật liệu xanh. Một số vật liệu đáp ứng tiêu chí thân thiện với môi trường hoặc tái sử dụng cao có thể không phù hợp với điều kiện môi trường địa phương. Hiện nay, phần lớn nhà đầu tư đều có những kiến thức nhất định về hiệu quả năng lượng, nước và không khí (giá trị bên ngoài, hữu hình) nhưng nhận thức về tiện nghi, sức khỏe, năng suất làm việc, ... (giá trị bên trong, vô hình) lại ít được biết đến. Việc đầu tư xây dựng công trình xanh không phải là các tấm pin năng lượng mặt trời, trồng cây xanh trên mái, thiết bị thông minh, ... mà các giải pháp thiết kế, thoáng gió, tối ưu ánh sáng tự nhiên, sử dụng vật liệu phù hợp với tường, mái, hệ thống HTKT công trình phù hợp, hiệu quả. Nhận diện được thách thức chủ yếu này, kết hợp với bài học kinh nghiệm từ các nước trong khu vực lân cận Việt Nam có thể đưa ra 5 giải pháp thúc đẩy phát triển công trình xanh tại Việt Nam như sau:

Hình 2. Nhóm giải pháp thúc đẩy phát triển công trình xanh



Hoàn thiện chính sách, tiêu chuẩn kỹ thuật: Hiện nay, Nhà nước mới chỉ “khuyến khích” hoạt động đầu tư công trình xanh (quy định tại Điều 10, khoản 4 Luật Xây dựng sửa đổi). Do vậy, các CTX vẫn còn thiếu một hành lang pháp lý chặt chẽ, đồng bộ để có thể được đầu tư xây dựng từ các nguồn ngân sách nhà nước. Trong khi ở nhiều nước có đạo luật hoặc đưa ra các tiêu chí xanh cụ thể cho các công trình xây dựng và bắt buộc chủ đầu tư phải thực hiện, thì ở Việt Nam mặc dù đã có một số quy chuẩn về tiêu chí công trình xanh nhưng chỉ mang tính

khuyến khích thực hiện. Từ kinh nghiệm quốc tế cho thấy, Nhà nước cần phải hoàn thiện, ban hành mới ưu đãi về chi tiêu quy hoạch, kiến trúc, các hệ thống quy chuẩn, tiêu chuẩn nhằm hỗ trợ công tác thiết kế, thi công và vận hành công trình xanh. Các chính sách về hỗ trợ tài chính, thuế nhằm thúc đẩy nhà đầu tư đầu tư xây dựng CTX để hướng tới mục tiêu chung bảo vệ môi trường, chống biến đổi khí hậu mà Chính phủ đã cam



kết thực hiện.

Nghiên cứu, phát triển đổi mới sáng tạo vật liệu xây dựng đạt tiêu chuẩn công trình xanh nhằm đáp ứng yêu cầu thiết kế. Các vật liệu cách âm, cách nhiệt, kính phát xạ thấp (Low E Coating), sơn sinh thái, ... cần được tiếp tục nghiên cứu, cải tiến nhằm tăng tính phổ biến áp dụng trong thị trường vật liệu xây dựng. Bên cạnh yếu tố thiết kế thì CTX không thể thiếu các loại vật liệu thân thiện với môi trường, cần phát triển các loại vật liệu xây dựng phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới đặc thù của nước ta, nhằm đảm bảo tính hiệu quả và bền vững cho các CTX.

Khái niệm “xanh” cần được hiểu đầy đủ và sâu sắc nhất từ kiến trúc sư, nhà sản xuất vật liệu xây dựng, đơn vị thi công, nhà đầu tư đến các nhà quản lý xây dựng. Các chuyên gia có kinh nghiệm về CTX cần có chung tiếng nói để CTX thực sự là một giải pháp đầu tư xây dựng hướng đến tương lai, hướng đến môi trường sống thân thiện và bền vững. Nguồn nhân lực luôn đóng vai trò quan trọng trong mỗi giải pháp xây dựng. Các đơn vị tư vấn thiết kế, thi công cần

phải luôn đổi mới, nắm bắt rõ yếu tố khoa học công nghệ để có thể tư vấn hiệu quả cho nhà đầu tư có lựa chọn đúng đắn nhất khi quyết định lựa chọn đầu tư xây dựng CTX. Không thể sao chép thiết kế của CTX nước ngoài vào tại Việt Nam do điều kiện thời tiết về nóng, ẩm (thời tiết nồm) là một trong những rào cản, khó khăn và lưu ý khi đầu tư xây dựng CTX đòi hỏi những giải pháp thiết kế phù hợp với điều kiện khí hậu nhiệt đới đặc thù của nước ta, nhằm đảm bảo tính hiệu quả và bền vững cho các công trình xanh.

Đầu tư xây dựng CTX trong giai đoạn hiện nay đòi hỏi sự tiên phong, quyết đoán của các nhà đầu tư vì định hướng lâu dài trong việc quản lý, sử dụng vận hành công trình. Bên cạnh nhận thức về CTX thì nhà đầu tư phải có tiềm lực tài chính nhất định để có thể lựa chọn được phương án thiết kế CTX tối ưu nhất. Lợi ích của CTX không chỉ là thương hiệu, hình ảnh, vật liệu xây dựng, ... mà còn là chất lượng cuộc sống, hiệu quả trong quá trình vận hành công trình. Điều này đòi hỏi, nhà đầu tư cần phải có sự hiểu biết và quyết tâm cao trong việc lựa chọn

hướng đầu tư này.

Xu hướng công trình xanh tại Việt Nam chắc chắn sẽ tiếp tục phát triển mạnh mẽ, nhưng tốc độ tăng trưởng cụ thể hoàn toàn phụ thuộc vào sự nhận thức của các bên liên quan, đặc biệt là cơ quan quản lý nhà nước và nhà đầu tư. Từ nay đến năm 2030, xu hướng xanh đang dần trở thành “*tiêu chuẩn*” cho sự phát triển bền vững và sẽ nhanh chóng trở thành thương hiệu trên thị trường xây dựng tại Việt Nam. Không thể phủ nhận những nỗ lực và cố gắng của cơ quan QLNN (đặc biệt là Bộ Xây dựng) trong việc thúc đẩy các hoạt động, diễn đàn khoa học và sự kiện thúc đẩy phát triển CTX tại Việt Nam trong thời gian vừa qua nhưng cũng phải thừa nhận sự hiểu biết và tiếp cận của chúng ta về CTX vẫn còn hạn chế. Các tài liệu về “công trình xanh” tại Việt Nam vẫn khan hiếm và chưa được phổ biến rộng rãi, phần lớn đến từ các nước phát triển, nơi có điều kiện khí hậu và phong cách kiến trúc khác so với Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Chính phủ (2019), Nghị định số 15/2021/NĐ-CP ngày 3/3/2021 của Chính phủ quy định chi tiết một số nội dung về quản lý dự án đầu tư xây dựng.
- [2] Kindred, David (2017). Days Gone By: The history of the town's iconic Willis building, East Anglian Daily Times, retrieved 22 September 2024.
- [3] US Department of State (2000), Domestic Progress on Climate Change, Report on November 2000.
- [4] Bộ Xây dựng (2024), Diễn đàn Thúc đẩy phát triển công trình xanh tại Việt Nam: Kinh nghiệm và giải pháp (<https://moc.gov.vn/vn/tin-tuc/1173/82122/dien-dan-thuc-day-phat-trien-cong-trinh-xanh-tai-viet-nam--kinh-nghiem-va-giai-phap.aspx>).
- [5] Chính phủ (2021), Nghị định số 10/2021/NĐ-CP ngày 9/2/2021 của Chính phủ về Quản lý chi phí đầu tư xây dựng.
- [6] Alameda County Waste Management Authority (2003), Managing the Cost of Green Buildings (<https://s3.amazonaws.com/legacy.usgbc.org/usgbc/docs/Archive/General/Docs5049.pdf>).
- [7] Thủ tướng chính phủ (2019), Quyết định số 280/QĐ-TTg ngày 13/03/2019 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019-2030.
- [8] The Real, Affordable Costs of Green Buildings in Vietnam, (...)\GB COSTS MM 2014_DougEdit@2024-11-19.pdf).
- [9] Cục Điều tiết điện lực, Bộ Công thương (2024), Việt Nam có hơn 500 công trình xanh (<https://www.erav.vn/tin-tuc/t57405/viet-nam-co-hon-500-cong-trinh-xanh.html>).
- [10] Website dữ liệu thống kê Dự án đăng ký xét chứng nhận công trình xanh LEED (<https://www.gbgi.org/places/6978/activities>).
- [11] VGBC (2024), Thống kê Dự án đạt chứng nhận LOTUS của Hội Đồng Công Trình Xanh Việt Nam (<https://vgbc.vn/projects/>).
- [12] Cổng thông tin điện tử Chính phủ (2024), Thúc đẩy phát triển công trình xanh hướng tới xây dựng đô thị thông minh bền vững (<https://thanglong.chinhphu.vn/thuc-day-phat-trien-cong-trinh-xanh-huong-toi-xay-dung-do-thi-thong-minh-ben-vung-103241003175043138.htm>).
- [13] Green Business Certification Inc. (2023), Green Business Certification Inc. (<https://www.gbci.org/china-ranks-first-world-leed-green-building-2023>).
- [14] Scienc Explorer (2024), Implications for cost management analysis of new green building materials in the context of low-carbon economy: a critical review in China (<https://sciexplor.com/articles/2811-0730-0302-13>).
- [15] Observer Research Foundation (2020), The case for green buildings in India (<https://www.orfonline.org/expert-speak/case-green-buildings-india>).
- [16] Richard Lambeck, P.E, John Eschemuller P.E (2008), Urban Construction Project Management, MacGraw Hill Construction, Chapter 23. P423-431.



MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ YẾU TỐ RỦI RO VÀ QUẢN LÝ RỦI RO DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ THEO HỢP ĐỒNG BOT Ở VIỆT NAM

THS. NGUYỄN NGỌC LONG
Trường Đại học Phương Đông
TS. PHẠM THANH THỦY
Học viện Tài chính

(Ngày nhận bài: 02/10/2024, ngày sửa bài: 08/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Bài viết này trình bày nội dung tìm hiểu cơ sở khoa học và đánh giá thực trạng về yếu tố rủi ro và quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông đường bộ theo hợp đồng BOT ở Việt Nam. Từ đó đề xuất một số giải pháp ứng phó với yếu tố rủi ro, quy trình quản lý rủi ro dự án để có thể giảm thiểu khả năng xảy ra rủi ro và tác hại của nó trong thực hiện dự án, giúp tránh được những thiệt hại không mong muốn và nâng cao hiệu quả dự án, đảm bảo thực hiện dự án đúng tiến độ, chất lượng, tiết kiệm chi phí và chất lượng khai thác sau này, thúc đẩy việc huy động nguồn lực từ đầu tư tư nhân và góp phần tăng hiệu quả hơn để thực hiện thành công dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông đường bộ theo hợp đồng BOT ở Việt Nam.

Từ khóa: Dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông đường bộ, hợp đồng BOT, quản lý rủi ro .

Abstract: This article presents the content of the study of the scientific basis and assessment of the current situation of risk factors and risk management in BOT contracts of road construction investment projects in Vietnam. From there, it proposes a number of solutions to respond to risk factors and project risk management processes to minimize the possibility of risks and their impacts in project implementation, helping to avoid unwanted losses and improve project efficiency, ensuring project implementation on schedule, quality, cost savings and quality of future exploitation, promoting the mobilization of resources from private investment and contributing to increased efficiency for the successful implementation in BOT contracts of road construction investment projects in Vietnam.

Keywords: Road construction investment project, BOT contract, risk management.

1. Đặt vấn đề

Đầu tư theo hình thức đối tác công tư (PPP) bằng hợp đồng xây dựng - kinh doanh - chuyển giao (BOT) là kênh huy động vốn hữu hiệu của khu vực tư nhân vào dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông đường bộ (GTĐB), giảm gánh nặng cho ngân sách Nhà nước, thúc đẩy hoạt động của khu vực tư nhân trong việc góp trách nhiệm cùng với Nhà nước xây dựng và khai thác các công trình GTĐB vì sự phát triển nền kinh tế - xã hội Việt Nam. Hợp đồng BOT là hợp đồng mà nhà đầu tư, doanh nghiệp dự án BOT được nhượng quyền để xây dựng, kinh doanh, vận hành công trình, hệ thống cơ sở hạ tầng trong thời hạn nhất định; hết thời hạn, nhà đầu tư, doanh nghiệp dự án BOT chuyển giao công trình, hệ thống cơ sở hạ tầng đó cho Nhà nước. Các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp

đồng BOT đã và đang được áp dụng rộng rãi ở nước ta từ nhiều năm nay đã khẳng định được sự đúng đắn của mô hình dự án này trong lĩnh vực giao thông vận tải, các dự án này có đặc trưng là có vốn đầu tư lớn, thời gian xây dựng và vận hành dài, thời gian nhượng quyền dài, phạm vi ảnh hưởng và sự đa dạng của những bên tham gia vào quan hệ đối tác của dự án.v.v...,do đó ngay từ khi bắt đầu giai đoạn lập dự án đến lúc đưa dự án vào sử dụng đều nảy sinh các rủi ro nhất định. Các rủi ro của dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT luôn có tính chất phức tạp, phụ thuộc vào đặc tính dự án, địa phương thực hiện dự án, chủ thể phát sinh rủi ro, mang tính hệ thống và phi hệ thống...Những yếu tố này là nguyên nhân dẫn đến các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT có độ rủi ro cao. Các rủi ro luôn luôn tiềm ẩn

trong mọi giai đoạn của dự án, kể từ khi xác định chủ trương đầu tư, chuẩn bị đầu tư, cho đến khi kết thúc đưa dự án vào khai thác và sử dụng. Rủi ro có thể là về mặt chính sách, pháp luật, kinh tế vĩ mô, thực hiện hợp đồng, hoàn công, tác động môi trường, rủi ro vận hành và thị trường...Do đó, rất cần thiết xác định đúng những yếu tố rủi ro, đánh giá mức độ rủi ro, phải xây dựng chương trình quản lý rủi ro phù hợp và đặc biệt tìm ra những phương thức quản lý, phòng tránh và biện pháp giảm thiểu rủi ro phù hợp là những công việc rất quan trọng của tổ chức quản lý dự án. Tuy nhiên, cho đến nay, ở nước ta chưa có nhiều các công trình khoa học nghiên cứu tổng quát ở quy mô lớn về xác định rủi ro và quản lý rủi ro trong dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT. Vấn đề xác định yếu tố rủi ro và quản lý rủi ro của dự án đầu tư xây



dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT là một quá trình gắn với việc xác định, phân tích yếu tố rủi ro, đo lường mức độ rủi ro, trên cơ sở đó lựa chọn, triển khai các biện pháp và quản lý các hoạt động nhằm hạn chế và loại trừ rủi ro, trong suốt vòng đời dự án. Vì vậy, thực hiện thành công trong quản lý rủi ro của dự án sẽ đem lại hiệu quả cho dự án về mặt kinh tế tức là mang lại lợi nhuận cho chủ đầu tư, dự án được quản lý hiệu quả mang lại lợi nhuận cho đối tác công (tức là Nhà nước) và đối tác tư nhân tham gia vào dự án. Từ đó đảm bảo thực hiện dự án đúng tiến độ, chất lượng, tiết kiệm chi phí và chất lượng khai thác sau này, thúc đẩy việc huy động nguồn lực từ đầu tư tư nhân và góp phần tăng hiệu quả hơn để thực hiện thành công dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam.

2. Thực trạng xác định (nhận dạng) yếu tố rủi ro của dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông đường bộ theo hợp đồng BOT

Một sự kiện hoặc yếu tố là yếu tố rủi ro, nếu xảy ra, có tác động tiêu cực hoặc cơ hội tới mục tiêu của dự án (về thời gian, chi phí, chất lượng và lợi nhuận). Một đặc điểm cơ bản trong việc xác định (nhận diện) rủi ro theo yếu tố là khả năng có thể xác định được về xác suất xuất hiện và mức độ tác động của yếu tố rủi ro.

Xác định, đánh giá các rủi ro trong dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam hiện nay là một việc làm cần thiết, giúp các bên liên quan có một danh sách các rủi ro có khả năng xảy ra, để từ đó có nhận thức và những kế hoạch phòng chống và phản ứng với rủi ro, hạn chế các tác động của rủi ro mang lại đối với dự án.

Các nhà đầu tư trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT phải đối phó với nhiều yếu tố rủi ro ngay từ giai đoạn phát triển của dự án. Ba giai đoạn lớn trong một dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT với các yếu tố rủi ro khác nhau là giai đoạn phát triển, giai đoạn xây dựng và giai đoạn vận hành.

Giai đoạn phát triển dự án: Toàn bộ quá trình phát triển dự án rất phức

tạp, tốn thời gian và chi phí là rất lớn. Trong giai đoạn phát triển dự án do hạn chế về tài chính của chủ đầu tư, các dự án phụ thuộc nhiều vào vốn vay, do đó rủi ro tài chính rất cao trong giai đoạn này. Đồng thời, rủi ro lựa chọn dự án hiệu quả, rủi ro đấu thầu cũng là những yếu tố rủi ro quan trọng trong giai đoạn này. Vì vậy, mức rủi ro liên tục tăng và đạt mức cao nhất khi kết thúc giai đoạn phát triển dự án.

Giai đoạn hoàn thành (thực hiện) dự án: Trong một dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT luôn cần vốn đầu tư cao và thời gian xây dựng dài hơn. Thời gian xây dựng dài kết hợp với chi phí vốn vay lớn cho đến khi hoàn thành (vì không có doanh thu) dẫn đến kết quả là chi phí tài chính cao. Mức rủi ro này có thể cộng hưởng với việc nhà thầu, tư vấn và giám sát không phù hợp hoặc thiếu năng lực chuyên môn, tài chính. Giai đoạn hoàn thành (thực hiện) dự án với rủi ro cao vào đầu giai đoạn, tuy nhiên, mức rủi ro giảm dần vào cuối giai đoạn khi hoàn thành bàn giao dự án chuẩn bị cho giai đoạn vận hành, cung cấp dịch vụ và thu hồi vốn đầu tư.

Giai đoạn vận hành dự án: Trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT các yếu tố rủi ro trước khi vận hành thường có mức rủi ro lớn hơn so với mức rủi ro trong giai đoạn vận hành. Mặc dù vậy, rủi ro cũng xuất hiện do việc đánh giá thấp chi phí vận hành, chi phí bảo trì, hoặc đánh giá quá cao lượng cầu và mức phí. Do đó, giai đoạn vận hành thường có rủi ro tương đối thấp so với các giai đoạn khác của dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT.

Tổng hợp và phân tích thực trạng dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam hiện nay đã xác định được một số rủi ro đặc trưng và bên thực hiện đảm nhiệm yếu tố rủi ro của dự án: Rủi ro chính trị; rủi ro pháp lý; rủi ro kinh tế, tài chính; rủi ro thị trường và doanh thu; rủi ro bất khả kháng; rủi ro trong phát triển dự án; rủi ro trong hoàn thành (thực hiện dự án); rủi ro trong quá trình vận hành và bảo trì; rủi ro trong quá trình điều phối.

Rủi ro chính trị:

Đầu tiên là độ tin cậy về cam kết

của nhà nước: Như dự án BOT cầu Phú Mỹ là một ví dụ. Sau khi khánh thành vào tháng 09 năm 2009, phải đến tháng 04 năm 2010, công trình mới chính thức thu phí qua cầu. Tuy nhiên, ngay từ khi đi vào hoạt động, dự án đã gặp khó khăn về mặt tài chính và không trả được nợ vay cho ngân hàng. Chủ đầu tư cho rằng, Dự án mất khả năng trả nợ là do lưu lượng xe đi qua cầu thực tế thấp hơn nhiều so với dự báo. Và nguyên nhân là do Ủy ban nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh đã không thực hiện đúng cam kết trong hợp đồng là hoàn thành “Đường vành đai 2 phía Đông” để thông suốt tuyến đường Nguyễn Văn Linh qua cầu Phú Mỹ đến Xa lộ Hà Nội và phân lại luồng giao thông để hướng xe tải nặng đi trên tuyến vành đai phía Đông qua cầu Phú Mỹ. Việc Ủy ban nhân dân Thành phố thiếu nỗ lực thực hiện cam kết đã dẫn đến dự án mất khả năng trả nợ. Khi đó, Chủ đầu tư dự án mới tính đến việc chuyển nhượng dự án cho Ủy ban nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh và chuyển giao trách nhiệm và rủi ro cho Nhà nước đảm nhiệm.

Rủi ro pháp lý

Rủi ro khi thay đổi khuôn khổ pháp lý: Yếu tố rủi ro này mặc dù đã được xác định, tuy nhiên, rất khó để có thể xác định mức độ ảnh hưởng đến kết quả của dự án. Do đó, các bên đối tác gặp khó khăn trong việc chuyển giao yếu tố rủi ro này. Thực tế ở Việt Nam hiện nay, trong các dự án GTĐB hình thức hợp đồng BOT thực hiện chia sẻ yếu tố rủi ro này.

Thay đổi các quy định về thuế: Việc điều chỉnh giảm và ưu đãi thuế suất thuế thu nhập doanh nghiệp, miễn thuế nhập khẩu một số hàng hoá tạo thành tài sản cố định của dự án, cũng là một trong những động lực thúc đẩy các nhà đầu tư tư nhân đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng GTĐB. Ở Việt Nam hiện nay, Nhà nước đảm nhiệm yếu tố rủi ro này để khuyến khích hình thức BOT trong phát triển cơ sở hạ tầng GTĐB.

Rủi ro trước khi Luật về PPP được ban hành: Việc các quy định về hình thức BOT chưa đầy đủ và rõ ràng là nguyên nhân khiến Tổng công ty Đường cao tốc miền Trung Nhật Bản (Nexco Central) xin rút khỏi dự án BOT cao tốc Pháp Vân – Cầu Giẽ. Nguyên



nhân: Nexco Central đề nghị loại bỏ rủi ro giải phóng mặt bằng theo hướng Chính phủ hỗ trợ kinh phí giải phóng mặt bằng và công tác này phải hoàn thành trước khi thi công bất kỳ hạng mục nào.... Sự việc này đã khiến dự án phải lùi thời hạn khởi công.

Rủi ro kinh tế, tài chính:

Hầu hết các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hình thức hợp đồng BOT trong thời gian vừa qua chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố rủi ro kinh tế, tài chính như: "Biến động kinh tế", "Rủi ro lạm phát", "Rủi ro lãi suất", "Giảm khả năng cung cấp vốn". Ngoài ra các yếu tố rủi ro như: "Rủi ro tỷ giá hối đoái và chuyển đổi ngoại tệ" và "Thiếu các công cụ tài chính phù hợp" cũng ảnh hưởng đến các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hình thức hợp đồng BOT.

Rủi ro tỷ giá hối đoái và chuyển đổi ngoại tệ: Dự án Cao tốc Bến Lức – Long Thành khởi công từ tháng 09 năm 2011 và dự kiến hoàn thành vào năm 2015 với tổng mức đầu tư là 1,61 tỷ USD. Dự án Cao tốc Dầu Giây – Phan Thiết với tổng mức đầu tư là 757 triệu USD, Chính phủ vay của Ngân hàng Tái thiết và Phát triển (IBRD) và sau đó Chính phủ cho Doanh nghiệp dự án vay lại. Các dự án này chịu rủi ro về tỷ giá hối đoái và chuyển đổi ngoại tệ do đầu tư bằng ngoại tệ (USD) nhưng doanh thu bằng Việt Nam đồng.

Thiếu các công cụ tài chính phù hợp: Trước đây ở Việt Nam các doanh nghiệp dự án được thành lập không được quyền phát hành trái phiếu, không được dùng quyền thu phí để thế chấp vay vốn, do đó, các doanh nghiệp dự án khó khăn trong tiếp cận các nguồn vốn để duy trì và mở rộng hoạt động sản xuất kinh doanh. Trường hợp dự án BOT cầu Phú Mỹ là một ví dụ, Công ty cổ phần đầu tư xây dựng Phú Mỹ (PMC) đã dùng quyền thu phí để thế chấp vay các ngân hàng thương mại trong nước để thực hiện các dự án khác. Do đó, PMC đã vi phạm hợp đồng BOT mà Công ty đã ký với Ủy ban nhân dân thành phố Hồ Chí Minh cũng như luật định lúc đó.

Rủi ro thị trường và doanh thu

Rủi ro về lượng cầu: Dự báo lưu lượng giao thông chính xác là cơ sở xác định lượng cầu và giúp nhà đầu tư đưa ra được quyết định đầu tư nếu

dự án đảm bảo thành công. Rủi ro lưu lượng giao thông trong các dự án BOT phát triển GTĐB ở Việt Nam thường do tư nhân đảm nhiệm. Điều này là phù hợp với đặc điểm của hợp đồng dự án BOT.

Rủi ro về mức phí: Mức phí do Bộ Tài chính quy định dựa trên cơ sở đề xuất của doanh nghiệp dự án, mức phí ảnh hưởng trực tiếp đến doanh thu và là yếu tố rủi ro tư nhân cần phải đảm nhiệm.

Rủi ro cạnh tranh: Lựa chọn các dự án BOT một cách chông chéo không tham chiếu với kế hoạch tổng thể cần ưu tiên, trong đó các dự án BOT được đề xuất trên các đường cao tốc và đường quốc lộ song song: Quốc lộ 2 Hà Nội – Vĩnh Yên, cùng với BOT đường tránh Vĩnh Yên. Việc lựa chọn các dự án như vậy sẽ có tác động tiêu cực đến doanh thu từ phía của chủ đầu tư và khả năng hoàn vốn của dự án.

Rủi ro bất khả kháng

Ở Việt Nam hiện nay yếu tố rủi ro bất khả kháng được quy định trong hợp đồng. Tuy nhiên, rủi ro bất khả kháng do nhiều nguyên nhân gây ra, vì vậy, khi rủi ro bất khả kháng xuất hiện ở bên nào thì bên đó có trách nhiệm thông báo về bất khả kháng. Đồng thời, sẽ đàm phán với đối tác về trách nhiệm của các bên đối với bất khả kháng (nếu có).

Rủi ro trong phát triển dự án

Rủi ro phê duyệt và cấp giấy phép dự án: Dự án BOT cầu và đường Bình triệu 2 quá trình lập dự án, làm thủ tục phê duyệt và cấp giấy phép dự án kéo dài tới ba năm. Do đó, phần giải tỏa mặt đường rộng 32m đã đưa tổng mức đầu tư tăng lên 1.223 tỉ đồng, gấp gần bốn lần so với kinh phí đã được duyệt là 341 tỉ đồng. Nguyên nhân là do trong thời gian kéo dài đó, giá thị trường nhà đất có biến động tăng cao. Theo thông lệ quốc tế rủi ro phê duyệt và cấp giấy phép dự án sẽ do Nhà nước đảm nhiệm. Tuy nhiên, ở Việt Nam hiện nay phê duyệt và cấp giấy phép dự án là một quá trình kéo dài với nhiều thủ tục hành chính đi kèm. Đối tác tư nhân muốn nhận được dự án cũng phải chia sẻ rủi ro cùng Nhà nước, với kết quả của các dự án hiện nay dường như việc phân bổ yếu tố rủi ro này là chưa phù hợp.

Lựa chọn dự án không phù hợp:

Trong thực tế hiện nay, lựa chọn dự án không phù hợp cũng là một yếu tố rủi ro tư nhân phải chia sẻ với Nhà nước. Tuy nhiên, việc chia sẻ yếu tố rủi ro này dường như không phù hợp dẫn đến các dự án gặp phải yếu tố rủi ro này, gặp rất nhiều khó khăn để hoàn thành.

Khả năng thu hút tài chính của dự án: Dự án cao tốc Dầu Giây – Phan Thiết là một ví dụ. Dự án khả thi đã thu hút được nhiều nhà đầu tư quan tâm. Đây là dự án thành công trong việc thu hút vốn đầu tư với nhiều nhà đầu tư có tên tuổi.

Năng lực của công ty dự án/chủ đầu tư: Trong thời gian qua kinh nghiệm, năng lực quản lý và khả năng tài chính của các công ty dự án yếu là một vấn đề đặt ra ảnh hưởng đến việc hoàn thành dự án đúng tiến độ, đảm bảo chất lượng. Dự án BOT xây dựng cầu đường Bình Triệu 2 do CIENCO 5 làm chủ đầu tư là một minh chứng. Yếu tố rủi ro này phải do đối tác tư nhân tự chịu trách nhiệm nhằm đảm bảo cho dự án thành công và thực tiễn các dự án thành công cũng như thất bại đã chứng minh điều này.

Phân bổ rủi ro trong hợp đồng cho hai bên công tư không phù hợp: dự án BOT cầu Phú Mỹ. Lý do là thành phố không thực hiện đúng các cam kết trong hợp đồng gồm phân luồng giao thông để ưu tiên cho xe qua cầu Phú Mỹ và chậm trễ hoàn thiện đường vành đai 2 kết nối vào cây cầu này, làm giảm lưu lượng. Hợp đồng đã gán trách nhiệm của thành phố ra ngoài phạm vi của dự án (phân luồng giao thông, hoàn thiện đường vành đai 2) và kết quả phân bổ rủi ro trong trường hợp này là không phù hợp. Điều này cũng là một nguyên nhân dẫn đến thất bại của dự án.

Đấu thầu không cạnh tranh: Thông lệ quốc tế Nhà nước cần đảm bảo quá trình đấu thầu minh bạch và cạnh tranh. Tuy nhiên, ở nước ta hiện nay do nhiều lý do khác nhau từ phía Nhà nước và từ phía một số đối tác tư nhân dẫn đến điều này trước đây chưa thể thực hiện được. Hậu quả là phát sinh chi phí rất lớn cho quá trình đấu thầu để được nhận thầu, chi phí này dường như cả hai bên đang chấp nhận chia sẻ và việc này là nguyên nhân dẫn đến



nhiều dự án không đạt mục tiêu đề ra.

Thất bại hoặc chậm trễ trong thu hồi đất: Hiện nay công tác giải phóng mặt bằng và thu hồi đất đối với các dự án đường bộ gặp rất nhiều vấn đề cơ chế chính sách đền bù không thỏa đáng, thiếu kinh phí đền bù dẫn đến tiến độ giải phóng mặt bằng của hầu hết các dự án bị chậm. Vương mắc về mặt bằng của dự án BOT hầm Đèo Cà trên QL1A đã ảnh hưởng lớn đến công tác thi công của nhà thầu.

Thay đổi quy mô dự án: Yếu tố rủi ro thay đổi quy mô dự án xuất hiện trong các dự án phát triển cơ sở hạ tầng GTĐB ở Việt Nam. Nhìn chung trong điều kiện các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam hiện nay, cả hai bên đối tác đều chịu ảnh hưởng và dường như thống nhất cùng chia sẻ yếu tố rủi ro này nếu xuất hiện.

Rủi ro thiết kế và lập dự toán: Tại Dự án Hầm đường bộ Đèo Cà, Cục QLXD & CLCTGT đã xác định: Tư vấn thiết kế và Tư vấn giám sát yếu, nhiều hạng mục thiết kế thừa, gây lãng phí lớn.

Khảo sát địa hình, địa chất sai sót: Yếu tố rủi ro khảo sát địa hình, địa chất sai sót xuất hiện trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam. Số liệu khảo sát địa hình, địa chất không chính xác, dẫn đến lập thiết kế và phương án thi công không thích hợp với điều kiện thực tế, dẫn đến sai lầm về mặt kỹ thuật và tổn thất về mặt kinh tế.

Rủi ro trong hoàn thành (thực hiện) dự án

Rủi ro chất lượng: Chất lượng thấp gặp phải ở dự án tuyến quốc lộ 2 đoạn tránh TP Vinh Yên (Vĩnh Phúc) từ khi đưa vào khai thác (đầu năm 2011) đến nay, đã bị xuống cấp và hư hỏng, trên một số đoạn mặt đường bê-tông nhựa lún theo vết bánh xe, nhiều hạng mục không bảo đảm theo thiết kế.

Vượt quá chi phí xây dựng: Ví dụ, dự án cầu Phú Mỹ có tổng vốn ban đầu được UBND TPHCM phê duyệt là 1.806 tỉ đồng (năm 2004). Đến tháng 5-2013, đơn vị kiểm toán xác định tổng mức đầu tư xây dựng cầu Phú Mỹ là 3.250 tỉ đồng. Theo chủ đầu tư là Công ty cổ phần đầu tư xây dựng cầu Phú Mỹ (PMC), sở dĩ tổng mức đầu tư tăng cao là do tăng thêm tiền

đền bù giải tỏa, lãi vay trong thời gian xây dựng (464,5 tỉ đồng), trượt giá ngoại tệ (637,5 tỉ đồng).

Kéo dài thời gian xây dựng: Việc chậm trễ và kéo dài thời gian xây dựng đối với các dự án đường bộ chiếm một tỷ lệ không nhỏ. Theo Bộ Giao thông Vận tải đến đầu 2014, vẫn còn một số dự án vướng mắc về thủ tục, chậm tiến độ, trong đó có 6/ 21 dự án trên Quốc lộ 1 và đường Hồ Chí Minh qua Tây Nguyên như: Dự án BOT hầm đường bộ Đèo Cà, 2 dự án nâng cấp, mở rộng Quốc lộ 1A qua tỉnh Bình Định, 2 dự án Quốc lộ 1A đoạn phía Nam tỉnh Quảng Nam và đoạn Phan Thiết - Biên Hòa.

Lựa chọn nhà thầu, tư vấn và giám sát không phù hợp: Yếu tố rủi ro lựa chọn nhà thầu, tư vấn và giám sát không phù hợp xuất hiện trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam. Nhà thầu, tư vấn và giám sát được lựa chọn không phù hợp với các dự án có yêu cầu kỹ thuật cao, năng lực Nhà thầu yếu kém, công tác quản lý chưa tốt, thi công không đảm bảo chất lượng, có hành vi gian lận, tiêu cực, dẫn đến dự án không có khả năng hoàn thành đúng theo dự kiến về chất lượng, thời gian. Ví dụ, tại Dự án Hầm đường bộ Đèo Cà, Cục Quản lý xây dựng & Chất lượng Công trình Giao thông cũng chỉ rõ: Tư vấn thiết kế và tư vấn giám sát yếu, nhiều hạng mục thiết kế thừa, gây lãng phí lớn.

Rủi ro trong quá trình vận hành và bảo trì

Vượt quá chi phí vận hành: BOT xa lộ Hà Nội với tổng chi phí đầu tư tại thời điểm hoàn thành công trình cuối năm 2012 là 2.793 tỉ đồng. Đến thời điểm 1/1/2019 khi được bắt đầu thu phí thì tổng chi phí (bao gồm lãi vay và chi phí bảo toàn vốn) lên tới 5.438 tỉ đồng. Khoản tiền trên 2.600 tỉ đồng vẫn được tính như một khoản chi phí vận hành dự án, mặc dù dự án chưa đi vào thu phí. Điều này sẽ làm chi phí vận hành và có thể làm giảm lợi nhuận của dự án.

Trình độ quản lý vận hành dự án: Trình độ quản lý vận hành dự án đạt yêu cầu hoặc yếu kém có thể ảnh hưởng đến việc dự án đạt hoặc không đạt được mục tiêu trong quá trình vận hành về năng suất, chất lượng, chi phí. Trình độ quản lý vận hành dự

án yếu cũng là một lý do khiến năng suất, chất lượng dịch vụ kém, chi phí vận hành tăng cao ảnh hưởng đến khả năng hoàn vốn của dự án, điển hình là các dự án BOT cầu Phú Mỹ, cầu Ông Thìn.

Tần suất bảo trì và chi phí bảo trì cao hơn dự kiến: Chất lượng xây dựng thấp dẫn đến các tuyến BOT tránh Vinh, tránh Thanh Hóa và tránh Đồng Hới nhanh chóng xuống cấp, do đó tần suất bảo trì và chi phí bảo trì cao hơn dự kiến.

Trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam hiện nay các yếu tố rủi ro "Vượt quá chi phí vận hành", "Tần suất bảo trì và chi phí bảo trì cao hơn dự kiến", gắn với trách nhiệm của đối tác tư nhân. Thực tiễn trong các dự án khi đối tác tư nhân kiểm soát không tốt các yếu tố rủi ro trên, đã gặp phải những khó khăn về tài chính trong quá trình vận hành do tăng chi phí.

Rủi ro trong quá trình điều phối:

Quản lý hợp đồng yếu, tranh chấp hợp đồng, hợp đồng thay đổi nhiều lần; thiếu kinh nghiệm trong hoạt động dự án BOT, thiếu sự cam kết từ một trong hai đối tác, rủi ro trong tổ chức và điều phối, thay đổi tổ chức và nhân sự doanh nghiệp dự án.

3. Những vấn đề tồn tại trong quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT

Hệ thống các quy định pháp luật và chính sách về quản lý rủi ro trong đầu tư xây dựng vẫn còn thiếu, chưa sát với thực tiễn, chưa đồng bộ để tạo nên một hệ thống chặt chẽ, rõ ràng nên gây nhầm lẫn cho nhà đầu tư.

Nhận thức về quản lý rủi ro còn hạn chế trong một số dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT, có thực hiện quản lý rủi ro nhưng thực hiện không theo quy trình nhất định từ nhận dạng, phân tích, đánh giá và kiểm soát rủi ro dẫn đến đưa ra các giải pháp ứng phó với rủi ro còn chậm và thậm chí gây thất bại dự án.

Một vấn đề rất lớn ở các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam hiện nay là chưa có quy định của pháp luật trong chuyển giao rủi ro, nhiều yếu tố rủi ro được chuyển giao không phù hợp với thông lệ quốc tế, và năng lực quản



lý của bên được chuyển giao. Do đó, trong thời gian tới cần nghiên cứu xác định và phân bổ các yếu tố rủi ro trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam nhằm thúc đẩy phát triển cơ sở hạ tầng GTĐB.

Hệ thống tổ chức quản lý rủi ro chưa được coi trọng: quản lý rủi ro là một hoạt động quản lý, cũng cần phải được hoạt động theo nguyên tắc thống nhất, có cán bộ quản lý rủi ro chứ không chỉ dựa vào kinh nghiệm và đưa ra các giải pháp tức thời để ứng phó với rủi ro.

4. Quy trình quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT

Quản lý rủi ro là quá trình xác định (nhận dạng) và phân loại được các yếu tố rủi ro, đo lường để xác định mức độ ảnh hưởng của yếu tố rủi ro, phân bổ rủi ro hợp lý, qua đó đề xuất giải pháp ứng phó với yếu tố rủi ro, cuối cùng là kiểm soát rủi ro nhằm kiểm tra, giám sát, hiệu chỉnh các rủi ro một cách thường xuyên để giảm thiểu các rủi ro một cách hiệu quả, có hệ thống trong suốt vòng đời của dự án, đồng thời góp phần tối đa hóa các cơ hội, giúp dự án đạt được mục tiêu kỳ vọng đã đặt ra. Quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT là việc chủ động kiểm soát các sự kiện trong tương lai dựa trên cơ sở kết quả dự báo trước các sự kiện xảy ra mà không phải là sự phản ứng thụ động. Như vậy, một chương trình quản lý rủi ro hiệu quả không những là giảm bớt sai sót mà còn làm giảm mức độ ảnh hưởng của những sai sót đó đến việc thực hiện mục tiêu của dự án.

Xác định các rủi ro trong suốt vòng đời của dự án, đánh giá tác động đối với dự án trong trường hợp các rủi ro xảy ra để từ đó đề xuất phân chia rủi ro một cách hợp lý, phù hợp các quy định của pháp luật cho cơ quan nhà nước có thẩm quyền và nhà đầu tư, đồng thời đề xuất các biện pháp giảm thiểu rủi ro và trách nhiệm của các bên trong việc quản lý rủi ro trong quá trình thực hiện dự án. Các nội dung này phải được trình bày dưới dạng bảng phân định trách nhiệm gánh chịu các rủi ro của dự án. Vì vậy để thực hiện việc quản lý rủi ro dự án

cần phải có một quy trình hoàn chỉnh quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT. Đề xuất quy trình quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT bao gồm 5 bước.

Bước 1: Xác định (nhận diện) rõ các rủi ro chính của dự án một cách hệ thống và phân loại rủi ro như: rủi ro chính trị; rủi ro về pháp lý; rủi ro kinh tế, tài chính; rủi ro về thị trường và doanh thu; rủi ro về bất khả kháng; rủi ro trong phát triển dự án; rủi ro trong hoàn thành (thực hiện) dự án; rủi ro trong quá trình vận hành và bảo trì và các rủi ro khác (nếu có). Cần nêu chi tiết việc phân chia rủi ro dự kiến và trách nhiệm của các bên trong việc quản lý rủi ro trong quá trình thực hiện dự án; kiến nghị cụ thể mức độ hỗ trợ của cơ quan nhà nước có thẩm quyền, cơ chế chia sẻ rủi ro giữa cơ quan nhà nước có thẩm quyền và nhà đầu tư. Ở giai đoạn này, việc nhận dạng và phân loại rủi ro nên được thực hiện một cách thường xuyên trong suốt quá trình thực hiện dự án.

Bước 2: Phân tích và đánh giá mức độ rủi ro: Mô tả các rủi ro chính của dự án đồng thời phân tích khả năng xảy ra các yếu tố rủi ro đó cũng như mức độ ảnh hưởng của các yếu tố rủi ro đối với dự án (về chi phí, tiến độ, thay đổi thiết kế, bố trí vốn...); đánh giá tác động về mặt tài chính đối với dự án nếu rủi ro xảy ra, trong trường hợp cần thiết, cần thử nghiệm các phương án khác nhau trong mô hình tài chính để có thể đánh giá được các tác động đó.

Bước 3: Lập kế hoạch xử lý rủi ro. Sau khi đã thu thập đầy đủ các dữ kiện và đánh giá rủi ro, quản lý tiến hành lập kế hoạch để xử lý các rủi ro đó. Kế hoạch là bước đặc biệt quan trọng trong quản lý rủi ro dự án, cần có các nội dung sau: Đưa ra biện pháp xử lý; sắp xếp và thiết lập kế hoạch; xác định vai trò của nhân sự thực hiện dự án khi xử lý rủi ro.

Bước 4: Thực thi kế hoạch nếu rủi ro xảy ra (theo dõi tình hình của rủi ro; điều chỉnh biện pháp và kế hoạch; đánh giá kết quả của quá trình xử lý rủi ro). Căn cứ điều kiện cụ thể về mặt kỹ thuật, kinh tế và tài chính của dự án; kết quả phân tích tài chính nhằm đánh giá các tác động của các rủi ro đối với dự án cũng như chi phí và lợi ích của

các biện pháp giảm thiểu rủi ro.

Bước 5:

Theo dõi và kiểm soát rủi ro: Sử dụng các biện pháp kỹ thuật, công cụ, chiến lược, chương trình hành động,... để ngăn ngừa, né tránh hoặc giảm thiểu những tổn thất, những ảnh hưởng không mong đợi có thể đến với dự án. Đảm bảo các biện pháp đang hoạt động hiệu quả và giảm thiểu được các rủi ro. Mục đích của việc theo dõi và kiểm soát rủi ro nhằm tối thiểu những nguy cơ và tối ưu hóa những cơ hội đến với dự án Việc giám sát trong quản lý rủi ro dự án diễn ra (theo dõi xác định các biến động, thay đổi trong môi trường có thể ảnh hưởng đến rủi ro; kiểm soát các rủi ro hiện có một cách có hiệu quả, phòng tránh trường hợp có rủi ro mới xuất hiện hoặc tính chất của rủi ro đã thay đổi; đánh giá hiệu quả của biện pháp). Đây là công việc then chốt, nối tắt cả các kỹ thuật quản lý rủi ro của dự án lại với nhau nhằm sớm nhận dạng được những rủi ro xảy ra, phân tích đánh giá kịp thời các yếu tố rủi ro và đề xuất giải pháp giảm thiểu rủi ro một cách hợp lý nhằm đảm bảo mục tiêu của dự án và nâng cao hiệu quả thực hiện dự án.

5. Một số đề xuất giải pháp giúp các bên đối tác trong quản lý và kiểm soát một số yếu tố rủi ro cơ bản trong dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT

Trong thực tiễn để có thể giảm thiểu hay chia sẻ rủi ro một cách hiệu quả trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT, cần tìm hiểu về cơ chế hình thành các rủi ro trong dự án, từ đó có thể lên danh sách các rủi ro có thể xảy ra. Trên cơ sở các rủi ro được xác định, phân bổ chia sẻ rủi ro cho các bên liên quan quản lý tốt, các giải pháp giải quyết sẽ có hiệu quả hơn. Trong các dự án BOT đường bộ cần lưu ý một số vấn đề sau đây:

Nhận diện được các rủi ro có thể có trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT. Nhận diện chính xác các rủi ro của dự án BOT sẽ cho phép hạn chế rủi ro, chia sẻ rủi ro hợp lý nhằm thúc đẩy được sự tham gia của khu vực tư nhân trong các dự án BOT đường bộ. Tuy nhiên, mỗi dự án đầu tư xây dựng



công trình GTĐB theo hợp đồng BOT lại có những rủi ro riêng biệt xuất hiện trong bối cảnh của dự án, chính sách, điều kiện kinh tế, văn hóa...

Chia sẻ rủi ro trong dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT. Cần xác định rõ rủi ro trong các dự án BOT trong lĩnh vực đường bộ. Đồng thời, những rủi ro đó do ai nên chịu trách nhiệm hoặc chia sẻ trách nhiệm giữa các bên. Cần nghiên cứu một cách kỹ lưỡng về các loại rủi ro trong các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam và thực hiện đúng các nguyên tắc về chia sẻ rủi ro giữa các bên trong quá trình thực hiện các dự án BOT. (i) Bên nào có thể kiểm soát được rủi ro nào thì nên chịu trách nhiệm về rủi ro đó do họ kiểm soát rủi ro với chi phí thấp nhất, (ii) Hợp đồng dự án cần thể hiện và đóng vai trò là phương tiện để giảm thiểu rủi ro; (iii) Các rủi ro thường xuyên như rủi ro chính trị, rủi ro thay đổi chính sách cần được bảo đảm, bảo lãnh; (iv) Các rủi ro không thể giảm thiểu thì chuyển cho khách hàng thông qua phí dịch vụ cao. Tuy nhiên lưu ý rằng, trong từng lĩnh vực cụ thể sẽ có những loại rủi ro khác nhau dẫn đến việc chia sẻ rủi ro cũng khác nhau.

Quản lý hiệu quả các rủi ro của dự án là vấn đề mấu chốt quyết định sự thành công của dự án. Trên cơ sở phân tích thực trạng, nguyên nhân gây nên rủi ro, tác giả đề xuất các giải pháp giảm thiểu rủi ro giúp các bên đối tác trong quản lý một số yếu tố rủi ro cơ bản dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT.

a. Đối với nhóm yếu tố rủi ro pháp lý:

Nhóm yếu tố rủi ro pháp lý có ảnh hưởng mạnh đến kết quả của dự án đặc biệt là yếu tố rủi ro "các luật quốc gia về PPP đầy đủ, rõ ràng, phù hợp", và "rủi ro thay đổi khuôn khổ pháp lý". Để quản lý và kiểm soát nhóm yếu tố này, Luật đầu tư theo hình thức đối tác công tư cần quy định rõ ràng và đầy đủ lĩnh vực đầu tư, hình thức đầu tư, nguyên tắc đầu tư, nguồn vốn đầu tư, hỗ trợ của Nhà nước, các cơ chế, tiêu chuẩn hay tiêu chí rõ ràng trong quá trình đàm phán nhà đầu tư, bảo lãnh, giải quyết tranh chấp, rủi ro và chia sẻ rủi ro phù hợp với thông lệ quốc tế.

- Các luật quốc gia về PPP đầy

đủ, rõ ràng và phù hợp: Hệ thống Luật quốc gia về hình thức PPP cần đầy đủ, rõ ràng và phù hợp nhằm khuyến khích sự tham gia của Nhà nước và tư nhân vào trong các dự án GTĐB theo hợp đồng BOT trên cơ sở đảm bảo quyền lợi, nghĩa vụ, trách nhiệm của nhà đầu tư và cơ quan nhà nước có thẩm quyền được thỏa thuận bình đẳng, công bằng trên cơ sở hợp đồng dự án, đảm bảo hài hòa lợi ích giữa nhà đầu tư, Nhà nước và người sử dụng, tạo điều kiện để nhà đầu tư tư nhân thực hiện dự án, thu hồi vốn đầu tư và lợi nhuận hợp lý, nâng cao hiệu quả đầu tư, đặc biệt khi các dự án BOT thường có thời gian thực hiện kéo dài, đầu tư vốn lớn.

- Thay đổi khuôn khổ pháp lý: trong quá trình vận hành dự án BOT, không thể tránh khỏi những vấn đề cần điều chỉnh. Do đó, luật cần thay đổi, điều chỉnh để quản lý, lúc này cả hai bên cùng phải chia sẻ rủi ro.

b. Đối với nhóm yếu tố rủi ro kinh tế, tài chính:

Để có thể quản lý và kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này trong tương lai cần tăng cường năng lực của đối tác tư nhân (yếu tố rủi ro lạm phát, lãi suất và giảm khả năng cung cấp vốn của nền kinh tế), các yếu tố rủi ro lạm phát, rủi ro lãi suất, sụt giảm khả năng cung cấp vốn và biến động kinh tế đều có tác động đến hiệu quả hoạt động của các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT, do vậy đối tác tư nhân cần tăng cường năng lực chủ động hơn trong việc tạo lập nguồn vốn hoạt động và xây dựng các giải pháp quản lý rủi ro trong suốt vòng đời dự án. Chính phủ cần thiết lập và cam kết môi trường kinh tế ổn định với các chính sách kinh tế vĩ mô hiệu quả, ổn định góp phần giữ tỷ lệ lạm phát ở mức hợp lý, tạo tiền đề thuận lợi cho hệ thống trung gian tài chính, đặc biệt là ngân hàng thương mại có thể cung ứng vốn cho các dự án BOT ở mức lãi suất phù hợp. Vai trò của đối tác tư nhân là cần chủ động hơn trong việc tạo lập nguồn vốn hoạt động và xây dựng các phương án kiểm soát rủi ro trong suốt vòng đời dự án. Trên cơ sở đó, hoạt động của các dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT có thể đạt được hiệu quả

mong muốn.

c. Đối với yếu tố rủi ro bất khả kháng:

Rủi ro bất khả kháng tuy mức độ tác động rất lớn đến dự án nếu xuất hiện, nhưng do xác suất xảy ra thấp. Do vậy, yếu tố rủi ro này chỉ ảnh hưởng đến kết quả dự án ở mức trung bình. Khi rủi ro bất khả kháng xảy ra, bên bị ảnh hưởng bởi rủi ro bất khả kháng sẽ được kéo dài thời hạn thực hiện hợp đồng nếu việc thực hiện hợp đồng bị chậm trễ do rủi ro bất khả kháng. Công cụ để quản lý và kiểm soát rủi ro bất khả kháng hữu hiệu nhất là bảo hiểm rủi ro. Tuy nhiên, ở Việt Nam hiện nay các công cụ bảo hiểm chưa đa dạng, phong phú và chưa thể đáp ứng được các yêu cầu trong hoạt động đầu tư phát triển cơ sở hạ tầng GTĐB theo hợp đồng BOT. Vì vậy, để chia sẻ rủi ro trong trường hợp này, Nhà nước cần cung cấp đa dạng các dịch vụ bảo hiểm và đưa ra các quy định về các trường hợp cần bảo hiểm bắt buộc. Tư nhân cần đàm phán để quy định về bảo hiểm vào trong hợp đồng dự án và cần phải duy trì bảo hiểm đầy đủ để có thể đối phó khi rủi ro xảy ra.

d. Đối với nhóm yếu tố rủi ro trong phát triển dự án

- Khả năng thu hút tài chính của dự án: Để có thể quản lý và kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này cần có cam kết chia sẻ trách nhiệm giữa Nhà nước và tư nhân.

- Đấu thầu công bằng, công khai và cạnh tranh: Để có thể quản lý và kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này Chính phủ cần công khai thông tin về danh mục đầu tư, cho phép và tạo điều kiện để các nhà đầu tư tư nhân tham gia đề xuất dự án có hiệu quả kinh tế xã hội, các dự án BOT đều đấu thầu cạnh tranh đảm bảo tính minh bạch, cho phép có nhiều lựa chọn hơn về nhà đầu tư khi triển khai dự án GTĐB theo hợp đồng BOT.

- Năng lực của nhà đầu tư, phân bổ rủi ro và rủi ro thu hồi đất: Để có thể quản lý và kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này Chính phủ cần công khai quy trình xét chọn nhà đầu tư lập báo cáo nghiên cứu khả thi nhằm lựa chọn được nhà đầu tư có đủ năng lực tài chính và năng lực chuyên môn, cần có cam kết mạnh mẽ về trách nhiệm của Nhà nước đối với yếu tố "thất bại và chậm trễ trong thu hồi đất", tăng



cường trách nhiệm của tư nhân đối với yếu tố “năng lực của công ty dự án, chủ đầu tư” và chia sẻ rủi ro đối với yếu tố “phân bổ rủi ro trong hợp đồng cho hai bên công tư không phù hợp”.

Chính phủ và tư nhân đều phải tự nâng cao năng lực quản lý, vẫn cần thiết có sự chia sẻ giữa hai bên đối với một số yếu tố rủi ro nhất định.

e. Đối với nhóm yếu tố rủi ro trong hoàn thành (thực hiện) dự án

- Lựa chọn nhà thầu, tư vấn giám sát: Để có thể kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này bên tư nhân nên cụ thể hóa bằng các hợp đồng với nhà thầu phụ về thời gian, chi phí và chất lượng các dịch vụ cốt lõi cần thực hiện. Lựa chọn nhà thầu, tư vấn giám sát phù hợp sẽ giúp bên tư nhân kiểm soát tốt rủi ro xây dựng.

- Rủi ro xây dựng bao gồm các yếu tố rủi ro “kéo dài thời gian xây dựng”, “vượt quá chi phí xây dựng”, “chất lượng”: Để có thể kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này cần nâng cao trách nhiệm của của đối tác tư nhân trong kiểm soát rủi ro. Nhà nước nên góp phần vào việc quản trị yếu tố rủi ro này vì lợi ích chung. Tuy nhiên, Nhà nước cần cân nhắc kỹ, tránh tham gia quá sâu vào việc quản lý loại rủi ro này vì trách nhiệm chính đã được xác định thuộc về tư nhân. Nhà nước cần thường xuyên kiểm tra tình hình thực hiện tiến độ, đảm bảo chất lượng xây dựng, cũng như kiểm tra khả năng cung cấp các sản phẩm dịch vụ

đầu ra cốt lõi của dự án.

f. Đối với nhóm yếu tố rủi ro trong vận hành dự án: yếu tố “lưu lượng giao thông” là yếu tố quan trọng nhất. Để có thể kiểm soát thành công yếu tố rủi ro này trong tương lai cần chia sẻ trách nhiệm giữa Nhà nước và tư nhân. Khi bên tư nhân hoàn toàn đối mặt với rủi ro nhu cầu, Chính phủ có thể thực hiện các phương án để giúp tư nhân kiểm soát yếu tố rủi ro này.

- Đảm bảo lưu lượng giao thông tối thiểu: nếu lưu lượng giao thông không đạt mức tối thiểu, Nhà nước chỉ trả cho nhà đầu tư một khoản nhất định dựa trên lưu lượng giao thông thiếu hụt. Phương án này còn có điểm hạn chế là các điều khoản trong hợp đồng BOT phụ thuộc rất lớn vào mức độ chính xác của dự báo lưu lượng giao thông.

- Đảm bảo doanh thu tối thiểu: Cần đưa ra các quy định cụ thể và quy trình minh bạch để bảo lãnh doanh thu cho dự án GTĐB theo hợp đồng BOT. Hiện nay Luật PPP quy định cơ chế chia sẻ phần giảm doanh thu khi doanh thu thực tế chỉ đạt 75% và trên 125% doanh thu trong phương án tài chính chỉ được áp dụng khi đã thực hiện đầy đủ các biện pháp điều chỉnh mức giá, phí sản phẩm, dịch vụ công hoặc thời hạn hợp đồng và phải được Kiểm toán nhà nước thực hiện kiểm toán phần giảm doanh thu. Điều này vừa đảm bảo lợi ích của Nhà nước cũng như

đối tác tư nhân.

6. Kết luận

Rủi ro là yếu tố không thể không xảy ra trong dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam. Quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT là quá trình liên tục, được thực hiện trong tất cả các giai đoạn của chu kỳ dự án, kể từ khi mới hình thành cho đến khi kết thúc dự án. Dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT thường có rủi ro cao trong giai đoạn đầu hình thành dự án. Trong suốt vòng đời dự án, nhiều khâu công việc cũng có mức độ rủi ro rất cao nên cần thiết phải chia thành nhiều giai đoạn để xem xét, phân tích rủi ro, trên cơ sở đó lựa chọn các giải pháp phù hợp nhằm giảm bớt và loại trừ rủi ro. Do vậy Nhà nước, nhà đầu tư và các tổ chức tín dụng cho vay và các bên liên quan cần phải quan tâm nhiều hơn và tích cực nghiên cứu vấn đề yếu tố rủi ro và quản lý rủi ro dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam, để đảm bảo thực hiện dự án đúng tiến độ, chất lượng, tiết kiệm chi phí và chất lượng khai thác sau này, thúc đẩy việc huy động nguồn lực từ đầu tư tư nhân và góp phần tăng hiệu quả hơn để thực hiện thành công dự án đầu tư xây dựng công trình GTĐB theo hợp đồng BOT ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Luật Đầu tư theo phương thức đối tác công tư (Luật số 64/2020/QH14).
- [2]. Nguyễn Ngọc Long (2023), Giải pháp nâng cao hiệu quả dự án đầu tư xây dựng kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ theo hình thức hợp đồng BOT ở Việt Nam, Đề tài KHCN cấp Trường.
- [3]. Thân Thanh Sơn, Nguyễn Hồng Thái (2014), Xác định các yếu tố rủi ro trong hình thức PPP phát triển hạ tầng giao thông đường bộ Việt Nam, Hội thảo quốc tế Trường Đại học thương mại Hà Nội.





GIẢI PHÁP SỐ HÓA TOÀN DIỆN HỆ THỐNG HẠ TẦNG GIAO THÔNG THỦY NỘI ĐỊA TRÊN NỀN TẢNG BIM-GIS

HOÀNG HIỆP⁽¹⁾, TRẦN PHÚC MINH KHÔI⁽²⁾

⁽¹⁾ Phó TGD. Công ty cổ phần tư vấn thiết kế Cảng-Kỹ Thuật Biển (Portcoast)

⁽²⁾ Giám đốc TT Chuyển đổi số. Công ty cổ phần tư vấn thiết kế Cảng-Kỹ Thuật Biển (Portcoast)

(Ngày nhận bài: 28/9/2024, ngày sửa bài: 08/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Đường thủy nội địa là hệ thống quan trọng cho giao thông đường thủy và phát triển kinh tế tại các tỉnh thành Việt Nam, đặc biệt là đối với các thành phố lớn, có mật độ sông ngòi dày đặc như thành phố Hồ Chí Minh. Để quản lý hệ thống cơ sở hạ tầng cho các tuyến giao thông thủy này, phần lớn vẫn là các hệ thống quản lý dưới dạng hồ sơ giấy và các công cụ hỗ trợ web-gis 2D, chưa có các hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu số hóa toàn diện, tối ưu cho công tác quản lý, vận hành và khai thác thông tin. Chính vì vậy, một giải pháp số hóa toàn diện hệ thống cơ sở hạ tầng cho 82 tuyến đường thủy tại TP. Hồ Chí Minh đã được thực hiện để khắc phục các vấn đề còn tồn đọng nêu trên. Bài viết giới thiệu chi tiết về cách thức xây dựng và triển khai giải pháp số hóa cho hệ thống giao thông thủy nội địa này bao gồm: Công tác khảo sát số sử dụng các công nghệ tiên tiến như UAV, USV, 3D laser scanning, Mobile mapping; Công tác xây dựng mô hình thông tin công trình (BIM) hiện trạng lòng sông, hệ thống cơ sở hạ tầng giao thông đường bộ dọc 02 bên bờ sông, các công trình vượt tuyến (cầu, đường điện cao thế); Chương trình mô phỏng bản sao song sinh kỹ thuật số (Digital twin) cho công tác quản lý hệ thống.

Từ khóa: BIM, BIM-GIS, GIS, Digital twin.

Abstract: Inland waterways are a critical component of waterway transport and economic development in Vietnam's provinces and cities, particularly in major urban centers with dense river networks, such as Ho Chi Minh City. However, the management of waterway infrastructure remains predominantly reliant on paper records and 2D web-GIS tools. These methods lack comprehensive digital database management systems optimized for efficient management, operation, and information utilization. To address these challenges, a comprehensive digital solution has been developed for the infrastructure system of 82 waterways in Ho Chi Minh City. This solution aims to modernize and streamline the management of the city's inland waterway transport network. This article details the process of building and deploying a digital solution for this system, which includes the following key components: Digital surveying using advanced technologies such as UAVs (Unmanned Aerial Vehicles), USVs (Unmanned Surface Vehicles), 3D laser scanning, and mobile mapping; Building Information Modeling (BIM) to create detailed models of the current riverbed conditions, road infrastructure along the riverbanks, and structures crossing the waterways (e.g., bridges and high-voltage power lines); A digital twin simulation program to enhance system management, allowing for real-time monitoring, analysis, and decision-making. This approach provides an integrated and innovative solution to improve the management and operational efficiency of Ho Chi Minh City's inland waterways.

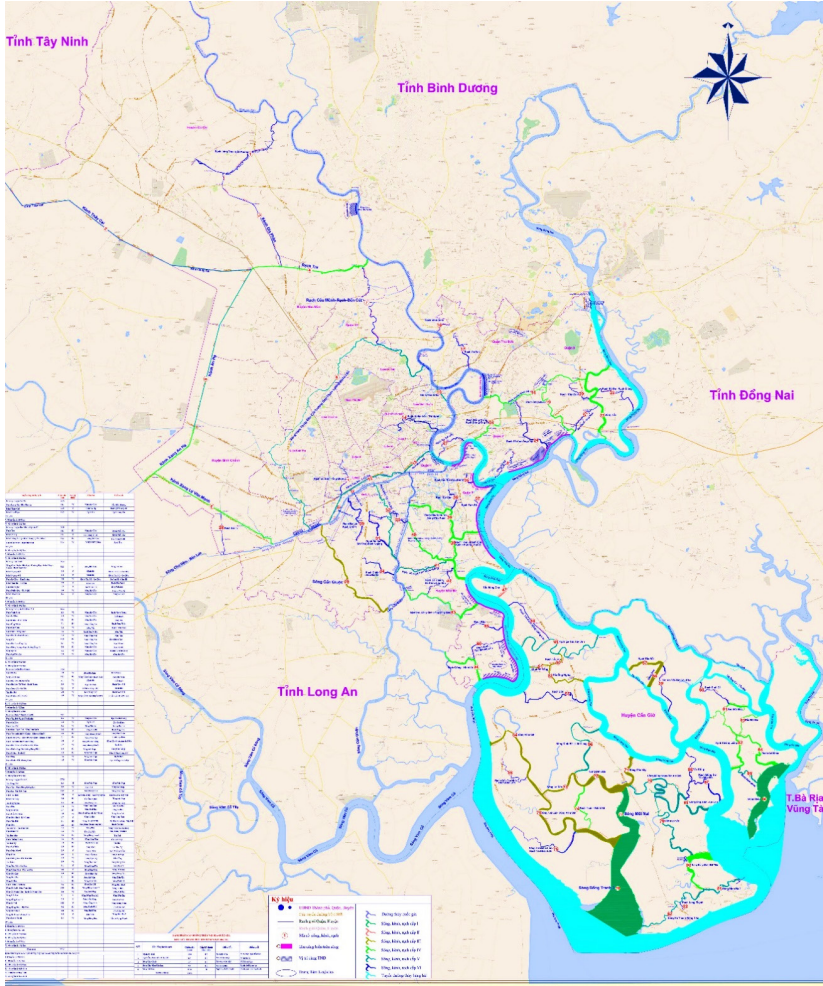
Keywords: BIM, BIM-GIS, GIS, Digital twin.

Giới thiệu

Đường thủy nội địa đóng vai trò then chốt trong mạng lưới giao thông và nền kinh tế của Thành phố Hồ Chí Minh, hoạt động như tuyến giao thông huyết mạch kết nối các khu vực trên toàn địa bàn (Hình 1). Trong bối cảnh đô thị ngày càng mở rộng, việc quản lý hiệu quả hệ thống đường thủy này trở nên thiết yếu nhằm đảm bảo hỗ trợ các hoạt động thương mại và thúc đẩy phát triển đô thị bền vững. Tuy nhiên,

trước đây, hệ thống này còn thiếu dữ liệu đầy đủ và chính xác, gây hạn chế cho chính quyền trong công tác quản lý, bảo trì và phát triển cơ sở hạ tầng một cách hiệu quả. Nhận thức rõ thách thức này, Sở Giao thông Vận tải Thành phố Hồ Chí Minh đã triển khai một dự án khảo sát hệ thống giao thông thủy nội địa của thành phố với 82 tuyến kênh, sông, rạch bằng công nghệ khảo sát số, nhằm xây dựng cơ

sở dữ liệu toàn diện về mạng lưới đường thủy nội địa. Dự án là một phần của chiến lược hiện đại hóa quản lý cơ sở hạ tầng đô thị, hướng đến việc áp dụng công nghệ tiên tiến để cải thiện hiệu quả quản lý và vận hành. Đồng thời, nỗ lực này phù hợp với tầm nhìn dài hạn của Chính phủ trong việc đưa Thành phố Hồ Chí Minh trở thành một thành phố thông minh vào năm 2025.



Hình 1. Hệ thống đường thủy nội địa TP. Hồ Chí Minh
(nguồn: Sở SGTVT TP. Hồ Chí Minh)

Mục tiêu trọng tâm của dự án là xây dựng một mô hình số 3D có độ chính xác cao về mạng lưới đường thủy nội địa của Thành phố Hồ Chí Minh. Mô hình này tích hợp các công nghệ hiện đại như Mô hình thông tin công trình (BIM) và Hệ thống thông tin địa lý (GIS), trở thành công cụ đắc lực hỗ trợ các nhà quy hoạch đô thị trong quản lý, bảo trì và nâng cấp hệ thống. Dự án bao gồm khảo sát 82 tuyến đường thủy nội địa với tổng chiều dài 522,8 km. Khối lượng khảo sát hiện trạng tuyến là khoảng 5.500 ha mặt nước và 10.000 ha khu vực dọc theo hai bên bờ sông. Để hoàn thành nhiệm vụ, nhóm nghiên cứu đã triển khai các công nghệ khảo sát tiên tiến nhất hiện nay (Bảng 1). Các công cụ này bao gồm: máy hồi âm đa tia (MBES), tàu mặt nước tự hành (USV), máy quét laser 3D, cùng máy bay không người lái (UAV) được trang bị công nghệ LiDAR và camera đa ống kính. Những thiết bị này được sử dụng để thu thập dữ liệu chi tiết từ các địa hình và điều kiện khác nhau. Sự kết hợp của các công nghệ khảo sát tiên tiến không chỉ cải thiện đáng kể độ chính xác của dữ liệu mà còn rút ngắn thời gian khảo sát so với các phương pháp truyền thống, góp phần nâng cao hiệu quả và chất lượng của dự án.

Nội dung của bài nghiên cứu trình bày chi tiết trình tự thực hiện và kết quả đạt được của dự án, đồng thời nhấn mạnh tiềm năng vượt trội của các công nghệ khảo sát hiện đại. Những công nghệ này không chỉ nâng cao độ chính xác và hiệu quả trong việc thu thập dữ liệu mà còn hứa hẹn cách mạng hóa phương thức quản lý cơ sở hạ tầng đô thị, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của một thành phố hiện đại và thông minh.

Tổng quan

Tích hợp BIM-GIS đang trở thành một lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng phát triển mạnh mẽ trên toàn cầu, đặc biệt trong bối cảnh xây dựng các thành phố thông minh và kỹ thuật số. Một trong những công nghệ nổi bật hỗ trợ quá trình này là CityGML 3.0, một mô hình khái niệm quốc tế được phát triển bởi Open Geospatial Consortium (OGC), cho phép lưu trữ và trao đổi dữ liệu địa không gian 3D. CityGML 3.0,

 Leica P50 3D Laser Scanner	 Leica RTC360 3D Laser Scanner	 Trimble Mobile Mapping System MX50
 DJI Matrice 300 RTK- Zenmuse L1- Zenmuse P1		 DJI Matrice 350 RTK - SHARE 203S Pro
 Maritime Robotics Otter Pro		 Nortbit iWBMS Multi-Beam Echo Sounder

Bảng 1. Tổng hợp các thiết bị khảo sát số hóa hiện trạng công trình



phiên bản thứ ba của tiêu chuẩn này, mang lại nhiều tính năng mới so với các phiên bản trước, đặc biệt là khả năng tích hợp tốt hơn với các phần mềm khác. Điều này giúp thúc đẩy sự hợp nhất giữa các mô hình thông tin xây dựng (BIM) và hệ thống thông tin địa lý (GIS), từ đó tạo ra các giải pháp dữ liệu liên kết chặt chẽ, phục vụ quản lý và phát triển đô thị thông minh. Việc sử dụng các công nghệ tiên tiến như CityGML 3.0 không chỉ cải thiện hiệu quả trong lưu trữ và xử lý dữ liệu 3D, mà còn mở ra những cơ hội mới trong việc ứng dụng BIM-GIS vào các dự án cơ sở hạ tầng và quy hoạch đô thị toàn diện.[1]

Trên thế giới, việc tích hợp BIM (Mô hình thông tin công trình) và GIS (Hệ thống thông tin địa lý) đang được ứng dụng rộng rãi nhằm hỗ trợ quản lý và phân tích hiệu quả các dự án trong lĩnh vực xây dựng và kiến trúc. Sự kết hợp này tận dụng thông tin chi tiết từ BIM và khả năng phân tích không gian từ GIS để tạo ra các giải pháp tiên tiến trong quản lý tài sản và cơ sở hạ tầng. GeoBIM, được phát triển bởi Esri và Autodesk, là một ví dụ điển hình trong việc đơn giản hóa quy trình tích hợp giữa hai lĩnh vực này. Tuy nhiên, trước khi GeoBIM xuất hiện, nhiều cách tiếp cận khác đã được áp dụng với mức độ phức tạp đáng kể [2]. Dưới đây là các phương pháp phổ biến:

Tích hợp thủ công và dựa trên dự án: Các giải pháp tùy chỉnh được phát triển cho từng dự án riêng lẻ, sử dụng các công cụ và phần mềm khác nhau để quản lý dữ liệu BIM và GIS. Việc kết nối dữ liệu giữa BIM và GIS thường dựa vào các API để chuyển đổi và tích hợp thông tin qua lại. Phương pháp này có tính linh hoạt nhưng đòi hỏi nhiều nỗ lực kỹ thuật, đặc biệt đối với các dự án có quy mô lớn hoặc dữ liệu phức tạp [3].

Phần mềm trung gian: Các công cụ như FME (Feature Manipulation Engine) của Safe Software đóng vai trò trung gian, tự động hóa việc chuyển đổi và tích hợp dữ liệu giữa các định dạng BIM và GIS. FME cho phép xử lý linh hoạt dữ liệu không gian từ nhiều nguồn, chuyển đổi sang định dạng cần thiết, đồng thời hỗ trợ phân tích và quản lý dự án hiệu quả. (<https://fme.safe.com>).

Nền tảng hỗ trợ tích hợp: Một số nền tảng được phát triển để cung cấp môi trường tích hợp có hệ thống, như các mô hình thông tin đô thị (Urban Information Models) hoặc giải pháp quản lý cơ sở hạ tầng. Các nền tảng này tối ưu hóa khả năng kết nối giữa dữ liệu BIM và GIS, cho phép quản lý đồng bộ và phân tích sâu hơn trong các dự án xây dựng và quy hoạch đô thị [4].

Những phương pháp trên, dù thủ công hay tự động hóa, đều đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy sự hợp nhất giữa BIM và GIS, từ đó mang lại những bước tiến mới trong quản lý hạ tầng đô thị và xây dựng bền vững.

Sự phát triển và hợp tác giữa các công ty công nghệ lớn như Autodesk và Esri đã dẫn đến sự ra đời của các giải pháp tích hợp như GeoBIM, đánh dấu một bước tiến quan trọng trong việc đơn giản hóa và cải thiện quá trình này, mang lại khả năng tương tác và phân tích dữ liệu một cách hiệu quả hơn. ArcGIS GeoBIM, một sáng kiến hợp tác giữa Esri và Autodesk, được thiết kế để cung cấp một giải pháp tích hợp hoàn chỉnh cho việc quản lý và phân tích dữ liệu BIM trong một bối cảnh GIS. Công cụ này nhằm mục đích phá vỡ những rào cản giữa BIM và GIS bằng cách cung cấp một nền tảng liền mạch cho phép trao đổi dữ liệu dễ dàng hơn và hiệu quả hơn giữa các hệ thống. Dưới đây là những lợi ích chính của việc sử dụng ArcGIS GeoBIM so với việc chỉ sử dụng CityGML 3.0 và FME [1].

Tích hợp Dữ liệu: ArcGIS GeoBIM cho phép tích hợp và quản lý dữ liệu BIM và GIS một cách liền mạch, không chỉ giảm thiểu nhu cầu cho các giải pháp trung gian như FME mà còn cung cấp một giao diện thống nhất để xem và phân tích dữ liệu.

Cải thiện quyết định và Quản lý Dự án: Sự kết hợp của thông tin địa lý và quy trình thiết kế thông qua GeoBIM giúp cải thiện sự hiểu biết về cách thức tương tác của tài sản với môi trường xung quanh của chúng. Điều này hỗ trợ việc ra quyết định sớm hơn và tốt hơn, cũng như tăng cường cam kết của các bên liên quan và thúc đẩy các quá trình phê duyệt nhanh chóng.

Tiết kiệm chi phí và thời gian: Việc phá vỡ các rào cản giữa BIM và GIS thông qua GeoBIM giúp cải thiện các

quy trình làm việc, từ đó giúp các dự án phức tạp có thể được thực hiện nhanh chóng hơn, giảm thiểu rủi ro và tối ưu hóa hiệu quả hoạt động.

Tăng cường hợp tác: GeoBIM cung cấp một môi trường hợp tác mạnh mẽ giữa các chuyên gia GIS và các nhà thiết kế, kỹ sư, cho phép họ cộng tác xuyên suốt vòng đời dự án bằng cách tích hợp GIS và BIM.

Các dự án tiêu biểu về việc tích hợp BIM-GIS sử dụng nền tảng BIM của Autodesk và GIS của Esri thông qua công cụ ArcGIS GeoBIM có thể kể đến như sau [5]:

1. Dự án Đường sắt tốc độ cao Na Uy: Dự án này đã sử dụng InfraWorks làm môi trường dữ liệu chung cho toàn bộ nhóm dự án, cho phép quản lý chặt chẽ các đánh giá dự án hai tuần một lần theo quy trình mà nhóm gọi là Kỹ Thuật Tích Hợp Đồng Thời (ICE). Sự tích hợp này đã giúp dự án tiết kiệm được 20% thời gian bằng cách thực hiện quy trình BIM kết nối trong giai đoạn lập kế hoạch và phê duyệt.
2. Mô hình lũ lụt thành phố Paris: Mô hình này được tạo ra để thực hiện các phân tích quan trọng, có thể được sử dụng để hỗ trợ các quyết định thiết kế. Phân tích này giúp xác định các khu vực có khả năng bị ảnh hưởng bởi lũ lụt. Công cụ từ Autodesk và Hydronia cho phép người dùng mô phỏng, trực quan hóa và hoạt hóa các sự kiện lũ lụt trực tiếp trong một mô hình bối cảnh 3D.
3. Mô phỏng giao thông thành phố Paris: Mô phỏng này sử dụng cùng một mô hình để phân tích chuyển động của người và xe cộ. Các khu vực màu đỏ cho thấy những nơi có khả năng xảy ra sự chậm trễ, trong khi các khu vực màu xanh cho thấy giao thông di chuyển trôi chảy. Ngoài ra theo một tài liệu của Geospatial World - GIS and BIM Integration for Sustainable AEC Industry Practices [6] có nêu các Dự án có tên dưới đây:
1. Theo dõi phối hợp thiết kế để hợp tác - Dự án Đường sắt HS2 (giai đoạn I) London - Birmingham, Vương quốc Anh.
2. Cung cấp cơ sở hạ tầng với tiến độ kiểm soát dự án - Chương trình phát triển sân bay LAX - Los Angeles, California, Hoa Kỳ.
3. 5D (thời gian và chi phí) Quy hoạch thiết kế và xây dựng - Đường cao tốc E16 ở Na Uy - Oslo, Na Uy.
4. Theo dõi phối hợp thiết kế để hợp tác - Dự án mở rộng đường sắt cao tốc đường sắt Na Uy - Oslo, Na Uy.
5. Quy hoạch thành



phổ toàn diện cho các địa điểm lớn hoặc nhiều địa điểm - Khu thoát nước đô thị Milwaukee Cơ sở vật chất - Plan Milwaukee, Wisconsin, Hoa Kỳ. 6. Quy hoạch thành phố toàn diện cho các địa điểm lớn hoặc nhiều địa điểm - Khu thoát nước đô thị Milwaukee Cơ sở vật chất - Plan Milwaukee, Wisconsin, Hoa Kỳ. 7. Cung cấp cơ sở hạ tầng với tiến độ kiểm soát dự án - Tuyến Sungai-Buloh-Serdang-Putrajaya - Kuala Lumpur, Malaysia. 8. Phân phối cơ sở hạ tầng với tiến độ kiểm soát dự án - Kế hoạch cải thiện vốn sân bay quốc tế SFO - San Francisco, California, Hoa Kỳ. 9. Tiến độ xây dựng với mục nhập và quản lý vấn đề thực địa - Tích hợp GIS và BIM cho khuôn viên Đại học Bang Ohio - Ohio, Hoa Kỳ.

Những dự án này minh họa cách thức tích hợp BIM và GIS có thể cải thiện hiệu quả của quá trình lập kế hoạch, thiết kế và quản lý dự án, đồng thời cho phép các bên liên quan có được cái nhìn sâu sắc hơn về các tác động của các dự án trong một bối cảnh địa lý thực tế. Sự kết hợp này không chỉ hỗ trợ quyết định tốt hơn mà còn giúp giảm thiểu chi phí và rủi ro, tăng tốc độ triển khai dự án. Tuy nhiên trong các tài liệu này không nói rõ chi tiết quy trình và cách thức thực hiện. Hơn nữa hiện nay cũng chưa thấy công bố chi tiết nào về quy trình tích hợp ArcGIS GeoBIM, Đặc biệt cho việc đưa lên đầy đủ các lớp dữ liệu lên nền tảng tích hợp BIM-GIS như: Địa hình, Địa vật, 3D Photogrammetry thu được từ bay chụp từ UAV và cách thức xử lý, Lidar trên UAV, Địa hình 3D dưới nước từ USV, 3D Point cloud từ các máy quét Laser Scan, Mô hình BIM... Chính vì vậy, việc lựa chọn nền tảng BIM-GIS phù hợp (Autodesk-Esri) là nền tảng ban đầu cho nghiên cứu, công tác tích hợp được nhiều trường thông tin, nhiều lớp dữ liệu và đặc biệt là sử dụng các nền tảng đã tích hợp để chuyển sang các chương trình mô phỏng là yêu cầu cần nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu

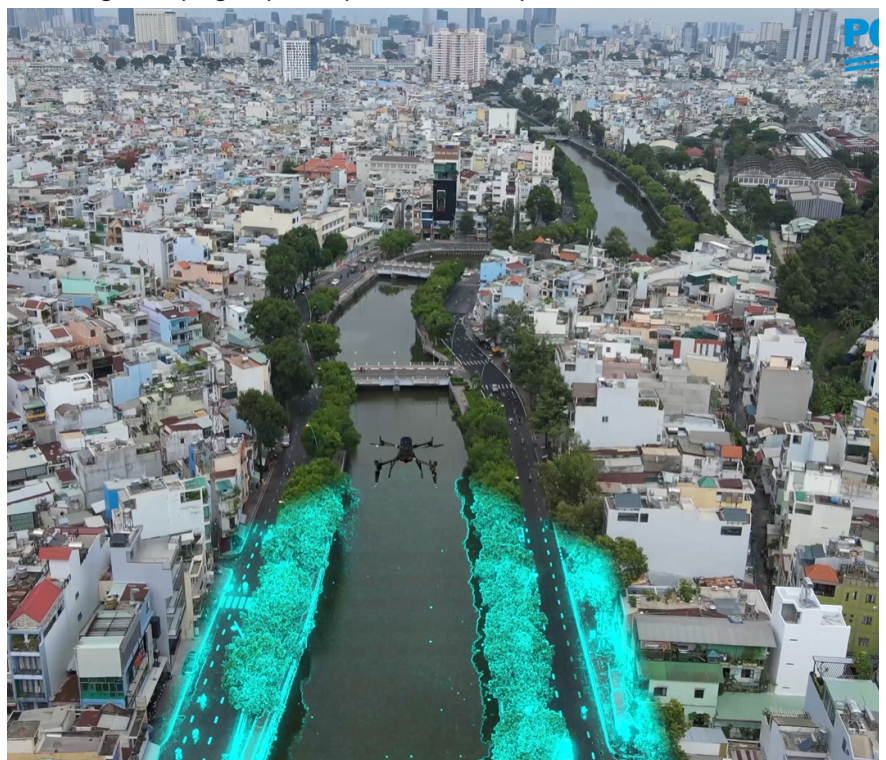
1. Thu thập dữ liệu hiện trường

a. Máy bay không người lái (UAV) tích hợp cảm biến LiDAR và Camera đa ống kính:

Các máy bay không người lái (UAV) trang bị cảm biến LiDAR và

camera đa ống kính có độ phân giải cao đã được triển khai nhằm thu thập dữ liệu hình ảnh và không gian trên toàn bộ hệ thống đường thủy nội địa của Thành phố Hồ Chí Minh. Theo nghiên cứu của Olsen (2022) [7], các đường bay được thiết kế kỹ lưỡng để bao phủ toàn bộ khu vực khảo sát, với các quỹ đạo chồng lấn nhằm đảm bảo tạo ra hình ảnh tổng hợp toàn diện của địa bàn nghiên cứu. UAV hoạt động ở độ cao và tốc độ được lập trình trước, duy trì khoảng cách nhất quán giữa các đường bay để tối ưu hóa chất lượng thu thập dữ liệu. Quy trình khảo sát bao gồm việc ghi lại dữ liệu hình

ảnh tham chiếu địa lý và dữ liệu LiDAR ở các khoảng thời gian cố định. Đồng thời, các cảm biến trên UAV tự động ghi nhận siêu dữ liệu như tọa độ GPS, độ cao và hướng bay. Dữ liệu sau khi thu thập sẽ được xử lý sơ bộ, trong đó các hình ảnh được ghép thành bản đồ chỉnh hình, còn dữ liệu LiDAR được chuyển đổi thành đám mây điểm 3D. Rose (2022) [8] ghi nhận rằng các tập dữ liệu này sau đó được tinh chỉnh thông qua phần mềm chuyên dụng, tạo nên các bản đồ và mô hình không gian có độ phân giải cao, cung cấp những thông tin chi tiết phục vụ công tác quản lý và nghiên cứu khu vực khảo sát.



Hình 2. UAV Matric RTK 350 kết hợp với cảm biến LiDAR (L1) và máy ảnh đa ống kính (Share 203 V3)

b. Máy quét 3D laser (TLS)

Phương pháp quét laser trên mặt đất (TLS) được triển khai bằng cách định vị chiến lược các thiết bị quét dọc theo bờ sông và gần các công trình như cầu và cống nhằm tối ưu hóa phạm vi thu thập dữ liệu và đảm bảo độ chính xác [9]. Quá trình khảo sát bao gồm thực hiện nhiều lần quét từ các vị trí khác nhau, qua đó xây dựng tập dữ liệu 3D toàn diện về môi trường nghiên cứu. Mỗi lần quét thu thập hàng triệu điểm dữ liệu, được tham chiếu địa lý bằng GPS chính xác để đảm bảo tính chính xác về không gian. Quy trình này yêu cầu hiệu chuẩn thiết

bị kỹ lưỡng và lập kế hoạch chi tiết để định vị các điểm quét, tránh các vật cản và đảm bảo mức độ chồng chéo cần thiết giữa các lần quét nhằm tích hợp dữ liệu một cách mượt mà. Dữ liệu sau khi thu thập sẽ trải qua giai đoạn xử lý ban đầu, bao gồm căn chỉnh các lần quét riêng lẻ để tạo thành một đám mây điểm nhất quán. Tiếp theo, các kỹ thuật xử lý nâng cao được áp dụng để hiệu chỉnh độ méo và loại bỏ nhiễu. Kết quả cuối cùng là một mô hình 3D chi tiết, cung cấp thông tin quan trọng phục vụ phân tích và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực [10].



Hình 3. Máy quét 3D laser ghi nhận dữ liệu kết cấu cầu vòm thép.

c. Đo sâu hồi âm đa tia (MBES) kết hợp với tàu tự hành (USVs)

Để khảo sát địa hình dưới nước tại các tuyến đường thủy nội địa của Thành phố Hồ Chí Minh, máy đo sâu phân xạ đa chùm (MBES) đã được tích hợp trên các tàu nổi không người lái (USV). Công nghệ này được triển khai tại các khu vực phức tạp như kênh hẹp và vùng bồi lắng, cung cấp dữ liệu có độ chính xác cao về địa hình đáy sông. Hệ thống MBES hoạt động bằng cách phát ra nhiều chùm sonar, giúp xây dựng bản đồ địa hình dưới nước chi tiết và tạo ra mô hình độ cao kỹ thuật số (DEM) có độ phân giải cao của lòng sông (Hình 4). Nhờ khả năng điều hướng linh hoạt của USV, việc thu thập dữ liệu ở các khu vực khó tiếp cận trước đây trở nên khả thi và hiệu quả hơn [11]. Giải pháp này không chỉ cải thiện chất lượng khảo sát mà còn mở rộng khả năng nghiên cứu địa hình dưới nước, đặc biệt tại những địa hình phức tạp, nơi các phương pháp truyền thống khó tiếp cận hoặc không hiệu quả.

d. Thiết lập bản đồ di động (MMS)

Hệ thống lập bản đồ di động gắn trên xe đã được sử dụng để thu thập dữ liệu chi tiết về tình trạng đường bộ và cầu dọc theo các tuyến đường thủy (Hình 5). Phương pháp này đặc biệt hữu ích trong việc khảo sát các điểm giao cắt sông và cơ sở hạ tầng lân cận, cung cấp thông tin quan trọng về hiện trạng của các công trình này. Dữ liệu thu thập từ hệ thống này được kết hợp

với các cuộc khảo sát bằng công nghệ quét laser mặt đất (TLS) và UAV, tạo nên một tập dữ liệu toàn diện và tích hợp, đảm bảo độ chính xác cao và khả năng ứng dụng đa dạng [12]. Sự phối

hợp giữa các công nghệ này không chỉ nâng cao chất lượng khảo sát mà còn mở rộng phạm vi nghiên cứu, hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý và bảo trì cơ sở hạ tầng giao thông.



Hình 4. Thiết bị đo sâu hồi



Hình 5. Sử dụng hệ thống Mobile Mapping để khảo sát đường giao thông 02 bên sông



2. Xây dựng mô hình BIM và tích hợp BIM-GIS

Mô hình hóa thông tin xây dựng (BIM), theo tiêu chuẩn ISO 19650, sử dụng các biểu diễn kỹ thuật số chung để hỗ trợ các giai đoạn thiết kế, xây dựng và vận hành của tài sản xây dựng. Quá trình tạo và tích hợp BIM vào Hệ thống thông tin địa lý (GIS) được thực hiện theo một quy trình có hệ thống, bao gồm nhiều bước quan trọng (Hình 6). Quy trình tạo và tích hợp BIM-GIS bao gồm các bước sau:

- Xử lý dữ liệu thô: Dữ liệu ban đầu, bao gồm hình ảnh độ phân giải cao, quét LiDAR và đám mây điểm, được xử lý trước nhằm đảm bảo tính nhất quán và chính xác. Các bước này bao gồm căn chỉnh tập dữ liệu và hiệu chỉnh biến dạng.

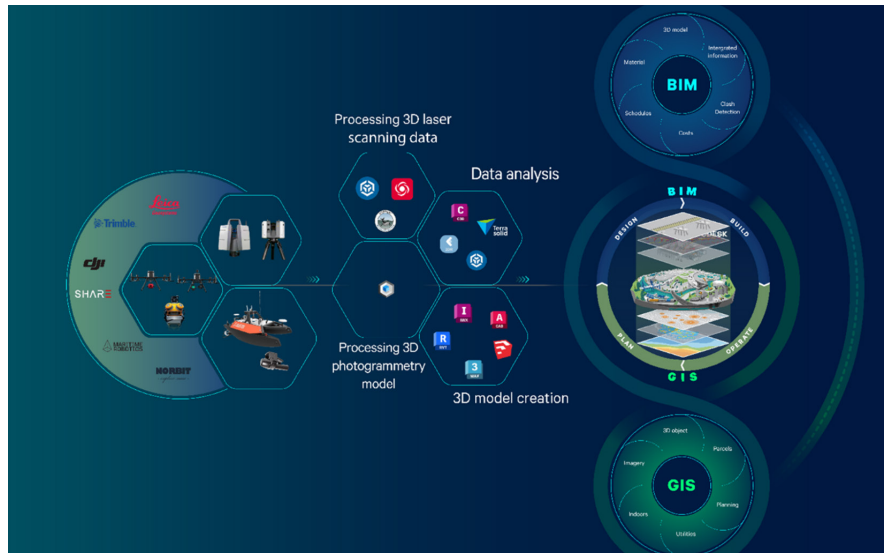
- Tạo mô hình BIM: Sau khi xử lý, dữ liệu được nhập vào phần mềm BIM, nơi hình ảnh được tham chiếu địa lý và đám mây điểm được tích hợp để xây dựng các mô hình 3D chi tiết về cơ sở hạ tầng đường thủy nội địa. Những mô hình này hỗ trợ phân tích và mô phỏng toàn diện [15].

- Tích hợp với GIS: Các mô hình BIM và siêu dữ liệu liên quan được xuất dưới định dạng tương thích GIS, chẳng hạn như Lớp nền tảng công nghiệp (IFC), và được tham chiếu địa lý trong phần mềm GIS để đồng bộ với tọa độ thực tế. Tại đây, mô hình BIM được tích hợp với dữ liệu không gian địa lý bổ sung, tạo thành một mô hình không gian tổng thể của hệ thống đường thủy [12].

- Các mô hình BIM-GIS tích hợp được công bố trên nền tảng đám mây, cho phép quản lý và phân tích dữ liệu liền mạch. Nền tảng này không chỉ hỗ trợ tích hợp các tập dữ liệu đa dạng mà còn cung cấp góc nhìn toàn diện về môi trường đường thủy. Khả năng phân tích không gian nâng cao và hình ảnh 3D trên nền tảng này đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả quản lý, vận hành và bảo trì cơ sở hạ tầng đường thủy nội địa, đồng thời hỗ trợ ra quyết định dựa trên dữ liệu một cách tối ưu [11][13].

3. Thiết lập chương trình mô phỏng (Digital twin)

Dữ liệu mô hình BIM trên nền tảng GIS sẽ được chuyển thành trường chính mô phỏng (game simulation) thông



Hình 6. Quy trình tích hợp BIM-GIS

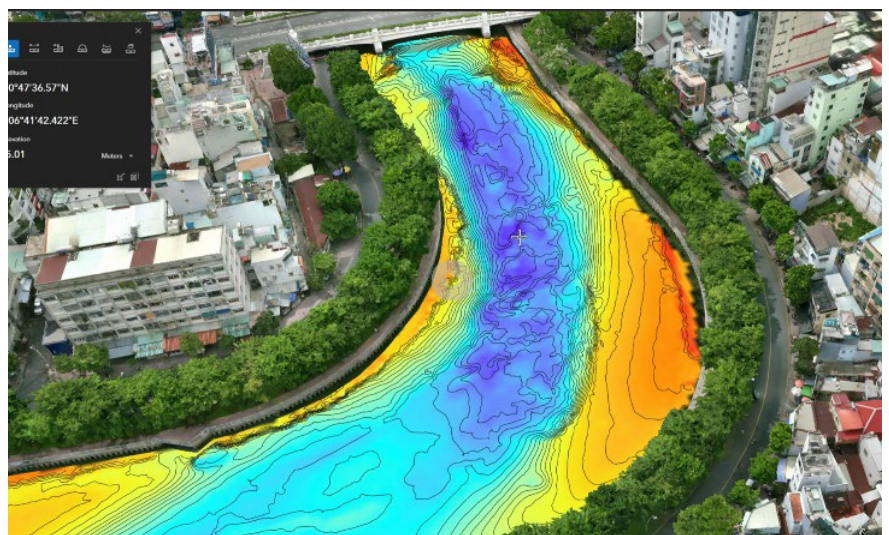
qua các SDK được phát triển trên nền GIS (ArcGIS). Dữ liệu này bao gồm toàn bộ mô hình BIM đã được tích hợp trên nền GIS. Thông qua các chương trình lập trình chuyên dụng như (Unreal Engine hoặc Unity Engine), chương trình mô phỏng sẽ được khởi tạo.

Kết quả nghiên cứu

1. Khối lượng số hóa và thu thập dữ liệu

Khối lượng thu thập dữ liệu đã được tiến hành trên 82 tuyến đường thủy nội địa với tổng chiều dài 522,8 km, lập bản đồ chi tiết hơn 5.500 ha diện tích dưới nước và 10.000 ha dọc hai bên bờ sông. Dữ liệu bản đồ số có thể biên tập thành bình đồ với

nhiều tỷ lệ khác nhau từ 1/1000 đến 1/500 để phục vụ cho công tác vận hành khai thác và thiết kế mở rộng. Dự án cũng đã tiến hành số hóa 217 cây cầu và cống, 146 cảng và bến tàu, cùng 200 đường dây điện băng qua sông. Nhờ ứng dụng các công nghệ tiên tiến, dự án đã tạo ra mô hình số với mức độ chi tiết cao (LOD từ 200 đến 400) về các thành phần cơ sở hạ tầng quan trọng, cung cấp dữ liệu thiết yếu cho việc quản lý, bảo trì, và phát triển hệ thống đường thủy của Thành phố Hồ Chí Minh (Hình 7). Những kết quả này không chỉ nâng cao hiệu quả giám sát mà còn đóng góp quan trọng vào quy hoạch hạ tầng đô thị bền vững.



Hình 7. Mô hình số 3D với độ phân giải cao của tuyến luồng

2. Mô hình số 3D tổng thể của hệ thống 82 tuyến đường thủy

Các dữ liệu 3D tổng thể của tuyến như mô hình địa hình 3D lòng sông,

địa hình 3D (mô hình số từ trắc lượng ảnh) hiện trạng 02 bên bờ sông (nhà cửa, hệ thống giao thông, mái kè, cây xanh, đèn chiếu sáng...) và mô hình

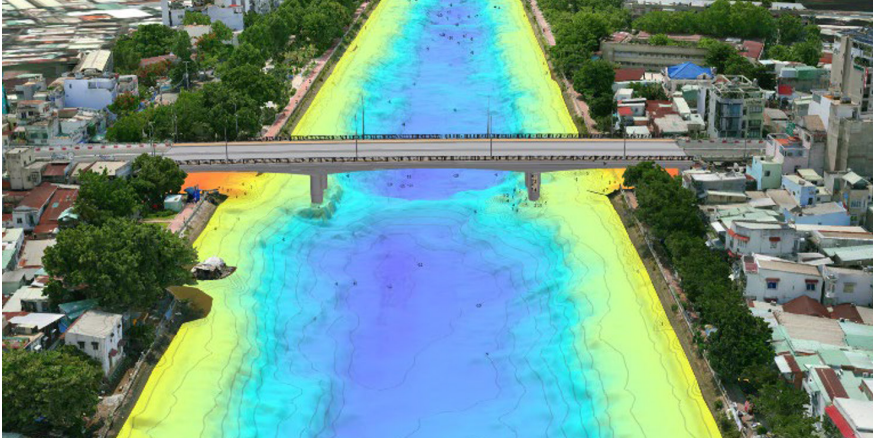


BIM công trình vượt tuyến được thể hiện trong Hình 8 . Mô hình này tích hợp các tập dữ liệu đa dạng từ nhiều nguồn, bao gồm quét LiDAR, quét 3D laser scan, mô hình số từ trắc lượng ảnh (Photogrametry), dữ liệu đo sâu hồi âm đa tia, mô hình BIM công trình, tạo nên một cấu trúc thống nhất và toàn diện. Đây là bước đột phá trong việc quản lý và duy trì hệ thống đường thủy nội địa của thành phố, cung cấp công cụ mạnh mẽ để hỗ trợ quy hoạch, bảo trì, và phát triển cơ sở hạ tầng nước một cách hiệu quả và bền vững.

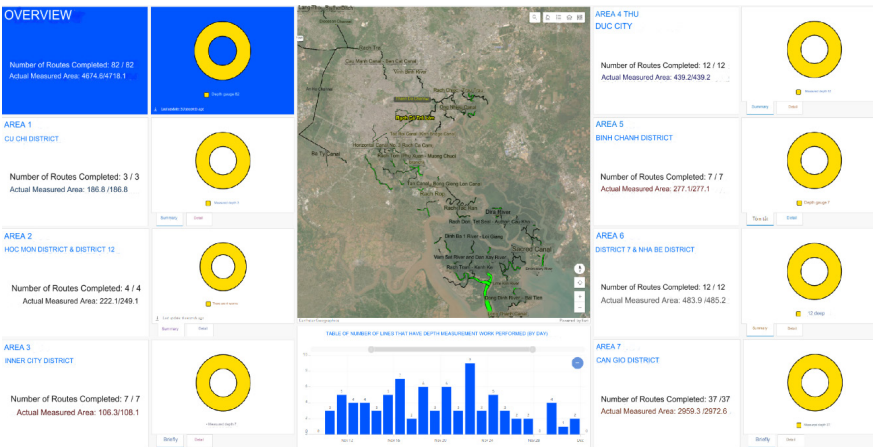
3. Nâng cao độ chính xác và hiệu quả của công tác khảo sát

Việc triển khai máy bay không người lái (UAV) và hệ thống quét laser trên mặt đất (TLS) đã cung cấp dữ liệu đám mây điểm chi tiết cao, ghi lại chính xác hình dạng phức tạp của các công trình vượt tuyến với độ chính xác đến từng milimét. Đồng thời, sử dụng máy đo sâu hồi âm đa chùm (MBES) tích hợp với tàu mặt nước tự động (ASV) đã cho phép khảo sát bình đồ chính xác địa hình lòng sông, ngay cả tại các khu vực khó khăn như kênh hẹp, khu vực ảnh hưởng của bán nhật triều hay các vị trí hố sỏi, hàm ếch 02 bên bờ sông. Mức độ chính xác đạt được từ các công nghệ này vượt trội so với các phương pháp khảo sát truyền thống, vốn thường kém chính xác hơn và tiêu tốn nhiều thời gian (đo điểm bằng GPS hoặc đo sâu đơn tia). Những tiến bộ này không chỉ cải thiện hiệu quả thu thập dữ liệu mà còn góp phần đáng kể vào việc quản lý và quy hoạch hạ tầng đường thủy nội địa một cách khoa học và bền vững [8].

Về mặt tiến độ thực hiện, dự án khảo sát đường thủy nội địa của Thành phố Hồ Chí Minh đã đạt được hiệu suất rất cao khi giảm thời gian khảo sát xuống 30-40% so với các phương pháp truyền thống. Khả năng thu thập và xử lý dữ liệu nhanh chóng không chỉ đẩy nhanh tiến độ hoàn thành dự án mà còn hỗ trợ ra quyết định theo thời gian thực (Hình 9). Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh môi trường đô thị năng động của Thành phố Hồ Chí Minh, nơi các thông tin cập nhật và phản hồi kịp thời là yếu tố then chốt cho việc quản lý và phát triển cơ sở hạ tầng một cách hiệu quả và bền vững.



Hình 8. Mô hình 3D tổng thể tuyến sông, bao gồm mô hình BIM công trình vượt tuyến, địa hình lòng sông và mô hình BIM công trình hiện hữu 2 bên bờ sông

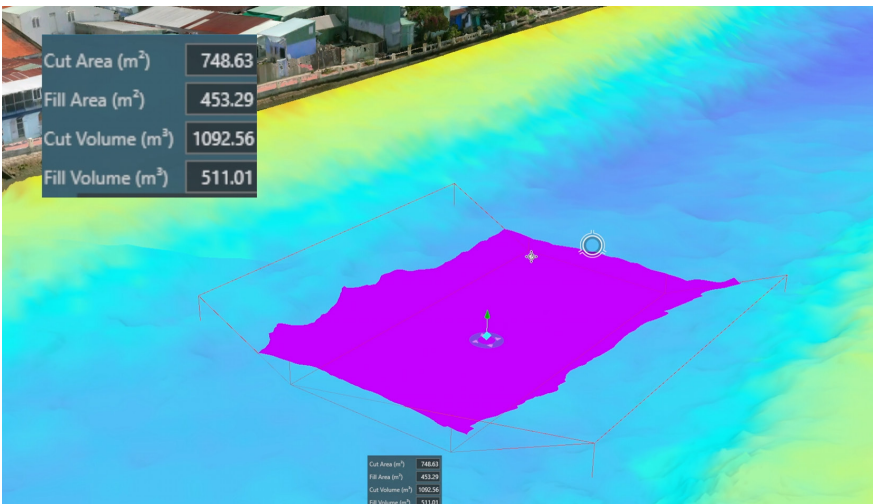


Hình 9. Công tác quản lý tiến độ khảo sát trên nền GIS

4. Các ứng dụng mở rộng

Việc tích hợp mô hình BIM trên nền tảng GIS cho phép tùy biến nhiều chức năng khác nhau, phục vụ các mục đích khác nhau. Ví dụ, trong bước thiết kế ý tưởng, có thể trực tiếp thiết kế mặt cắt ngang luồng, tính khối lượng nạo vét hoặc khối lượng đào đắp, từ đó lựa chọn các phương án

mặt cắt ngang tối ưu để triển khai cho các bước thiết kế tiếp theo (Hình 10). Bên cạnh đó, việc tích hợp dữ liệu hệ thống báo hiệu đường thủy vào mô hình đảm bảo an toàn và hiệu quả hoạt động bằng cách cung cấp thông tin chính xác, cập nhật về vị trí và trạng thái của hệ thống phao tiêu, biển báo [14].



Hình 10. Tính toán khối lượng nạo vét trực tiếp trên mô hình BIM-GIS



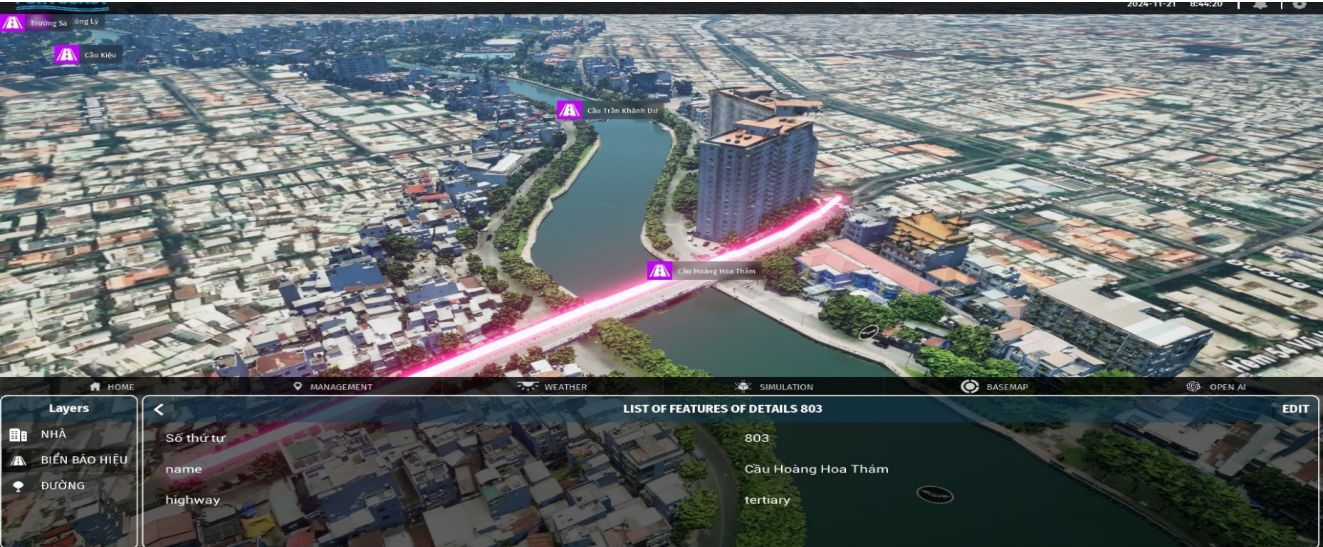
Dữ liệu tích hợp trên nền tảng BIM-GIS được đưa qua công cụ Unreal Engine để thiết lập chương trình mô phỏng (Digital twin), chương trình có chức năng quản lý, phân loại theo đối tượng và lập trình mở rộng kết nối với

hệ thống cảm biến bên ngoài (cảm biến về nhiệt độ, độ ẩm, thay đổi mực nước), đồng thời tích hợp các bài toán mô phỏng trên nền tảng thế giới thực như bài toán mô phỏng về giao thông hay mô phỏng về ngập lụt (Hình . 13)

hay quản lý cơ sở dữ liệu về địa chính, cơ sở hạ tầng [17]. Qua đó, mô hình không chỉ hỗ trợ quy hoạch đô thị mà còn đảm bảo tính bền vững và hiệu quả trong quản lý cơ sở hạ tầng của Thành phố Hồ Chí Minh.



Hình 11. Chương trình mô phỏng Digital Twin tuyến Nhiêu Lộc-Thị Nghè



Hình 12. Quản lý cơ sở hạ tầng (dân cư 02 bên bờ sông và hệ thống giao thông 02 bên tuyến)



Hình 13. Mô phỏng kịch bản ngập lụt các tuyến kênh trên nền BIM-GIS



Kết luận

Công tác số hóa hệ thống đường thủy nội địa của Thành phố Hồ Chí Minh đánh dấu một cột mốc quan trọng trong nỗ lực hiện đại hóa quản lý cơ sở hạ tầng đô thị tại Việt Nam. Sự tích hợp các công nghệ khảo sát tiên tiến và việc tạo ra mô hình BIM-GIS 3D chi tiết đã mang đến cho thành phố một công cụ mạnh mẽ

để quản lý, duy trì và phát triển hệ thống đường thủy một cách hiệu quả và chính xác. Dự án không chỉ cải thiện năng lực quản lý cơ sở hạ tầng mà còn hỗ trợ phát triển đô thị bền vững, cung cấp nền tảng cho các sáng kiến quy hoạch tương lai. Bài học rút ra từ dự án này minh chứng tiềm năng to lớn của các công nghệ hiện đại trong việc cách mạng hóa quản lý cơ

sở hạ tầng đô thị. Khi Thành phố Hồ Chí Minh tiếp tục mở rộng và thích nghi với những thách thức mới, các phương pháp và công cụ được thiết lập thông qua dự án này sẽ đóng vai trò nền tảng, đảm bảo hệ thống cơ sở hạ tầng của thành phố duy trì tính ổn định, bền vững, khả năng cập nhật liên tục và được quản lý hiệu quả trong dài hạn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Yi Tan, Ying Liang and Junxiang Zhu. (2023). CityGML in the Integration of BIM and the GIS: Challenges and Opportunities. *Buildings* 2023, 13,1758
<https://doi.org/10.3390/buildings13071758>.
- [2]. Bárbara Pedó, Algan Tezel. (2023). Bim and gis integration: lessons learned from multiple case study. *Proceedings of the 2023 European Conference on Computing in Construction and the 40th International CIB W78 Conference*.
<http://dx.doi.org/10.35490/EC3.2023.248>.
- [3]. BIM and GIS Data Integration Guidelines (June 2023 Edition). Lands Department - The Government of the Hong Kong Special Administrative Region.
<https://www.landsd.gov.hk/doc/en/bim/BIM%20and%20GIS%20Data%20Integration%20Guidelines.pdf>.
- [4]. Zhuoying Chen, Qining Shi, Dezhi Ji, Haobin Luo, Jiaxiang Lin. (2023). Review of Research and Application of BIM-GIS Integration in the Civil Engineering Industry. *ICCREM 2023*.
<https://doi.org/10.1061/9780784485217.064>.
- [5]. Autodesk. BIM & GIS integration-Transforming infrastructure planning, design, construction and operation.
https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/bim/docs/autodesk_bring_together_bim_gis_ebook_v18.pdf.
- [6]. Autodesk & Esri. GIS and BIM Integration for Sustainable AEC Industry Practices.
<https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/pdfs/integrated-gis-and-bim-e-book-final.pdf>.
- [7]. Olsen, M. J. (2022). *Surveying and Geomatics Engineering: Principles, Technologies, and Applications*. American Society of Civil Engineers, Reston, VA.
<https://sp360.asce.org/personifyebusiness/Merchandise/Product-Details/productId/279987805>.
- [8]. Rose, G. V. (2022). "Engineering surveying within ASCE." American Society of Civil Engineers, Reston, VA.
- [9]. Starek, M. J., and Wilkinson, B. E. (2022). "Aerial surveying technology." American Society of Civil Engineers, Reston, VA.
<https://ascelibrary.com/doi/10.1061/9780784416037.ch10>.
- [10]. Wang, Q., and Kim, M.-K. (2019). Applications of 3D point cloud data in the construction industry: A fifteen-year review from 2004 to 2018." *Advanced Engineering Informatics*, 41, 100939.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2019.02.007>.
- [11]. Tran, L. V., Nguyen, T. H., and Bui, H. T. (2023). "Integrating BIM into Web GIS to enhance the visualization of port infrastructure." *Proc., 5th Int. Conf. on Civil and Building Engineering Informatics (ICCBEI 2023)*, International Society for Civil and Building Engineering Informatics, 123-132.
- [12]. Yuan, M., and Liu, W. (2022). *Smart Ports*, Springer, Cham, Switzerland. International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling. ISO, Geneva, Switzerland.
- [13]. Garibin, P., and Olkhovik, E. (2019). "Application of BIM technology in operation of port marine structures." *E3S Web of Conferences*, 110, 02003.
<http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/201913501022>.
- [14]. Construction Industry Council. (2021). *Report on 3D Spatial and BIM Data Use Case Requirements of the Hong Kong Construction Industry*. Construction Industry Council, Hong Kong.
- [15]. Turkan, Y., Bott, R., and Lucas, A. (2022). *Information systems in civil engineering*. American Society of Civil Engineers, Reston, VA.
- [16]. Nex, F., Armenakis, C., Cramer, M., Cucci, D. A., Gerke, M., Honkavaara, E., Kukko, A., Persello, C., and Skaloud, J. (2022). UAV in the advent of the twenties: Where we stand and what is next. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 184, 215-242.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.12.006>
- [17]. Wang, H. (2015). Sensing information modelling for smart city. *2015 IEEE International Conference on Smart City/ SocialCom/SustainCom (SmartCity)*, 40-45.
<http://dx.doi.org/10.1109/SmartCity.2015.44>.

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ISM ĐỂ PHÂN TÍCH CÁC RÀO CẢN THỰC HIỆN BIM TẠI CÁC BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG Ở VIỆT NAM

NGUYỄN VĂN CỰ, NGUYỄN THỊ HOÀI LINH, TRẦN QUANG ĐỨC

Khoa Kinh tế và Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

(Ngày nhận bài: 29/9/2024, ngày sửa bài: 10/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Mô hình thông tin công trình - Building Information Modeling (BIM) đang là xu hướng tất yếu đối với ngành Xây dựng trên toàn thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Việc áp dụng BIM ở một số đơn vị, tổ chức xây dựng tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng là quan trọng và cần thiết. Các nhà nghiên cứu đã xác định được một số các rào cản khi thực hiện BIM tại một số tổ chức, đơn vị xây dựng ở Việt Nam, sự hiểu biết những rào cản và sự tương tác qua lại giữa chúng là rất quan trọng đối với sự thành công khi thực hiện BIM trong hoạt động xây dựng. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp mô hình hóa cấu trúc (Interpretive Structural Modeling – ISM) để phân tích sự tương tác và phụ thuộc lẫn nhau giữa những rào cản này, qua đó xây dựng mối quan hệ giữa các rào cản và xếp hạng mức độ quan trọng của các rào cản. Nghiên cứu này giúp các đơn vị, tổ chức hoạt động xây dựng và Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam nhận thức rõ những khó khăn và thách thức (rào cản) từ đó tìm ra những giải pháp nhằm cải thiện và áp dụng BIM một cách hiệu quả hơn.

Từ khóa: Mô hình ISM, BIM, rào cản, Ban quản lý dự án.

Abstract: Building Information Modeling (BIM) has become an inevitable trend in the global construction industry, with Vietnam being no exception. The adoption of BIM in several construction organizations, especially in investment management boards of construction projects, is both necessary and important. However, researchers have identified several barriers to BIM implementation in some construction organizations and units in Vietnam. A thorough understanding of these barriers and their interrelationships is critical for effective BIM in construction activities. This study employs the Interpretive Structural Modeling (ISM) method to analyze the interactions and interdependencies among the identified barriers, thereby establishing their relationships and ranking their importance. Furthermore, the ISM model classifies these barriers into four areas, allowing for consideration and evaluation of the importance of each barrier. The findings of this research provide construction organizations and project management boards in Vietnam recognize the difficulties and barriers, This research helps construction organizations and project management boards in Vietnam recognize the difficulties and challenges (barriers), enabling them to better understand the challenges associated with BIM implementation and to develop solutions that enhance and optimize its adoption.

Keywords: ISM model, BIM, barriers, project management board.

1. Giới thiệu

BIM lần đầu tiên xuất hiện vào những năm 1970. Tuy nhiên, công nghệ và các phần mềm hỗ trợ BIM chỉ thực sự phát triển và được sử dụng rộng rãi từ những năm 2000. BIM đã làm thay đổi cách triển khai các dự án xây dựng từ khâu thiết kế, quản lý thi công, và vận hành, giúp nâng cao hiệu quả, giảm thiểu phát sinh lỗi và rủi ro trong quá trình triển khai. Ngày nay, BIM đã trở thành xu thế tất yếu trong hoạt động xây dựng và là phần quan trọng không thể thiếu trong ngành xây dựng trên toàn thế giới.

Hiện nay, tại Việt Nam đã xác định rõ lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng, cụ thể là từ năm 2017

đến 2019 xây dựng hành lang pháp lý đào tạo và nâng cao nhận thức về BIM; từ năm 2018 đến năm 2020 thí điểm ở 1 số khâu trong hoạt động xây dựng như thiết kế, thi công, quản lý vận hành và từ năm 2021 trở đi, tổng kết, đánh giá và áp dụng rộng rãi vừa khuyến khích vừa bắt buộc áp dụng BIM ở một số loại công trình xây dựng cụ thể. Tại Việt Nam, BIM đã bắt đầu được áp dụng trong nhiều dự án lớn, đặc biệt là các dự án hạ tầng và công trình công cộng. Tuy nhiên việc áp dụng BIM chưa thực sự đồng đều, chủ yếu tập trung ở các doanh nghiệp lớn và dự án quốc tế về hạ tầng và công cộng. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra những lợi ích to lớn mà BIM mang

lại cho ngành xây dựng. Mặt khác, những khó khăn và rào cản trong việc áp dụng BIM còn khá hạn chế đặc biệt là tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng. Việc tìm, chỉ ra những rào cản này và mức quan trọng của các rào cản đó là rất quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả đầu tư xây dựng, với mục tiêu tiết kiệm, hiệu quả, minh bạch, tạo thuận lợi trong quản lý, kiểm soát chất lượng, rút ngắn thời gian và phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

Với mục đích là làm rõ mối liên hệ giữa các rào cản ảnh hưởng đến việc thực hiện BIM tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam, việc

áp dụng mô hình ISM cần phải thực hiện thông quan các bước sau:

Bước 1: Chọn lọc rào cản khi thực hiện BIM tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam

Bước 2: Thiết lập ma trận tương tác

Bước 3: Chuyển đổi sang ma trận nhị phân

Bước 4: Xếp hạng.

a. Chọn lọc

Một lượng lớn các nghiên cứu về rào cản áp dụng BIM đã được công bố. Các nghiên cứu này nghiên cứu cho từng quốc gia và ở những hoàn cảnh khác nhau, và được công bố ở những chất lượng tạp chí khác nhau.

Vì vậy, việc lựa chọn những dữ liệu có độ tin cậy cao là thực sự cần thiết. Các yếu tố dùng để đánh giá, lựa chọn rào cản được xác định dựa trên các nghiên cứu đó. Từ đó, chọn lọc những rào cản và đưa vào quá trình phân tích. Tác giả bắt đầu với việc thu thập dữ liệu như sau:

- Cơ sở dữ liệu tìm kiếm: Google Scholar

- Thời điểm thu thập dữ liệu: 1/3/2024 đến 1/4/2024

- Giới hạn tìm kiếm: Để đảm bảo tính cập nhật, chúng tôi chỉ nhận kết quả tìm kiếm của những bài viết gần đây trong khoảng thời gian 2019 đến

thời điểm tìm kiếm là 4/2024.

Như vậy, nhóm nghiên cứu thu thập được 5 tác giả/nhóm tác giả thỏa mãn yêu cầu. Nhóm nghiên cứu tiến hành đọc những bài viết này. Từ 5 tài liệu trên, chúng tôi đã lọc và phân tích những rào cản mà những tài liệu trên đưa ra. Vì những bài báo được nghiên cứu ở những nước khác nhau cũng như hoàn cảnh là không giống nhau nên có một số rào cản đưa ra là không phù hợp với ngành Xây dựng của Việt Nam, chúng tôi tiến hành loại bỏ và nhóm những rào cản còn lại thành 13 nhóm trong bảng 1.

Bảng 1: Tổng hợp các rào cản khi áp dụng BIM

Số TT	Rào cản	Tác giả/nhóm tác giả				
		Aakash Mishra (2024) [1]	Miguel Pereira Lourenço (2024)[2]	Mansur Hamma-adama (2020)[3]	Hanane BOUH MOUD (2021) [4]	The Quan Nguyen (2020) [5]
1	Thiếu nhân lực được đào tạo, sử dụng BIM	x	x	x	x	x
2	Chi phí áp dụng cao	x	x	x	x	x
3	Khách hàng không có nhu cầu	x	x	x	x	
4	Ngại thay đổi, chưa thấy rõ lợi ích rõ ràng về BIM	x	x		x	x
5	Thiếu hạ tầng, phần cứng, phần mềm của các đơn vị có liên quan trong quá trình sử dụng BIM	x		x	x	
6	Công nghệ mới, sử dụng phần mềm khó khăn, phức tạp	x			x	
7	Công trình đơn lẻ, ít chuẩn hóa, khó sử dụng lại được		x		x	
8	Thiếu quy trình, quy chuẩn BIM	x	x	x	x	x
9	Thiếu cơ chế quản lý của Nhà nước	x	x	x		
10	Thiếu nhu cầu, khuyến khích sử dụng BIM		x	x		
11	Khó khăn trong việc quản lý thông tin trong quá trình thực hiện BIM	x			x	
12	Khó khăn trong việc đồng bộ, phối hợp BIM giữa các CĐT, NT, TVTK, TVGS,..		x	x		
13	Môi trường áp dụng BIM	x				x

Để khẳng định mức độ phù hợp của 13 rào cản trên bài báo tiến hành lập phiếu khảo sát, xác định cỡ mẫu khảo sát ($N \geq 5 \times$ số rào cản được khảo sát), lựa chọn đối tượng và chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng có kinh nghiệm quản lý dự án để khảo sát

xin ý kiến về mức độ phù hợp của các rào cản với 5 mức độ phù hợp:

1. Hoàn toàn không phù hợp
2. Có phù hợp nhưng không đáng kể
3. Tương đối phù hợp
4. Khá phù hợp
5. Hoàn toàn phù hợp

Bài báo đã thu thập được số liệu khảo sát và phân tích đánh giá từ các mẫu khảo sát của các chuyên gia, ta có bảng tổng hợp số liệu khảo sát từ 70 chuyên gia theo số liệu tương đối % như bảng 2.

Bảng 2: Bảng tổng hợp số liệu khảo sát theo số liệu tương đối

STT	Rào cản	Mức độ phù hợp/ Số lượng chuyên gia (%)					
		1	2	3	4	5	Tổng số chuyên gia
1	Thiếu nhân lực được đào tạo, sử dụng BIM	0%	0%	2,86%	7,14%	90%	100%
2	Chi phí áp dụng cao	0%	1,43%	2,85%	11,43%	84,29%	100%
3	Khách hàng không có nhu cầu	0%	0%	5,71%	85,71%	8,58%	100%
4	Ngại thay đổi, chưa thấy lợi ích rõ ràng về BIM	0%	1,43%	4,28%	82,86%	11,43%	100%
5	Thiếu hạ tầng, phần cứng, phần mềm của các đơn vị có liên quan trong quá trình sử dụng BIM	0%	0%	11,43%	82,86%	5,71%	100%
6	Công nghệ mới, sử dụng phần mềm khó khăn, phức tạp	0%	2,86%	5,71%	4,29%	87,14%	100%
7	Công trình đơn lẻ, ít chuẩn hóa, khó sử dụng lại được	0%	2,86%	8,57%	82,86%	5,71%	100%
8	Thiếu quy trình, quy chuẩn BIM	0%	0%	5,71%	7,14%	87,15%	100%
9	Thiếu cơ chế quản lý của Nhà nước	0%	0%	12,86%	81,43%	5,71%	100%
10	Thiếu nhu cầu, khuyến khích sử dụng BIM	1,42%	4,29%	1,43%	8,57%	84,29%	100%
11	Khó khăn trong việc quản lý thông tin trong quá trình sử dụng BIM	0%	0%	7,14%	82,86%	10%	100%
12	Khó khăn trong việc đồng bộ, phối hợp BIM giữa các CĐT, NT, TVTK, TVGS,...	1,43%	0%	8,57%	84,29%	5,71%	100%
13	Môi trường áp dụng BIM	0%	0%	0%	11,43%	88,57%	100%

Với kết quả khảo sát ở bảng 2 cho thấy mức phù hợp của các rào cản trên đều có mức 4 hoặc 5 trên 80%, cho thấy các rào cản này đều phù hợp.

Để đảm bảo độ tin cậy cao về mức độ phù hợp của các rào cản theo số liệu khảo sát, tác giả sử dụng phương pháp đánh giá số liệu thống kê theo thước đo Likert (bảng 3) với thang đo từ 1 đến 5 để kiểm định lại độ tin cậy của phương pháp thống kê (*chỉ tiêu nào có giá trị trung bình càng lớn thì mức độ phù hợp càng cao*), cụ thể là:

1 ÷ 1,49: Rất không đồng ý

1,5 ÷ 2,49: Không đồng ý

2,5 ÷ 3,49: Trung lập

3,5 ÷ 4,49: Đồng ý

4,5 ÷ 5: Rất đồng ý

Từ phương pháp thống kê theo phần trăm (%) kết hợp phương pháp thống kê theo thước đo Likert, ta có được 13 rào cản đều phù hợp và được sử dụng để phân tích, đánh giá mức độ ảnh hưởng đến thực hiện BIM tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam.

b. Thiết lập ma trận tương tác

Trong bước đầu tiên hướng

Bảng 3: Đánh giá số liệu thống kê theo thước đo Likert

Rào cản	Số mẫu khảo sát	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
1	70	3	5	4,871	0,411
2	70	2	5	4,786	0,558
3	70	3	5	4,029	0,377
4	70	2	5	4,042	0,461
5	70	3	5	3,943	0,410
6	70	2	5	4,757	0,685
7	70	2	5	3,914	0,499
8	70	3	5	4,814	0,515
9	70	3	5	3,929	0,425
10	70	1	5	4,7	0,817
11	70	3	5	4,029	0,413
12	70	1	5	3,929	0,516
13	70	4	5	4,886	0,318

tối việc tạo ra một ma trận, xem xét mối quan hệ theo ngữ cảnh cho mỗi biến, sự tồn tại của một mối quan hệ giữa bất kỳ hai rào cản (i và j) và hướng liên quan của mối quan hệ được đặt câu hỏi. Bốn biểu tượng sau đây được sử dụng để miêu tả hướng của mối quan hệ giữa các rào cản (i và j). Với 13 rào cản được đánh giá phù hợp ở

trên đều được sử dụng để thiết lập ma trận tương tác. Kết quả thiết lập ma trận tương tác của 13 rào cản được thể hiện ở bảng 4 với các ký hiệu như sau:

V: Rào cản i ảnh hưởng rào cản j;
 X: Rào cản i và j có tác động lẫn nhau;
 A: Rào cản j ảnh hưởng rào cản i;
 O: Rào cản i và j không liên quan.
 Kết quả được thể hiện như sau:

Bảng 4: Ma trận tương tác

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	X	X	O	V	O	V	O	A	A	O	A	V	V
2		X	X	O	V	O	O	O	O	V	V	V	O
3			X	V	V	A	O	O	A	A	A	O	V
4				X	O	O	O	A	O	A	V	V	V
5					X	A	A	X	A	A	O	V	V
6						X	V	O	O	O	V	V	O
7							X	A	A	O	O	V	V
8								X	O	V	V	V	X
9									X	V	V	V	X
10										X	O	O	V
11											X	O	O
12												X	O
13													X

c. Chuyển đổi sang ma trận nhị phân

Dữ liệu trong ma trận tương tác cấu trúc sẽ được chuyển thành mã nhị phân (bảng 5) như sau:

- Nếu giá trị (i,j) trong ma trận ban đầu là V thì giá trị (i,j) trong ma trận tiếp cận sẽ chuyển thành 1. Đồng

thời, giá trị (j,i) sẽ chuyển thành 0.

- Nếu giá trị (i,j) trong ma trận ban đầu là A thì giá trị (i,j) trong ma trận tiếp cận sẽ chuyển thành 0. Đồng thời, giá trị (j,i) sẽ chuyển thành 1.
- Nếu giá trị (i,j) trong ma trận ban đầu

là X thì cả 2 giá trị (i,j) và (j,i) trong ma trận tiếp cận đều chuyển thành 1.

- Nếu giá trị (i,j) trong ma trận ban đầu là O thì cả 2 giá trị (i,j) và (j,i) trong ma trận tiếp cận đều chuyển thành 0.

Bảng 5: Ma trận nhị phân

Tiêu chí	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
4	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
5	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
10	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
11	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
13	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1

Từ ma trận nhị phân trên, ta có ma trận tiếp cận cuối cùng (bảng 6).

Bảng 6: Ma trận tiếp cận cuối cùng

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	DrP
1	1	1	1*	0	1*	0	1*	1	1	1*	1	1*	1*	11
2	1	1	1	0	0	1*	0	1*	0	0	0	0	1*	6
3	1*	1	1	0	1*	1	0	1*	1	1	1	1*	1*	11
4	1	0	1	1	0	0	1*	1	1*	1	0	0	0	7
5	1*	1	1	1*	1	1	1	1	1	1	0	0	1*	11
6	1	1*	1*	1*	1*	1	1*	1*	0	0	0	1*	1*	10
7	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1*	5
8	1*	1*	1*	1*	1	1*	0	1	1	0	1*	1*	1	11
9	1*	0	1*	0	0	1*	0	0	1	0	1*	0	1	6
10	0	1	0	1*	1*	0	1*	1	1	1	0	1*	1*	9
11	0	1	0	1	1*	1	0	1	1	0	1	0	1*	8
12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	9
13	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1*	0	1	10
DP	10	9	9	8	9	9	8	12	11	6	6	6	11	

Chú thích: Dấu “*” thể hiện sự chuyển đổi giá trị 0 từ ma trận tiếp cận ban đầu sang giá trị 1 ở ma trận tiếp cận cuối cùng.

Ma trận tiếp cận cuối cùng được giải thích như sau: Ví dụ rào cản (1) ảnh hưởng đến rào cản (11), mặt khác rào cản (11) liên quan đến các rào cản: (2), (8), (9). Từ đó có thể suy ra rào cản (1) cũng sẽ liên quan đến các rào cản ấy. Khi đó, giá trị trong ô (1;2), (1;8), (1;9) sẽ chuyển từ 0 sang 1.

d. Xếp hạng

"Reachability" (R) và "antecedent" (A) là tập hợp phần tử rào cản có được. "Reachability" là bản thân phần tử và tập hợp phần tử khác mà nó

có thể giúp để đạt được, trong khi "antecedent" bao gồm phần tử và phần tử khác, có thể giúp đạt được nó. "Intersection" là giao giữa 2 tập hợp R & A. Rào cản cấp cao nhất của bảng

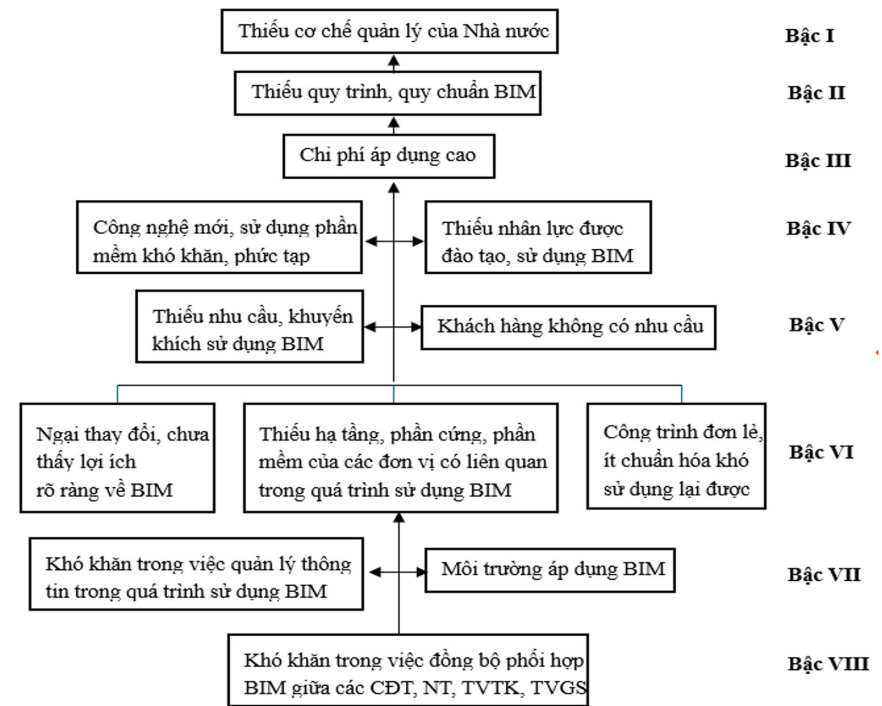
sẽ không giúp đạt được bất kỳ yếu tố nào khác ở cấp độ trên nó. Khi yếu tố cấp cao nhất được tìm thấy, bên dưới là các yếu tố giúp nó đạt được. Quá trình là lặp đi lặp lại (bảng 7).

Bảng 7: Mức độ của rào cản

STT	Reachability	Antecedent	Intersection	Level
1	1,2,8,9,11	1,2,4,6,12,13	1,2	IV
2	1,2,3	1,2,3,5,10,11,12	1,2,3	III
3	2,3,6,9,10,11	2,3,4,5,13	2,3	V
4	1,3,4,8,10	4,11,12,13	4	VI
5	2,3,5,6,7,8,9,10	5,8,12,13	5,8	VI
6	1,6	3,5,6,7,11,12	6	IV
7	6,7,8,9	5,7,12,13	7	VI
8	5,8,9,13	1,4,5,7,8,9,10,11,12,13	5,8,9,13	II
9	9,13	1,3,5,7,8,9,10,11,12,13	9,13	I
10	2,8,9,10	3,4,5,10,13	10	V
11	2,4,6,8,9,11	1,3,11	11	VII
12	1,2,4,5,6,7,8,9,12	12	12	VIII
13	1,3,4,5,7,8,9,10,13	8,9,13	8,9,13	VII

Từ ma trận tiếp cận cuối cùng, sơ đồ phân cấp được thành lập với sự xem xét mối quan hệ từ Bảng 5, một sơ đồ thể hiện mối quan hệ theo cấp bậc được hình thành với đầy đủ mối quan hệ giữa các rào cản, hỗ trợ cho quá trình đánh giá mức độ quan trọng của các rào cản ở giai đoạn tiếp theo, được hiển thị ở Hình 1.

Dựa vào Hình 1 có thể thấy thiếu cơ chế quản lý của Nhà nước sẽ dẫn đến thiếu quy trình, quy chuẩn BIM qua đó sẽ kéo theo chi phí bị tăng lên. Khi đó sẽ dẫn đến thiếu nhân lực được đào tạo, sử dụng BIM cũng như công nghệ mới, sử dụng phần mềm khó khăn, phức tạp từ việc bị đội chi phí. Sự thiếu như cầu, khuyến khích sử dụng BIM và khách hàng không có nhu cầu bên cạnh việc dẫn đến thiếu hạ tầng, phần cứng, phần mềm của các đơn vị có liên quan trong quá trình sử dụng BIM kết hợp với sự ngại thay đổi, chưa thấy lợi ích rõ ràng về BIM của các doanh nghiệp, chủ đầu tư và những công trình đơn lẻ, ít chuẩn hóa khó sử dụng lại được; thì tạo nên một môi trường áp dụng BIM không tốt; khó khăn trong việc quản lý thông tin trong quá trình sử dụng BIM. Khó khăn trong việc đồng bộ phối hợp BIM giữa các CĐT, NT, TVTK, TVGS,... là rào cản nền tảng của việc thực hiện BIM tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng.



Hình 1: Sơ đồ thể hiện mối quan hệ giữa các rào cản

3. Phân tích Micmac

Phân tích MICMAC giúp phân tích và phân loại các rào cản và sự phụ thuộc. Về vấn đề này, các rào cản được phân thành bốn cụm khác nhau:

Nhóm 1: Chứa các rào cản yếu – thường không liên quan đến các rào cản khác.

Nhóm 2: Rào cản bị phụ thuộc. Khó có khả năng là nguyên nhân dẫn

đến các rào cản khác.

Nhóm 3: Rào cản phụ thuộc và cũng có sức mạnh là nguyên nhân dẫn đến rào cản khác. Bất kỳ tác động lên rào cản thuộc nhóm này đều gây ra tác động đến rào cản khác và phản ứng lại chính nó.

Nhóm 4: Rào cản thuộc nhóm này độc lập hay ít phụ thuộc, là nguyên nhân dẫn đến các rào cản khác.

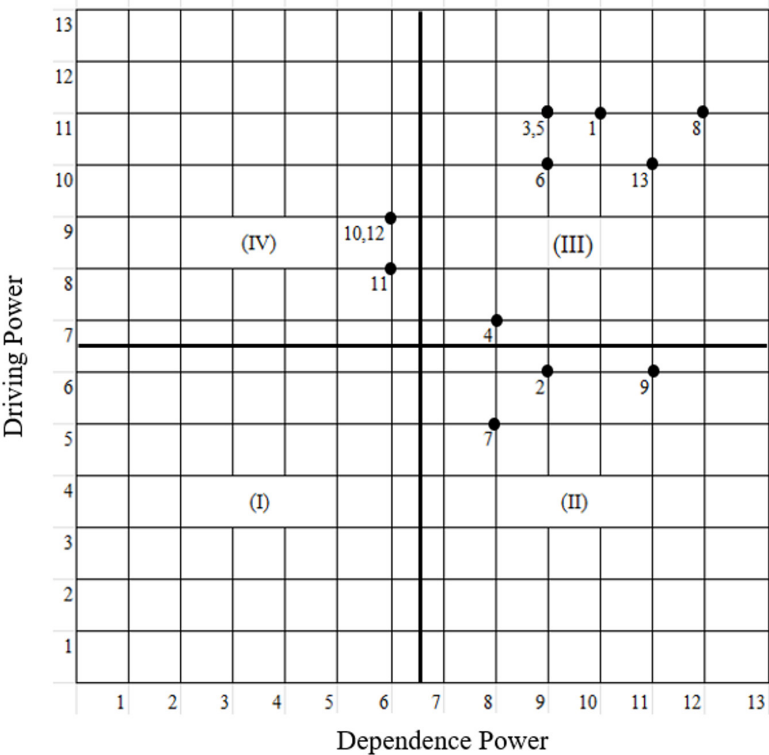
Dựa vào ma trận tiếp cận cuối cùng (Bảng 6) để tính các giá trị DrP và DP, từ đó định vị tiêu chí trên đồ thị.

Kết quả thể hiện ở Hình 1 nói lên rằng:

Nhóm 1: không có rào cản nào
Nhóm 2: gồm những rào cản thiếu nhu cầu, khuyến khích sử dụng BIM; có khó khăn trong việc quản lý thông tin trong quá trình sử dụng BIM cũng như khó khăn trong việc đồng bộ phối hợp BIM giữa các CĐT, NT, TVTK, TVGS,... là 3 rào cản bị phụ thuộc bởi những rào cản khác. Những rào cản này thuộc vùng phụ thuộc có DrP thấp, tuy nhiên DP rất cao và là những rào cản cần được quan tâm trong quá trình thực hiện BIM tại các ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam.

Nhóm 3: những rào cản nằm trong vùng liên kết gồm thiếu nhân lực được đào tạo, sử dụng BIM; khách hàng không có nhu cầu; ngại thay đổi, chưa thấy lợi ích rõ ràng về BIM; thiếu hạ tầng, phần cứng, phần mềm của các đơn vị có liên quan trong quá trình sử dụng BIM; công nghệ mới, sử dụng phần mềm khó khăn, phức tạp; thiếu quy trình, quy chuẩn BIM và môi trường áp dụng BIM có thể ảnh hưởng đến các rào cản còn lại; là những rào cản mang tính chất trung gian, là cầu nối giữa những rào cản thuộc nhóm 2 và nhóm 4. Các rào cản thuộc nhóm này có DrP và DP đều cao, do đó cần phải được xem xét cẩn thận.

Nhóm 4: nằm trong vùng độc lập có DrP cao và DP thấp bao gồm chi phí áp dụng cao; công trình đơn lẻ, ít chuẩn hóa, khó sử dụng lại được và



Hình 2: Phân bố các rào cản theo nhóm

thiếu cơ chế quản lý của Nhà nước là nguyên nhân dẫn đến những rào cản còn lại. Khẳng định rằng 3 rào cản này là những rào cản quan trọng nhất trong việc thực hiện BIM tại các ban quản lý dự án đầu tư xây dựng ở Việt Nam.

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp mô hình hóa cấu trúc ISM để xây dựng mối quan hệ, xếp hạng và phân loại các rào cản trong việc thực hiện BIM tại các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng tại Việt Nam. Nghiên cứu

này giúp các Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng tại Việt Nam nhận thức rõ những khó khăn và thách thức từ đó tìm ra những giải pháp nhằm cải thiện và áp dụng BIM một cách hiệu quả hơn. Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng như một nguồn tham khảo, làm cơ sở cho các nghiên cứu và tài liệu giảng dạy trong tương lai. Ngoài ra, điều này có thể tạo ra một thể hệ nguồn nhân lực có kiến thức và kỹ năng phù hợp với xu hướng phát triển bền vững của ngành công nghiệp xây dựng hiện nay.

Tài liệu tham khảo

[1] A. Mishra, A. Hasan, and K. N. Jha, "A Holistic Evaluation of BIM Implementation Barriers in the Indian Construction Industry: Pre- and Post-Adoption Perspectives," *Int J Constr Educ Res*, vol. 20, no. 3, pp. 358–380, 2024, doi: 10.1080/15578771.2024.2320108.

[2] M. Pereira Lourenço, A. Arantes, and A. Aguiar Costa, "Barriers to the Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Late-Adopting Countries in the European Union: The Case of Portugal," 2024, doi: 10.20944/preprints202403.1301.v1.

[3] M. Hama-adama, T. Kouider, and H. Salman, "HAMMA-ADAMA Analysis of barriers and drivers for BIM adoption. Analysis of Barriers and Drivers for BIM Adoption," *International journal of BIM and engineering science*, vol. 3, no. 1, pp. 18–41, [Online]. Available: http://bimarabia.com/IJBES/2020/06/30/ijbes_volume_3_issue_1_2020/.

[4] "View of Building Information Modeling (BIM) Framework, Potential and Challenges." Accessed: Aug. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.innove.org/ijist/index.php/ijist/article/view/173/148>.

[5] T. Q. Nguyen and D. P. Nguyen, "Barriers in bim adoption and the legal considerations in Vietnam," *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 12, no. 1, pp. 283–295, 2021, doi: 10.30880/ijscet.2021.12.01.027.

VAI TRÒ CỦA TƯ VẤN BIM TRONG DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG

THS. NGUYỄN DANH THẮNG

Tổng Giám đốc Công ty Cổ phần Xây dựng D-BIM

(Ngày nhận bài: 02/10/2024, ngày sửa bài: 09/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM) đang trở nên phổ biến trong các dự án đầu tư xây dựng tại Việt Nam. BIM không chỉ đơn thuần là công cụ tạo mô hình 3D cho công trình xây dựng mà còn là một giải pháp công nghệ tích hợp, chứa đựng thông tin đa chiều về mọi yếu tố của dự án từ giai đoạn thiết kế, thi công đến quản lý vận hành. Mặc dù BIM đã dần được nhận thức sâu sắc hơn trong ngành xây dựng, nhiều chủ đầu tư, đơn vị tư vấn vẫn giới hạn tầm nhìn về BIM chỉ ở khía cạnh dựng hình 3D. Sự phổ biến của BIM đã thúc đẩy sự ra đời của các dịch vụ chuyên biệt như tư vấn BIM, xây dựng mô hình BIM, diễn họa BIM... Tuy nhiên, vai trò của đơn vị tư vấn BIM không chỉ dừng lại ở việc hỗ trợ tạo lập mô hình 3D, mà còn bao hàm việc xây dựng quy trình, quản lý thông tin và đảm bảo chất lượng dự án. Bài viết này sẽ làm rõ vai trò của đơn vị tư vấn BIM trong việc thiết lập các quy trình tối ưu, quản lý thông tin dự án hiệu quả và chia sẻ kinh nghiệm thực tiễn từ Công ty Cổ phần Xây dựng DBIM trong công tác tư vấn BIM cho các dự án xây dựng lớn tại Việt Nam.

Từ khóa: Mô hình thông tin công trình, BIM, tư vấn BIM, quản lý thông tin, chất lượng thiết kế, CDE, dự án xây dựng.

Abstract: Building Information Modeling (BIM) is becoming increasingly popular in construction investment projects in Vietnam. BIM is not merely a tool for creating 3D models of construction projects but an integrated technological solution that encompasses multi-dimensional information about all aspects of a project, from design and construction to operational management. Although BIM has gradually gained a deeper recognition in the construction industry, many investors and consulting firms still view BIM primarily in terms of 3D modeling. The widespread adoption of BIM has spurred the emergence of specialized services such as BIM consulting, BIM modeling, and BIM visualization. However, the role of BIM consultancy extends beyond supporting 3D model creation; it also involves establishing workflows, managing project information, and ensuring project quality. This article clarifies the role of BIM consulting firms in optimizing processes and managing project information effectively, and shares practical experiences from DBIM Construction Joint Stock Company in providing BIM consultancy for major construction projects in Vietnam.

Keywords: Building Information Modeling, BIM, BIM Consulting, Information Management, Design Quality, CDE, Construction Projects.

Giới thiệu

Mô hình thông tin công trình (BIM) là một công nghệ tiên tiến đã và đang thay đổi cách thức thực hiện các dự án xây dựng. Tại Việt Nam, BIM được hiểu rộng rãi như một công cụ hỗ trợ thiết kế hình ảnh 3D, nhưng thực tế BIM còn là công cụ mạnh mẽ giúp quản lý thông tin xuyên suốt vòng đời công trình. Với khả năng tích hợp và đồng bộ thông tin từ nhiều nguồn khác nhau, BIM tạo điều kiện cho sự hợp tác hiệu quả giữa các bên liên quan trong một dự án, từ giai đoạn thiết kế đến thi công và quản lý vận hành.

Dù BIM đã được áp dụng tại một số dự án lớn, nhiều chủ đầu tư và đơn vị xây dựng vẫn chưa hoàn toàn hiểu rõ về tiềm năng của BIM trong việc tối ưu

hóa quy trình quản lý, kiểm soát chất lượng và giảm thiểu rủi ro. Thông qua BIM, các bên có thể dễ dàng phát hiện và giải quyết xung đột trong thiết kế, quản lý khối lượng và chi phí hiệu quả hơn và tăng tính minh bạch trong quá trình triển khai.

Ngoài ra, BIM còn giúp thúc đẩy sự chuyển đổi số trong ngành xây dựng, tạo ra một nền tảng cơ sở dữ liệu tập trung cho phép truy cập và cập nhật thông tin theo thời gian thực. Điều này không chỉ giúp nâng cao hiệu suất làm việc mà còn giúp quản lý tài sản công trình một cách bền vững và hiệu quả hơn sau khi công trình hoàn thành.

Bài báo này sẽ phân tích vai trò của BIM trong việc cải thiện các quy trình quản lý dự án, làm rõ vai trò của đơn vị

tư vấn BIM trong thiết lập và triển khai BIM, cũng như chia sẻ kinh nghiệm thực tiễn của Công ty Cổ phần Xây dựng DBIM trong một số dự án tại Việt Nam.

Đơn vị tư vấn BIM

Đơn vị Tư vấn BIM có thể được hiểu là đơn vị hỗ trợ chủ đầu tư hoặc các bên tham gia trong dự án về phương pháp và chiến lược triển khai BIM nhằm đảm bảo việc xây dựng, quản lý và khai thác thông tin từ mô hình BIM một cách hiệu quả. Tùy thuộc vào mục tiêu và nhu cầu khai thác thông tin của từng dự án, đơn vị tư vấn BIM có thể đóng vai trò là đơn vị trực tiếp tạo lập và xây dựng mô hình BIM hoặc là đơn vị quản lý, điều phối thông tin, hỗ trợ việc trao đổi dữ liệu và giải quyết

xung đột thông tin giữa các bên liên quan. Vai trò này giúp tối ưu hóa quy trình làm việc, đảm bảo chất lượng thông tin và góp phần nâng cao hiệu quả quản lý dự án trong suốt vòng đời của công trình.

Vai trò của đơn vị tư vấn BIM
1. Tư vấn chủ đầu tư về trình tự, mục tiêu, nội dung áp dụng BIM

Tại Việt Nam, phần lớn các chủ đầu tư vẫn ở giai đoạn đầu của việc áp dụng BIM và chưa có các hồ sơ cơ bản như Hồ sơ Yêu cầu Thông tin Tổ chức (OIR) và Hồ sơ Yêu cầu Thông tin Dự án (PIR). Điều này gây ra khó khăn khi xây dựng Hồ sơ Yêu cầu Trao đổi Thông tin Dự án (EIR), yếu tố cần thiết để triển khai BIM hiệu quả. Đơn vị tư vấn BIM đóng vai trò quan trọng trong việc hướng dẫn chủ đầu tư về trình tự triển khai BIM, phân tích mục tiêu và lựa chọn nội dung áp dụng BIM phù hợp cho dự án, hỗ trợ thiết lập hồ sơ EIR cho dự án từ giai đoạn lên kế hoạch đến thiết kế, thi công và vận hành. Ngoài ra, tư vấn BIM còn giúp chủ đầu tư mở rộng ứng dụng BIM lên các cấp độ cao hơn như 4D (quản lý thời gian), 5D (quản lý chi phí) ...7D (Quản lý vận hành). Điều này tạo ra một mô hình BIM toàn diện, đáp ứng đầy đủ nhu cầu quản lý thông tin xuyên suốt vòng đời dự án từ khâu lập kế hoạch đến giai đoạn vận hành, giúp chủ đầu tư tận dụng tối đa giá trị của BIM trong dự án đầu tư xây dựng.

Dưới đây là một ví dụ về quá trình phân tích, xác định nội dung áp dụng BIM cho dự án (Bảng 1).

2. Quản lý thông tin dự án

Vai trò Quản lý thông tin dự án của đơn vị tư vấn BIM là yếu tố then chốt giúp triển khai BIM hiệu quả và tối ưu hoá việc khai thác dữ liệu trong dự án. Vai trò này bao gồm:

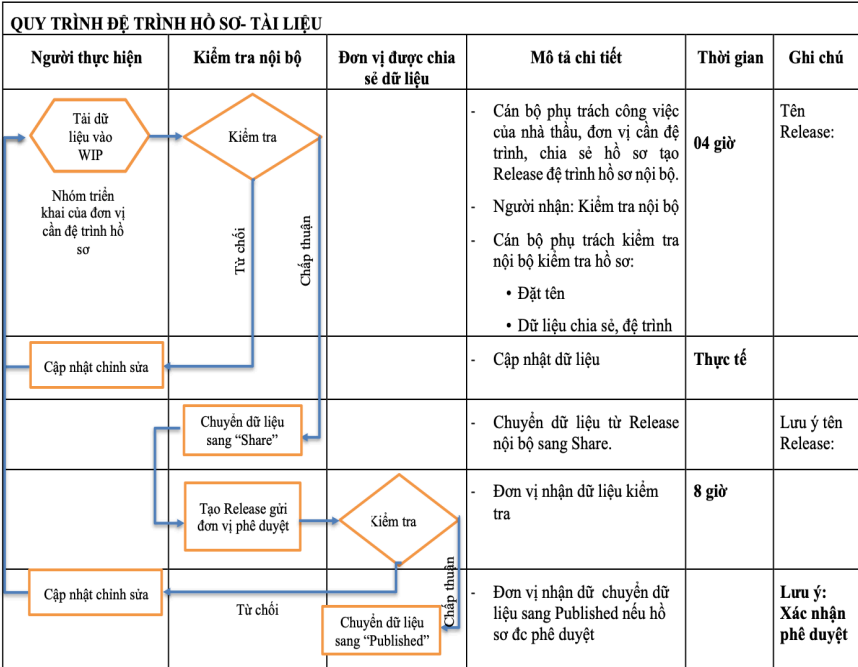
a. Thiết lập quy trình quản lý thông tin và dữ liệu dự án

Đơn vị tư vấn BIM phải xây dựng một quy trình quản lý dữ liệu chặt chẽ và minh bạch, giúp đảm bảo sự liên tục của thông tin xuyên suốt các giai đoạn dự án. Quy trình này quy định rõ ràng về luồng thông tin, tần suất cập nhật, định dạng dữ liệu và phương pháp lưu trữ, giúp mọi bên tham gia có thể truy cập và sử dụng thông tin dễ dàng.

b. Thiết lập môi trường trao đổi dữ liệu chung (CDE)

STT	Ứng dụng BIM	Giá trị mang lại cho dự án	Đơn vị tham gia		Khả năng triển khai			Yêu cầu để đảm bảo thực hiện	Ghi chú
			Giá trị mang lại		Thang điểm 1-3 (1= thấp)				
		Cao/ TB/ Thấp	Trách nhiệm	Cao/ TB/ Thấp	Nguồn lực	Năng lực	Kinh nghiệm		
1	Thiết kế dựa trên nền tảng BIM	Cao	Đơn vị A	Cao	2	2	2		
			Đơn vị B	Cao	2	2	2		
2	Đánh giá thiết kế	Cao	Đơn vị A	Cao	2	2	1	Quản lý thiết kế cần bổ sung đào tạo về công tác kiểm tra đánh giá mô hình BIM - Trimble connect - Navisworks	Đội ngũ quản lý của TVTK
			Đơn vị B	Cao	3	3	3	Ban QLDA cần bổ sung đào tạo về công tác kiểm tra đánh giá mô hình BIM - Trimble connect	
			Đơn vị C	Cao	?	?	?	?	
3	Phối hợp 3D	Cao	Đơn vị A	Cao	2	2	1	Quản lý thiết kế cần bổ sung đào tạo về công tác kiểm tra đánh giá mô hình BIM - Navisworks	Đội ngũ quản lý BIM
			Đơn vị B	Cao	3	3	3		
			Đơn vị C	Cao	?	?	?	?	

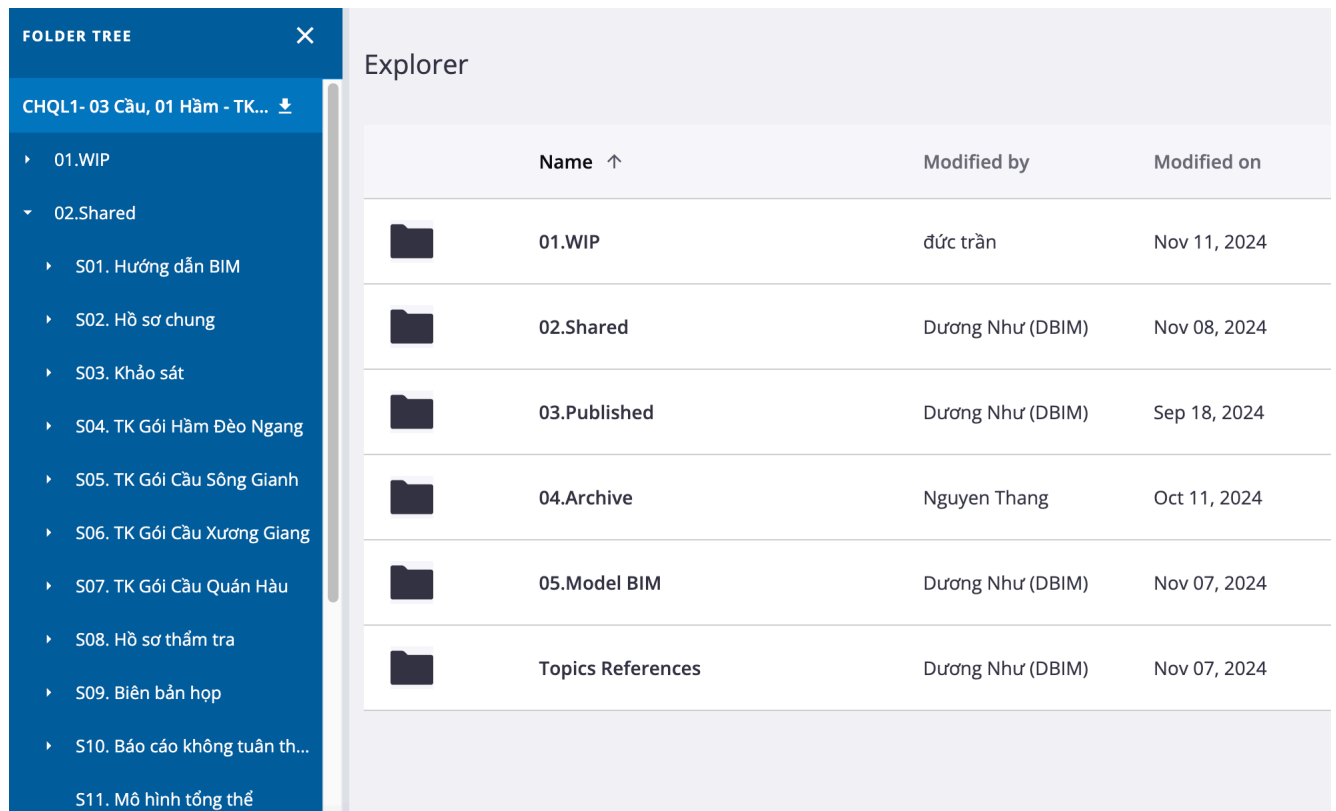
Bảng 1. Ví dụ về bảng phân tích lựa chọn nội dung ứng dụng BIM do Tư vấn BIM lập



Hình 1: Quy trình trao đổi dữ liệu BIM (minh họa)

Để đảm bảo tính nhất quán và dễ truy xuất của dữ liệu, đơn vị tư vấn BIM cần triển khai môi trường trao đổi dữ liệu chung (CDE) làm nền tảng trung tâm để quản lý và lưu trữ dữ liệu dự án.

CDE cho phép tất cả các bên tham gia dự án truy cập vào một hệ thống duy nhất để xem xét, chia sẻ và cập nhật thông tin theo thời gian thực, giảm thiểu rủi ro về sai sót và trùng lặp dữ liệu.



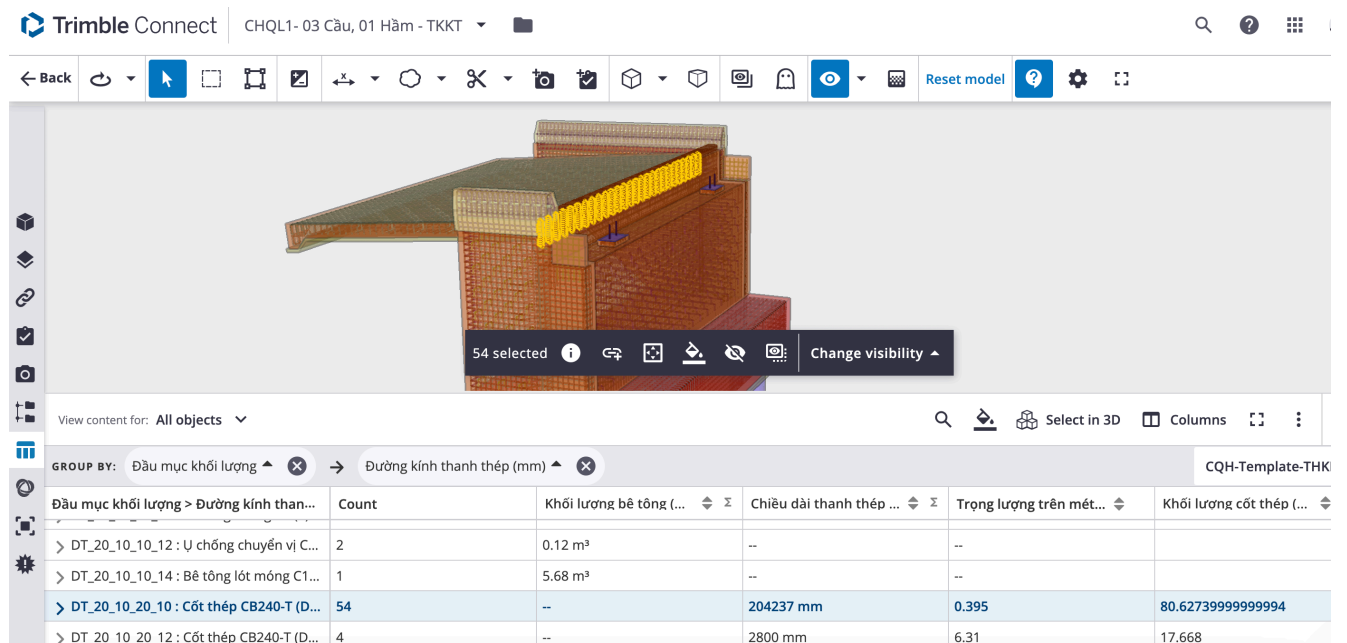
Hình 2: Minh họa việc thiết lập cấu trúc một nền tảng trao đổi dữ liệu chung

c. Xây dựng bộ tiêu chuẩn và yêu cầu kỹ thuật cho thông tin

Để duy trì chất lượng và tính đồng nhất của dữ liệu, tư vấn BIM thiết lập các tiêu

chuẩn kỹ thuật cho việc quản lý và chia sẻ thông tin. Các tiêu chuẩn này bao gồm quy định về mức độ chi tiết của mô hình (LOD), định dạng tập tin, hệ tọa độ, hệ

thống phân loại, màu sắc, các quy tắc đặt tên... Điều này giúp đảm bảo rằng thông tin được cung cấp đúng mục tiêu và giai đoạn dự án.



Hình 3: Mô hình BIM được xây dựng theo các yêu cầu của đơn vị tư vấn,

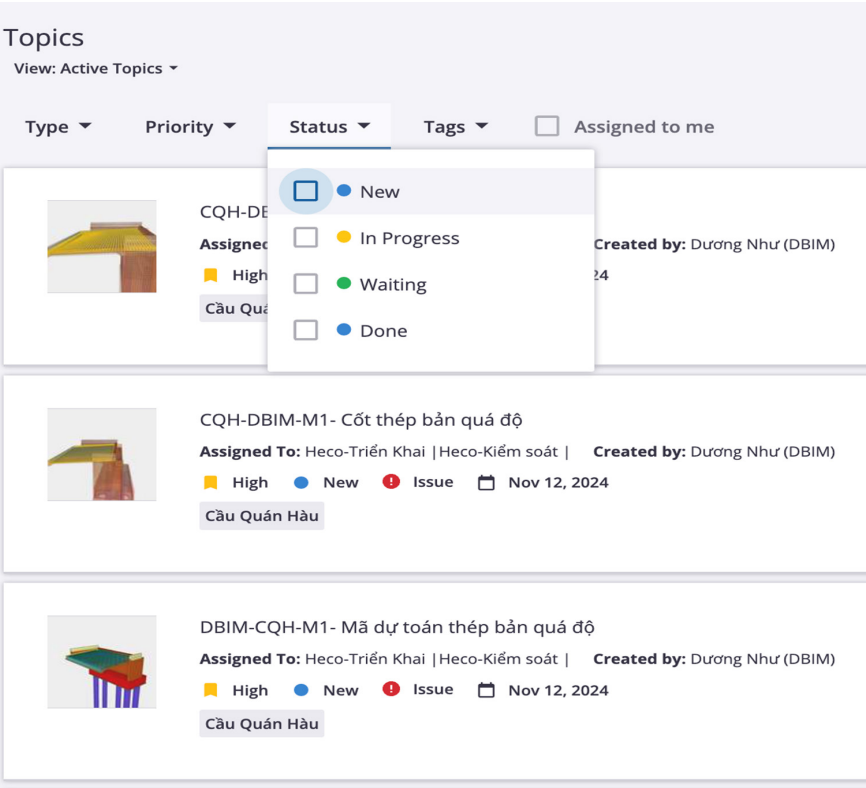
hỗ trợ công tác kiểm tra thông tin, trích xuất khối lượng từ mô hình một cách nhanh chóng

d. Điều phối thông tin giữa các bộ môn thiết kế và các bên liên quan

Quản lý thông tin xuyên suốt dự án
đòi hỏi sự điều phối chặt chẽ giữa các
bộ môn thiết kế và các bên tham gia

dự án. Tư vấn BIM đóng vai trò là đầu mối điều phối, đảm bảo rằng tất cả các thông tin từ các bộ môn như kiến trúc, kết cấu, điện nước... được đồng bộ, không bị xung đột và dễ dàng truy xuất.

Vai trò điều phối này giúp phát hiện và giải quyết các xung đột sớm, từ đó giảm thiểu thời gian và chi phí phát sinh trong quá trình thi công.



Hình 4. Các xung đột, sai sót được đơn vị tư vấn BIM phát hiện sớm và sớm đưa ra phương thức giải quyết

e. Đảm bảo tính chính xác và cập nhật của dữ liệu qua từng giai đoạn

Đơn vị tư vấn BIM đảm bảo rằng dữ liệu được cập nhật liên tục theo từng giai đoạn của dự án – từ thiết kế, thi công đến vận hành. Điều này giúp chủ đầu tư và các bên liên quan có cái nhìn chính xác về tình hình dự án, đồng thời tạo nền tảng cho việc quản lý và bảo trì sau khi hoàn thành.

f. Xác định hiệu quả việc áp dụng BIM và báo cáo định kỳ

Đơn vị tư vấn BIM cũng thiết lập các yêu cầu đo lường hiệu quả quản lý thông tin của dự án, từ đó có các báo cáo định kỳ giúp chủ đầu tư theo dõi và đánh giá tiến độ, chất lượng thông tin và các yếu tố kỹ thuật liên quan. Các báo cáo này là công cụ hữu ích cho các cuộc họp và ra quyết định, đảm bảo dự án được thực hiện đúng tiến độ và đạt mục tiêu.

Như vậy, vai trò Quản lý thông tin của đơn vị tư vấn BIM không chỉ dừng lại ở việc thu thập và lưu trữ dữ liệu, mà còn bao gồm các hoạt động đảm bảo sự liên tục, chính xác, và dễ truy xuất của thông tin, từ đó hỗ trợ mọi quyết định trong quá trình thực hiện và vận hành dự án.

3. Triển khai xây dựng mô hình BIM hoặc đảm bảo chất lượng mô hình BIM

Đơn vị tư vấn BIM đóng vai trò quan

trọng trong việc đảm bảo chất lượng và tính toàn vẹn của mô hình BIM, bao gồm cả việc kiểm tra, giám sát các tiêu chuẩn kỹ thuật và mức độ chi tiết được thực hiện đúng theo kế hoạch triển khai BIM đã đề ra. Tư vấn BIM chịu trách nhiệm quản lý, giám sát mô hình ở từng giai đoạn của dự án để đảm bảo rằng thông tin được tích hợp đầy đủ, chính xác và tuân thủ các yêu cầu về thông tin của chủ đầu tư. Quy trình này bao gồm kiểm tra tính nhất quán của các bộ môn thiết kế, đảm bảo mô hình không gặp lỗi xung đột, và tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật từ OIR, PIR và EIR đã được thiết lập từ trước. Nhờ vậy, đơn vị tư vấn BIM đóng vai trò như một «cơ quan kiểm soát chất lượng» giúp duy trì và nâng cao giá trị thông tin của mô hình.

Trong một số trường hợp, đơn vị tư vấn BIM có thể đóng vai trò trực tiếp xây dựng mô hình. Điều này thường xảy ra khi các nhà thầu thiết kế chưa đủ năng lực BIM hoặc không có đội ngũ chuyên trách về BIM. Việc đơn vị tư vấn BIM trực tiếp xây dựng mô hình có thể giúp tăng tốc quá trình mô hình hóa và đảm bảo rằng mô hình khởi đầu được thiết lập chuẩn xác theo đúng yêu cầu dự án. Tuy nhiên, phương thức này cũng đi kèm một số

nhược điểm đáng lưu ý:

Xung đột lợi ích và trách nhiệm: Khi đơn vị tư vấn BIM vừa đảm nhiệm vai trò xây dựng mô hình vừa giám sát và kiểm tra chất lượng mô hình, có thể xuất hiện tình huống xung đột lợi ích. Việc tự kiểm tra mô hình của chính mình có thể dẫn đến việc bỏ sót lỗi hoặc thiếu khách quan trong đánh giá chất lượng mô hình.

Mất tính khách quan trong kiểm soát chất lượng: Vai trò chính của tư vấn BIM là cung cấp đánh giá khách quan, đóng vai trò trung gian giữa các bên liên quan và đảm bảo rằng các thông số kỹ thuật được tuân thủ nghiêm ngặt. Khi tư vấn BIM tự xây dựng mô hình, tính khách quan này có thể bị ảnh hưởng, dẫn đến việc quản lý chất lượng thiếu tính chính xác và độ tin cậy.

Thiếu khả năng linh hoạt trong phối hợp: Một trong những lợi thế lớn của tư vấn BIM là khả năng điều phối thông tin giữa các bên một cách linh hoạt. Khi đơn vị tư vấn BIM phải đảm trách mô hình hóa, khả năng phối hợp giữa các bên có thể bị ảnh hưởng, vì lúc này đơn vị tư vấn không thể tập trung vào việc tối ưu hóa quy trình trao đổi và quản lý thông tin giữa các bên tham gia.

Nhìn chung, trong khi việc đơn vị tư vấn BIM trực tiếp xây dựng mô hình có thể giúp dự án tránh những khó khăn về năng lực BIM của các bên khác, nhược điểm của phương thức này có thể ảnh hưởng đến vai trò kiểm soát chất lượng và điều phối của đơn vị tư vấn BIM trong dài hạn.

Đơn vị Tư vấn BIM theo tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650

Nhiệm vụ của Tư vấn BIM là một trong các nhiệm vụ của “Lead Appointed Party” theo tiêu chuẩn ISO 19650. Đây là thực thể chịu trách nhiệm điều phối thông tin giữa các bên liên quan và chủ đầu tư, nhằm đảm bảo việc triển khai BIM diễn ra suôn sẻ, đúng tiến độ và đạt chất lượng. Quyết định 348/BXD củng cố vai trò này bằng cách yêu cầu tất cả các bên tham gia dự án phải tuân thủ các quy trình và tiêu chuẩn về quản lý thông tin. Tư vấn BIM không chỉ là đơn vị cung cấp dịch vụ kỹ thuật mà còn là cầu nối giữa chủ đầu tư, nhà thầu và các bên tham gia khác để

đảm bảo thông tin được quản lý và chia sẻ hiệu quả.

Cách tính chi phí cho đơn vị tư vấn BIM

Chi phí áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) được quy định tại mục 1 Phần I Phụ lục số VIII ban hành kèm Thông tư số 12/2021/TT-BXD và được bổ sung theo Thông tư 09/2024/TT-BXD bổ sung định mức chi phí quản lý dự án đầu tư xây dựng áp dụng từ ngày 15/10/2024.

Thông tư 09/2024/TT-BXD bổ sung các nội dung về xác định chi phí quản lý dự án với trường hợp áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM), chi tiết như sau:

Trường hợp dự án, công trình, gói thầu có yêu cầu áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong quá trình quản lý dự án, tư vấn đầu tư xây dựng, thi công xây dựng thì chi phí áp dụng BIM xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 50% tổng chi phí thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở được tính tương ứng cho dự án, công trình, gói thầu xác định theo hướng dẫn tại Thông tư này. Trong đó, chi phí bổ sung áp dụng BIM của một số công việc tư vấn như sau:

- + Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi lập báo cáo nghiên cứu khả thi xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 15% chi phí lập báo cáo nghiên cứu khả thi;

- + Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 15% chi phí lập báo cáo kinh tế - kỹ thuật;

- + Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi thiết kế FEED được xác định bằng dự toán chi phí nhưng không vượt quá 15% chi phí thiết kế FEED;

- + Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở của công trình có yêu cầu thiết kế 3 bước được xác định bằng dự toán chi phí cho bước thiết kế kỹ thuật và thiết kế bản vẽ thi công nhưng không vượt quá 20% tổng chi phí thiết kế kỹ thuật và chi phí thiết kế bản vẽ thi công của công trình có yêu cầu thiết kế 3 bước xác định theo hướng dẫn tại Thông tư này:

- + Chi phí bổ sung áp dụng BIM khi thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở của công trình có yêu cầu thiết kế 2 bước được xác định bằng dự toán nhưng không vượt quá 20% chi phí thiết kế bản vẽ thi công của công trình có yêu cầu thiết kế 2 bước xác định theo hướng dẫn tại Thông tư này.

Trường hợp phải điều chỉnh thiết kế, thì chi phí áp dụng BIM điều chỉnh xác định theo dự toán nhưng không vượt quá 20% chi phí thiết kế phần điều chỉnh.

Như vậy, hiện nay theo Thông tư 09/2024/TT-BXD đã bổ sung chi phí áp dụng BIM cho các giai đoạn thiết kế xây dựng. Đối với các công tác áp dụng BIM khác chưa có các quy định cụ thể nhưng cần đảm bảo không vượt quá 50% chi phí thiết kế xây dựng sau thiết kế cơ sở trừ đi chi phí áp dụng BIM trong giai đoạn thiết kế.

Theo kinh nghiệm triển khai của DBIM tại một số các dự án áp dụng BIM. Tùy theo phạm vi công việc của đơn vị tư vấn BIM. Chi phí tư vấn áp

dụng BIM được tính khoảng 15%-20% chi phí thiết kế xây dựng sau thiết kế cơ sở.

Kết luận

Trong bối cảnh phát triển và ứng dụng công nghệ thông tin trong xây dựng, vai trò của đơn vị tư vấn BIM sẽ trở thành yếu tố quan trọng đối với sự thành công của các dự án xây dựng hiện đại. Không chỉ đơn thuần là đơn vị kỹ thuật, tư vấn BIM đóng vai trò cầu nối giữa chủ đầu tư và các bên tham gia, đồng thời đảm nhận vai trò điều phối và quản lý thông tin xuyên suốt vòng đời của dự án. Nhờ khả năng thiết lập các tiêu chuẩn và quy trình quản lý dữ liệu, tư vấn BIM đảm bảo rằng các thông tin trên mô hình BIM được đồng bộ, chính xác và sẵn sàng phục vụ cho mọi giai đoạn từ thiết kế đến thi công và vận hành. Điều này không chỉ giúp tăng cường hiệu quả quản lý dự án mà còn mang lại lợi ích to lớn về tiết kiệm chi phí, kiểm soát chất lượng, và cải thiện tiến độ thi công.

Những dự án có đơn vị tư vấn BIM tham gia được đánh giá có hiệu quả cao hơn, nhờ vào khả năng điều phối hiệu quả, giảm thiểu xung đột trong thiết kế, và tối ưu hóa quy trình thông tin. Trong tương lai, vai trò của tư vấn BIM sẽ ngày càng quan trọng khi Việt Nam tiếp tục thúc đẩy áp dụng công nghệ BIM trên diện rộng, nhằm hiện thực hóa mục tiêu chuyển đổi số ngành xây dựng, nâng cao năng lực quản lý và chất lượng công trình.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 của Bộ Xây dựng về việc công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM).
- [2]. Thông tư số 12/2021/TT-BXD ngày 31/8/2021 của Bộ Xây dựng về việc Ban hành định mức Xây dựng.
- [3]. Thông tư số 09/2024/TT-BXD ngày 30/8/2024 của Bộ Xây dựng về việc sửa đổi, bổ sung một số định mức xây dựng ban hành tại Thông tư số 12/2021/TT-BXD ngày 31/8/2021 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng.
- [4]. International Organization for Standard (2018), ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles.
- [5]. International Organization for Standard (2018), ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 2: Delivery phase of the assets.

MÔI TRƯỜNG DỮ LIỆU CHUNG (CDE): NỀN TẢNG SỐ HÓA TOÀN DIỆN CHO QUẢN LÝ VÀ TRAΟ ĐỔI THÔNG TIN TRONG DỰ ÁN XÂY DỰNG

CHÂU TUẤN HẢI, NGUYỄN VĂN NGUYÊN, VŨ HOÀNG NGHỊ

Trung tâm chuyển đổi số - OneCAD Viet Nam

(Ngày nhận bài: 28/9/2024, ngày sửa bài: 06/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Trong bối cảnh phát triển và chuyển đổi số mạnh mẽ của ngành xây dựng tại Việt Nam, việc áp dụng môi trường dữ liệu chung (CDE) đang trở thành xu hướng tất yếu nhằm nâng cao hiệu quả quản lý và trao đổi thông tin trong các dự án xây dựng. Bài viết này tập trung vào vai trò của CDE không chỉ là nơi lưu trữ tập tin mà còn là nền tảng số hóa toàn diện giúp tối ưu hóa quy trình quản lý tài liệu và phối hợp công việc giữa các bên liên quan. CDE hỗ trợ giảm thiểu sai sót do nhầm lẫn phiên bản tài liệu, ngăn chặn hiện tượng dữ liệu bị chia cắt rời rạc (silo dữ liệu) và đảm bảo mọi thành viên trong dự án đều được cập nhật thông tin kịp thời và chính xác. Trong giai đoạn thiết kế, CDE giúp các bên liên quan truy cập và làm việc trên phiên bản tài liệu mới nhất, hỗ trợ quy trình phê duyệt và kiểm tra tài liệu một cách hiệu quả. Trong giai đoạn thi công, CDE đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý các yêu cầu thông tin (RFI) và yêu cầu phê duyệt (RFA), giúp tăng cường sự minh bạch và giảm thiểu thời gian chờ đợi. Ở giai đoạn vận hành, CDE hỗ trợ quản lý tài liệu hoàn công và tích hợp thông tin vào các hệ thống quản lý tài sản (EAM) và quản lý bảo trì máy móc (CMMS), nâng cao hiệu quả quản lý và bảo trì công trình.

Áp dụng BIM theo Lộ trình tại Quyết định 258/QĐ-TTg không chỉ phù hợp với định hướng phát triển của ngành xây dựng mà còn góp phần thúc đẩy lộ trình chuyển đổi số quốc gia. Bài viết khẳng định rằng, CDE là chìa khóa quan trọng để nâng cao chất lượng và hiệu quả của các dự án xây dựng, chuẩn bị cho những thách thức và cơ hội trong tương lai.

Từ khóa: Môi trường dữ liệu chung (CDE), Mô hình thông tin công trình (BIM), Quản lý tài liệu xây dựng, Quy trình số hóa, Chuyển đổi số ngành xây dựng.

Abstract: Amid the rapid development and digital transformation of Vietnam's construction industry, adopting a Common Data Environment (CDE) has emerged as a critical trend to enhance project management efficiency and streamline information exchange. This article explores the multifaceted role of CDE, which extends beyond mere file storage to serve as a comprehensive digital platform. It optimizes document management processes and facilitates seamless collaboration among stakeholders. By minimizing errors from version mismatches, preventing fragmented data silos, and ensuring timely and accurate updates for all project members, CDE establishes itself as an indispensable tool in modern construction management.

During the design phase, CDE ensures stakeholders can access and work on the latest document versions, while streamlining approval and review workflows. In the construction phase, CDE plays a pivotal role in managing Requests for Information (RFI) and Requests for Approval (RFA), enhancing transparency and reducing delays. In the operational phase, CDE supports the management of as-built documentation and integrates with Enterprise Asset Management (EAM) and Computerized Maintenance Management Systems (CMMS), significantly improving the efficiency of facility maintenance and operations.

Adopting CDE in compliance with regulatory frameworks such as Decision 348/QĐ-BXD and Decision 258/QĐ-TTg aligns with the strategic development goals of Vietnam's construction sector and contributes to the national digital transformation agenda. This article affirms that CDE is a vital key to improving the quality and efficiency of construction projects, preparing stakeholders to face future challenges and seize opportunities in the industry.

Keywords: Common Data Environment (CDE), Building Information Modeling (BIM), Construction Document Management, Digital Workflow, Digital Transformation in the Construction Industry.

CDE và vai trò của CDE trong việc ứng dụng BIM tại Việt Nam

Được định nghĩa là một hệ thống lưu trữ và chia sẻ dữ liệu tập trung, CDE đóng vai trò quan trọng trong việc tối ưu hóa quy trình làm việc và nâng cao hiệu quả quản lý dự án xây

dựng. Sự cần thiết của CDE trở nên rõ ràng hơn khi áp dụng trong quá trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM), một phương pháp tiếp cận hiện đại đang được khuyến khích và áp dụng rộng rãi.

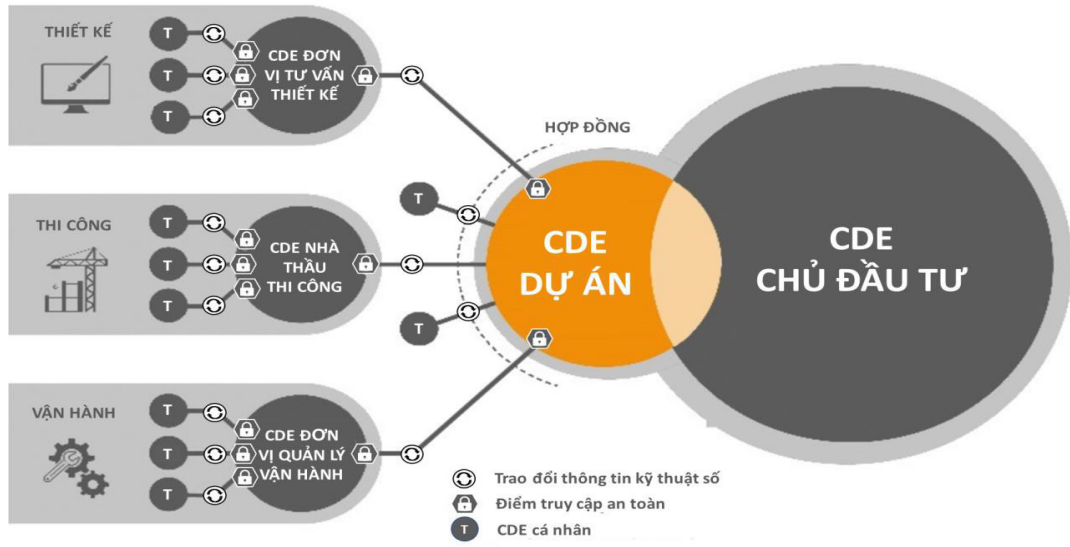
BIM, viết tắt của Building

Information Modeling (Mô hình thông tin công trình), là một quy trình dựa trên mô hình 3D giúp tạo ra và quản lý thông tin về một dự án xây dựng trong suốt vòng đời của nó. Tại Việt Nam, việc ứng dụng BIM và CDE đã được thúc đẩy mạnh mẽ bởi chính

phủ và các cơ quan quản lý. Quyết định số 258/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng đã đặt ra mục tiêu rõ ràng cho các dự án xây dựng tại Việt Nam. Quyết định

này không chỉ khẳng định tầm quan trọng của BIM mà còn đề ra các bước cụ thể để triển khai BIM một cách hiệu quả. Bên cạnh đó, Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/4/2021 của Bộ Xây dựng cũng đã đưa ra các hướng dẫn

chi tiết về việc áp dụng BIM và CDE, từ các tiêu chuẩn kỹ thuật đến quy trình và phương pháp triển khai, giúp các đơn vị trong ngành xây dựng dễ dàng tiếp cận và thực hiện.



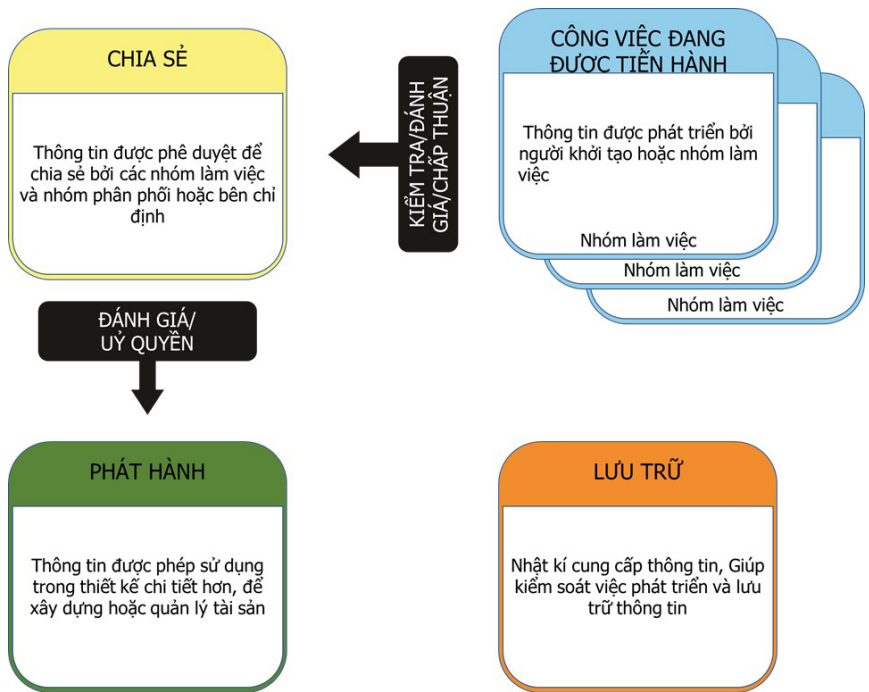
Hình 1. Phân loại CDE^[1]

Việc ứng dụng CDE trong BIM tại Việt Nam đang ngày càng phổ biến, đặc biệt là trong các dự án lớn và phức tạp. Bên cạnh các lợi ích về quản lý dữ liệu và giảm thiểu sai sót, CDE còn hỗ trợ việc phối hợp giữa các bên liên quan một cách hiệu quả hơn. Khi tất cả các bên cùng truy cập và làm việc trên một nền tảng dữ liệu chung, các thông tin được cập nhật liên tục và đảm bảo tính toàn vẹn, giúp giảm thiểu các vấn đề về mất mát dữ liệu và nhầm lẫn phiên bản.

Trong bối cảnh chuyển đổi số mạnh mẽ, việc áp dụng CDE trong quản lý dự án xây dựng không chỉ giúp nâng cao hiệu quả công việc mà còn góp phần vào việc hiện đại hóa ngành xây dựng Việt Nam. Với các lợi ích rõ ràng về quản lý thông tin, nâng cao chất lượng công trình và tối ưu hóa quy trình làm việc, CDE đang trở thành một công cụ không thể thiếu trong việc triển khai BIM và chuyển đổi số ngành xây dựng. Những bước tiến này không chỉ tạo ra sự thay đổi tích cực trong cách thức làm việc mà còn góp phần vào sự phát triển bền vững của ngành xây dựng trong tương lai.

Việc quản lý tài liệu trong các dự án xây dựng là một thách thức lớn, đặc biệt đối với những dự án áp dụng BIM. ISO 19650 là một tiêu chuẩn quốc tế về công tác quản lý thông tin trong quá trình thực hiện các dự án xây dựng sử dụng BIM, đã đưa ra các

nguyên tắc và quy trình giúp tối ưu hóa công tác này. Trong bối cảnh đó, môi trường dữ liệu chung (CDE) đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo tuân thủ các yêu cầu của ISO 19650, giúp quản lý tài liệu một cách hiệu quả và minh bạch.



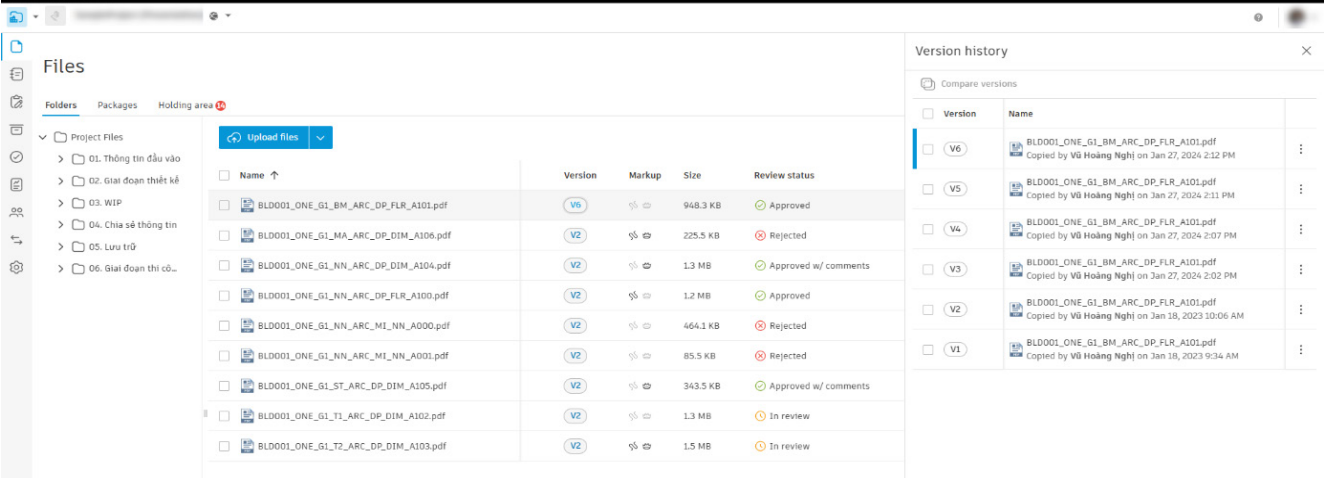
Hình 2. Cấu trúc các khu vực thông dụng của CDE^[1]

CDE là công cụ quan trọng để quản lý tài liệu xây dựng theo tiêu chuẩn ISO 19650

CDE theo ISO 19650 không chỉ đơn giản là một kho lưu trữ tập tin, mà còn là một nền tảng tích hợp các công cụ quản lý và trao đổi thông tin. Một trong những lợi ích lớn nhất của việc sử dụng CDE là khả năng đảm bảo rằng tất cả các bên liên quan trong dự án luôn được cập nhật với các phiên bản tài liệu mới nhất trong phạm vi quyền hạn của mình. Điều này giúp tránh tình trạng

mất mát dữ liệu, nhầm lẫn phiên bản và hiện tượng “silo” dữ liệu (dữ liệu bị cô lập trong từng bộ phận, không chia sẻ được với nhau), từ đó nâng cao hiệu quả quản lý dự án. Trong các dự án xây dựng, việc mất mát dữ liệu hoặc sử dụng các phiên bản tài liệu không chính xác có thể dẫn đến các sai sót nghiêm trọng, gây lãng phí thời gian và chi phí, ảnh hưởng tới chất

lượng công trình. CDE giải quyết vấn đề này bằng cách cung cấp một hệ thống lưu trữ và truy xuất tài liệu tập trung, cho phép tất cả các bên liên quan truy cập vào thông tin cập nhật một cách nhanh chóng và dễ dàng. Mỗi tài liệu được kiểm soát chặt chẽ, từ khâu tạo lập, phê duyệt đến lưu trữ và phân phối, đảm bảo tuân thủ các quy trình và tiêu chuẩn đã được đặt ra.



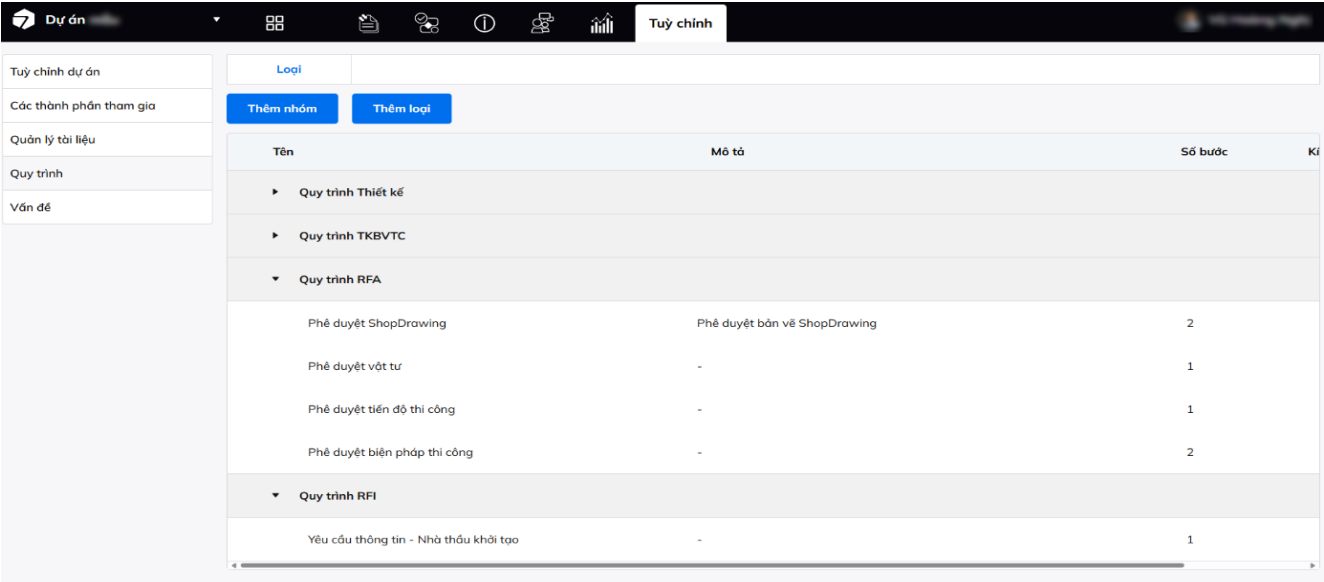
Hình 3. Kiểm tra lịch sử lưu trữ dữ liệu quá trình thi công.

Một ví dụ cụ thể về lợi ích của CDE là trong quá trình thi công, các tài liệu thiết kế, bản vẽ kỹ thuật và các tài liệu liên quan luôn được cập nhật và đồng bộ hóa. Các nhà thầu, kỹ sư và các bên liên quan có thể truy cập vào các tài liệu này mọi lúc, mọi nơi, đảm bảo rằng mọi người đều làm việc với các thông tin chính xác và mới nhất. Điều này không chỉ giúp cải thiện hiệu quả công việc mà còn giảm thiểu rủi ro và sai sót trong

Việc ứng dụng CDE trong công tác quản lý tài liệu xây dựng theo ISO 19650 mang lại nhiều lợi ích thiết thực, từ việc đảm bảo tính chính xác và toàn vẹn của dữ liệu, tăng cường hiệu quả quản lý, đến việc giảm thiểu rủi ro và sai sót. Đây là một bước tiến quan trọng trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng, giúp nâng cao chất lượng và hiệu quả của các dự án xây dựng tại Việt Nam.

CDE còn là một nền tảng số hóa cho ngành xây dựng – đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển đổi số của ngành

Không chỉ dừng lại ở việc quản lý tài liệu, các giải pháp môi trường dữ liệu chung (CDE) trên thị trường hiện nay còn được phát triển để trở thành một nền tảng số hóa toàn diện cho các dự án xây dựng, hỗ trợ các bên liên quan trong việc trao đổi thông tin và quản lý quy trình một cách hiệu quả.



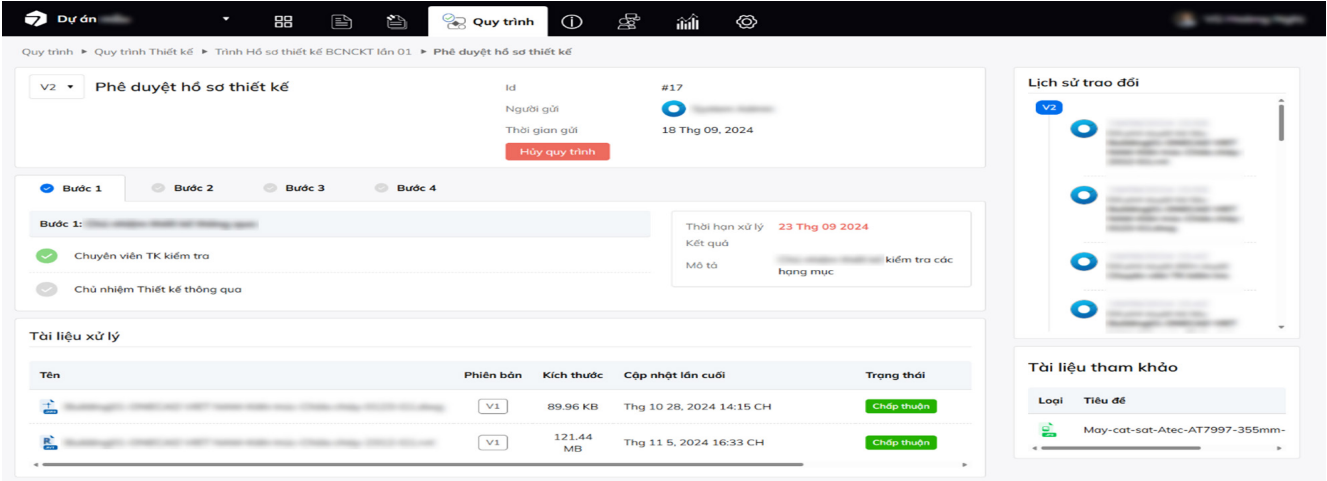
Hình 4. Xây dựng các quy trình phê duyệt hồ sơ trên CDE

TRAO ĐỔI, GIỚI THIỆU CHUYÊN NGÀNH

CDE cung cấp khả năng số hóa các quy trình như quy trình làm việc giữa các bên trong quá trình thực hiện dự án như gửi yêu cầu thông tin (RFI), yêu cầu phê duyệt (RFA), đệ trình hồ sơ thanh toán... giúp tối ưu hóa việc xử lý và theo

dõi các trạng thái công việc, tài liệu, bản vẽ và thông tin dự án. Thay vì phải xử lý các tài liệu giấy tờ truyền thống và chờ đợi hồ sơ luân chuyển, các bên liên quan có thể thực hiện các thủ tục phê duyệt trực tuyến thông qua CDE, tiết

kiệm thời gian và giảm thiểu sai sót. Các công cụ này cho phép người dùng dễ dàng theo dõi tiến độ phê duyệt, nhận thông báo khi có tài liệu mới cần xem xét và truy cập vào các phiên bản tài liệu được phê duyệt cuối cùng.

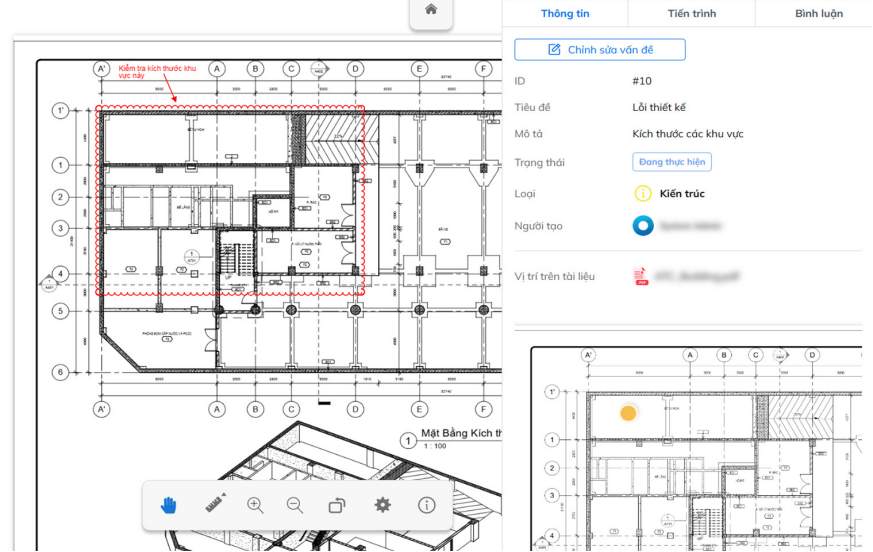


Hình 5. Tham gia phê duyệt hồ sơ

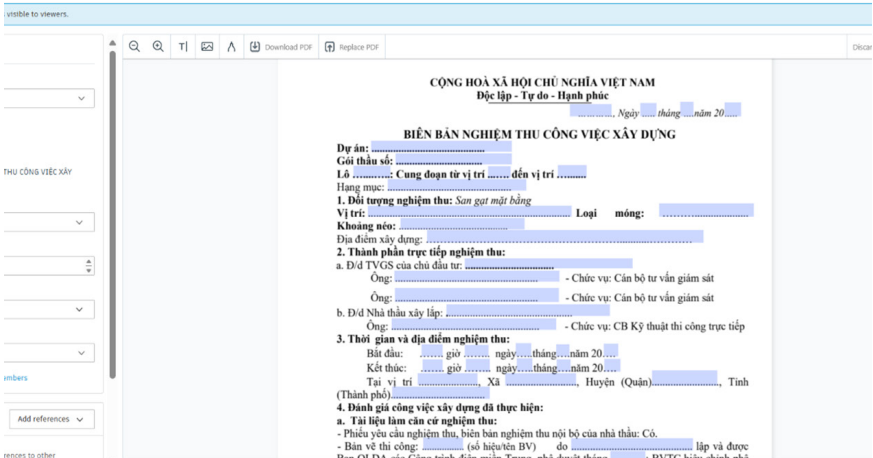
Bên cạnh đó, CDE cũng cung cấp môi trường tương tác với các tài liệu thiết kế, giúp các bên liên quan có thể xem, chỉnh sửa và bình luận trực tiếp trên các bản vẽ và mô hình 3D. Điều này không chỉ tăng cường tính tương tác, trực quan dự án mà còn giúp cải thiện chất lượng thiết kế và giảm thiểu các hiểu nhầm trong quá trình làm việc. Các công cụ này cho phép các kỹ sư, kiến trúc sư và nhà thầu dễ dàng trao đổi ý kiến, đề xuất các thay đổi và cập nhật các bản vẽ thiết kế theo thời gian thực, đảm bảo mọi người đều làm việc với các thông tin mới nhất.

Bên cạnh những tính năng cốt lõi nêu trên, CDE còn cung cấp các công cụ hỗ trợ cho các công tác quản lý dự án như công cụ số hóa biểu mẫu dự án phục vụ các công tác báo cáo, nghiệm thu. Công cụ theo dõi tiến độ dự án thông qua các biểu đồ Gantt phục vụ công tác lên kế hoạch, tiến độ thi công đảm bảo các hạng mục công việc đúng với tiến độ dự án. Công cụ trực quan các dữ liệu dự án thông qua các biểu đồ, bảng biểu giúp đơn vị quản lý dự án nắm rõ được tình trạng sức khỏe của dự án, từ đó đưa ra các quyết định kịp thời và phù hợp.

Các giải pháp CDE đã tận dụng sự tiến bộ của công nghệ, hạ tầng viễn thông để phát triển từ một công cụ quản lý tài liệu trở thành một nền tảng số hóa toàn diện hỗ trợ các quy trình và hoạt động trong dự án xây dựng, trở thành một đối tác đắc lực trong quá trình thực hiện các dự án có áp dụng BIM.



Hình 6. Hỗ trợ công cụ trao đổi thông tin trên tài liệu thiết kế



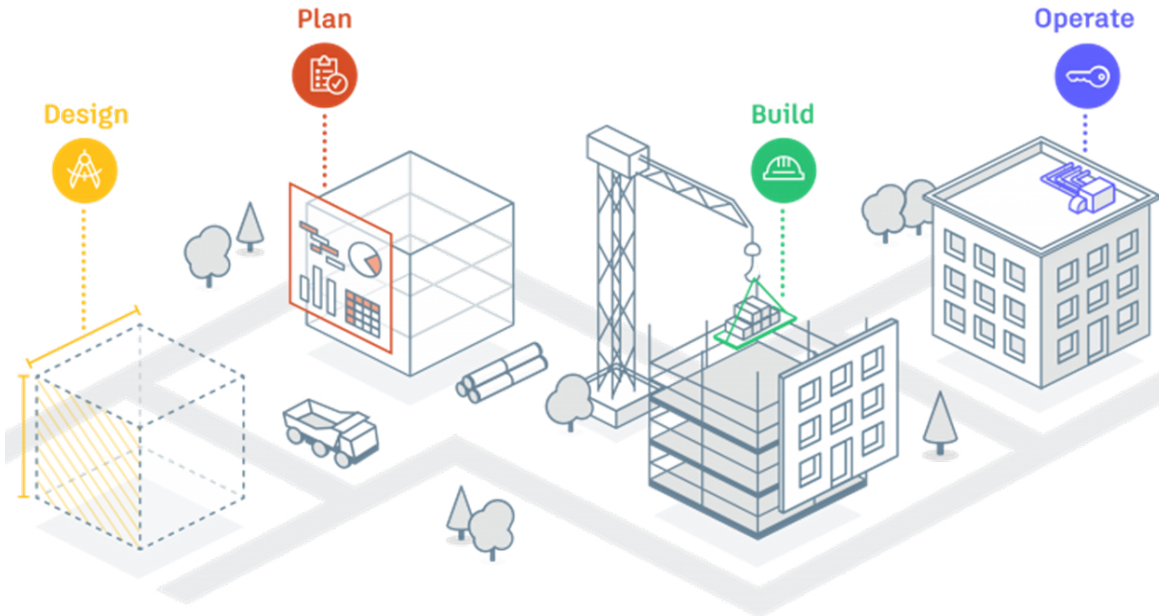
Hình 7. Số hóa biểu mẫu nghiệm thu

Ứng dụng và hiệu quả của CDE trong các giai đoạn dự án

CDE đóng vai trò quan trọng trong tất cả các giai đoạn của dự án xây

dựng, từ thiết kế, thi công đến vận hành. CDE sẽ là một phiếu thu thập thông tin của dự án giúp cải thiện hiệu quả quản lý thông tin mà còn tạo

điều kiện thuận lợi cho việc trao đổi thông tin và phối hợp giữa các bên liên quan, từ đó nâng cao chất lượng và tiến độ dự án.



Giai đoạn thiết kế

Trong giai đoạn thiết kế, CDE đóng vai trò như một trung tâm lưu trữ và quản lý tất cả các tài liệu thiết kế, bao gồm bản vẽ, mô hình 3D, và các tài liệu kỹ thuật liên quan. Các kiến trúc sư và kỹ sư có thể dễ dàng truy cập, chia sẻ và cập nhật các tài liệu này trong CDE, đảm bảo rằng mọi người đều làm việc với các phiên bản mới nhất. Điều này giúp giảm thiểu các sai sót do sử dụng các phiên bản tài liệu cũ, đồng thời tăng cường khả năng phối hợp và trao đổi thông tin giữa các bên liên quan.

CDE còn hỗ trợ việc phê duyệt và kiểm tra tài liệu trong giai đoạn thiết kế. Các quy trình phê duyệt có thể được số hóa, giúp giảm thiểu thời gian và công sức cần thiết để xử lý các tài liệu. Các bên liên quan có thể dễ dàng theo dõi tiến độ phê duyệt, nhận thông báo khi có tài liệu mới cần xem xét và truy cập vào các phiên bản tài liệu đã được phê duyệt.

Giai đoạn thi công

Trong giai đoạn thi công, CDE tiếp tục đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý thông tin và tài liệu. Các nhà thầu, kỹ sư và các bên liên quan có thể truy cập vào CDE để xem và cập nhật các tài liệu thi công, bao gồm bản

vẽ, mô hình 3D, và các tài liệu kỹ thuật khác. Điều này giúp đảm bảo rằng mọi người đều làm việc với các thông tin mới nhất và chính xác nhất.

Một trong những lợi ích quan trọng của CDE trong giai đoạn thi công là khả năng quản lý các yêu cầu thông tin (RFI) và các yêu cầu phê duyệt (RFA). Các yêu cầu này có thể được gửi, nhận và xử lý trực tiếp trong CDE, giúp giảm thiểu thời gian chờ đợi và tăng cường tính minh bạch. Các bên liên quan có thể dễ dàng theo dõi tiến độ xử lý các yêu cầu và lưu trữ các tài liệu liên quan một cách có hệ thống.

CDE cũng hỗ trợ việc quản lý các vấn đề phát sinh trong quá trình thi công. Các công cụ tích hợp trong CDE cho phép các nhà thầu ghi nhận, theo dõi và giải quyết các vấn đề này một cách hiệu quả. Toàn bộ quá trình được ghi nhận và theo dõi trong CDE, đảm bảo tính minh bạch và nhất quán của thông tin.

Ở giai đoạn thi công, CDE cung cấp các công cụ hỗ trợ công tác quản lý dự án. Các biểu mẫu ký số được cấu hình để thu thập dữ liệu nhanh chóng và chính xác, bao gồm phiếu kiểm tra chất lượng, biên bản nghiệm thu và các phiếu ghi nhận hiện trường,... Việc số hóa các công tác sử dụng biểu mẫu này không chỉ giúp tiết kiệm

thời gian mà còn giảm thiểu lỗi so với việc sử dụng giấy tờ truyền thống. Các công cụ tích hợp trong CDE giúp theo dõi tiến độ thi công theo thời gian thực. Các bên liên quan có thể truy cập vào theo dõi biểu đồ Gantt, báo cáo tiến độ hoặc các mốc quan trọng (milestones) để đảm bảo dự án được thực hiện đúng kế hoạch.

Giai đoạn vận hành

Khi dự án chuyển sang giai đoạn vận hành, CDE tiếp tục đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý thông tin và tài liệu hoàn công. Việc sử dụng CDE giúp đảm bảo rằng tất cả các thông tin và tài liệu hoàn công được lưu trữ một cách có hệ thống và dễ dàng truy cập. Điều này không chỉ giúp cải thiện hiệu quả quản lý vận hành mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho việc bảo trì và nâng cấp công trình trong tương lai.

Một trong những lợi ích lớn nhất của việc sử dụng CDE trong giai đoạn vận hành là khả năng tích hợp với các hệ thống quản lý tài sản (EAM - Enterprise Asset Management) và các hệ thống quản lý bảo trì máy móc (CMMS - Computerized Maintenance Management System). Thông qua CDE, các thông tin và tài liệu hoàn công có thể được chuyển giao một

cách dễ dàng và chính xác vào các hệ thống này, giúp tăng cường tính trực quan và cung cấp lượng thông tin dồi dào cho công tác vận hành và bảo trì.

Việc sử dụng CDE trong giai đoạn vận hành còn giúp nâng cao khả năng phân tích và dự báo. Các thông tin và dữ liệu được lưu trữ trong CDE có thể được sử dụng để phân tích hiệu quả hoạt động của công trình, dự báo các nhu cầu bảo trì và nâng cấp, từ đó đưa ra các quyết định quản lý thông minh và hiệu quả hơn.

Kết luận

Môi trường dữ liệu chung (CDE) đã chứng tỏ vai trò không thể thiếu trong việc nâng cao hiệu quả quản lý

và trao đổi thông tin trong các dự án xây dựng, đặc biệt là trong bối cảnh ứng dụng BIM ngày càng trở nên phổ biến. Việc triển khai CDE không chỉ giúp quản lý tài liệu một cách hiệu quả hơn mà còn tạo ra một nền tảng số hóa toàn diện, hỗ trợ các quy trình phê duyệt, tương tác với tài liệu thiết kế và xử lý các vấn đề phát sinh một cách nhanh chóng và chính xác.

Việc ứng dụng CDE còn góp phần quan trọng trong lộ trình chuyển đổi số của ngành xây dựng tại Việt Nam, phù hợp với các định hướng tại Quyết định số 258/QĐ-TTg. Điều này không chỉ giúp các doanh nghiệp xây dựng nâng cao năng lực quản lý và hiệu quả công việc mà còn tạo ra một môi trường làm

việc chuyên nghiệp và hiện đại hơn.

Tóm lại, việc ứng dụng CDE trong các dự án xây dựng mang lại nhiều lợi ích thiết thực, từ việc cải thiện hiệu quả quản lý tài liệu và quy trình phê duyệt, đến việc nâng cao khả năng trao đổi thông tin và xử lý các vấn đề phát sinh. Đây là một bước tiến quan trọng trong lộ trình chuyển đổi số của ngành xây dựng, góp phần nâng cao chất lượng và hiệu quả của các dự án xây dựng tại Việt Nam. Việc tận dụng tối đa các tiềm năng của CDE sẽ là chìa khóa để các doanh nghiệp xây dựng không chỉ đáp ứng được các yêu cầu hiện tại mà còn chuẩn bị tốt cho các thách thức và cơ hội trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Xây dựng (2020). Quyết định số 348/QĐ-BXD về việc ban hành hướng dẫn áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình. Tại: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Xay-dung-Do-thi/Quyết-dinh-348-QĐ-BXD-2020-huong-dan-ap-dung-Mo-hinh-thong-tin-cong-trinh-BIM-442982.aspx>.
- [2]. Thủ tướng Chính phủ (2016). Quyết định 2500/QĐ-TTg ngày 22/12/2016 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt đề án áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình. Tại: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Xay-dung-Do-thi/Quyết-dinh-2500-QĐ-TTg-ap-dung-mo-hinh-thong-tin-cong-trinh-trong-hoat-dong-xay-dung-2016-335345.aspx>.
- [3]. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Tại: <https://www.iso.org/standard/68078.html>.
- [4]. ISO 19650-2:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets. Tại: <https://www.iso.org/standard/68080.html>.
- [5]. Succar, B., & Poirier, E. (2020). Lifecycle Information Management Through BIM: Dimensions, Stages and Processes. Automation in Construction, 106. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102894>.
- [6]. BuildingSMART (2020). The BIM Execution Plan (BEP) Guide. Tại: <https://www.buildingsmart.org/bim-execution-plan-bep-guide/>.
- [7]. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>.
- [8]. Liao, L., & Teo, E. A. L. (2017). Critical Success Factors for Digital Collaboration in the AEC Industry. Automation in Construction, 36, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.012>.
- [9]. Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. Automation in Construction, 19(8), 988-999. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002>.
- [10]. Jung, Y., & Lee, G. (2015). The Status of BIM Adoption on Six Continents. International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, 9(5), 512-516. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1334466>.

ỨNG DỤNG BIM TRONG PHÂN TÍCH KẾT CẤU HẠ TẦNG GIAO THÔNG PHÙ HỢP ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM

PHẠM NGỌC BẦY⁽¹⁾, TRẦN VĂN TÂM⁽²⁾

⁽¹⁾ Viện Nghiên cứu và Phát triển BIM Thành phố Hồ Chí Minh

⁽²⁾ Công ty Cổ phần IDECO Việt Nam

(Ngày nhận bài: 02/10/2024, ngày sửa bài: 09/10/2024, ngày duyệt đăng: 15/10/2024)

Tóm tắt: Việc áp dụng Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling: BIM) cho công tác thiết kế trong giai đoạn thí điểm (từ năm 2016-2021) cũng như giai đoạn khuyến khích áp dụng (2021-2023) và đặc biệt là áp dụng theo Lộ trình theo Quyết định 258/QĐ-TTg của Thủ tướng, đã đạt được nhiều kết quả như tối ưu hóa thiết kế, kiểm soát khối lượng, kiểm tra giao cắt, hạn chế các sai sót trong thiết kế, nhất là với các công trình giao thông trọng điểm ở thành phố Hồ Chí Minh như Nút giao thông An Phú, Vành đai 3, tuyến Metro số 2. Tuy nhiên, nội dung ứng dụng BIM trong phân tích kết cấu hạ tầng giao thông chưa được đề cập chi tiết trong các tài liệu hướng dẫn áp dụng BIM trên thế giới. Vì vậy nhóm tác giả đã thực hiện nghiên cứu các nội dung này trên nền tảng các phần mềm mới nhất hiện nay. Kết quả cho thấy hoàn toàn có thể áp dụng nội dung bao gồm: 1) Phân tích diện tích lưu vực tự động; 2) Kiểm tra mô phỏng điều kiện xe chạy với công trình đặc thù; 3) Phân tích nội lực kết cấu công trình giao thông như dầm cầu, hầm, tường chắn,...; 4) Phân tích tổ chức đèn tín hiệu giao thông trên mô hình BIM. Kết quả nghiên cứu có thể làm tài liệu tham khảo cho các dự án áp dụng BIM trong tương lai.

Từ khóa: Mô hình BIM, diện tích lưu vực, mô phỏng điều kiện xe chạy, điều khiển đèn tín hiệu, phân tích nội lực kết cấu cầu, phân tích tầm nhìn xe chạy.

Abstract: During the pilot phase (from 2016-2021) as well as the incentive phase (2021-2023) and especially the application according to the Roadmap under Decision 258/QĐ-TTg of the Prime Minister, significant results have been achieved, such as quantity control and clash detection, particularly for major transportation projects in Ho Chi Minh City like the An Phu Intersection, Ring Road 3, and Metro Line 2. By 2025, BIM will be extended to Level II projects. However, the application of BIM in transportation infrastructure structural analysis has not been detailed in any BIM Guide. Therefore, the authors have researched these aspects using the latest software platforms available today. The results show that the following applications are feasible: 1) Automatic watershed area analysis; 2) Vehicle simulation testing for specific project conditions; 3) Structural analysis of transportation infrastructure elements such as bridge girders, tunnels, and retaining walls; 4) Traffic signal organization analysis within the BIM model. These research findings can serve as a valuable reference for future projects applying BIM.

Keywords: BIM model, watershed area, vehicle condition simulation, traffic signal control, bridge structural internal force analysis, vehicle sight distance analysis.

Giới thiệu

Hiện tại ở Việt Nam khi áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) cho công trình giao thông các chủ thể tham gia dự án sử dụng quyết định 348[1] và 347[2] để đề xuất các nội dung áp dụng BIM. Tuy nhiên, nội dung hướng dẫn áp dụng BIM trong các Quyết định này chưa đề cập chi tiết các nội dung phân tích kết cấu hạ tầng giao thông bằng mô hình BIM.

Do đó, việc xem xét ứng dụng trong phân tích kết cấu hạ tầng giao thông là cần thiết mang lại lợi ích nâng cao chất lượng hồ sơ thiết kế, sử dụng tối đa nguồn dữ liệu do mô hình BIM tạo ra.

Tổng quan

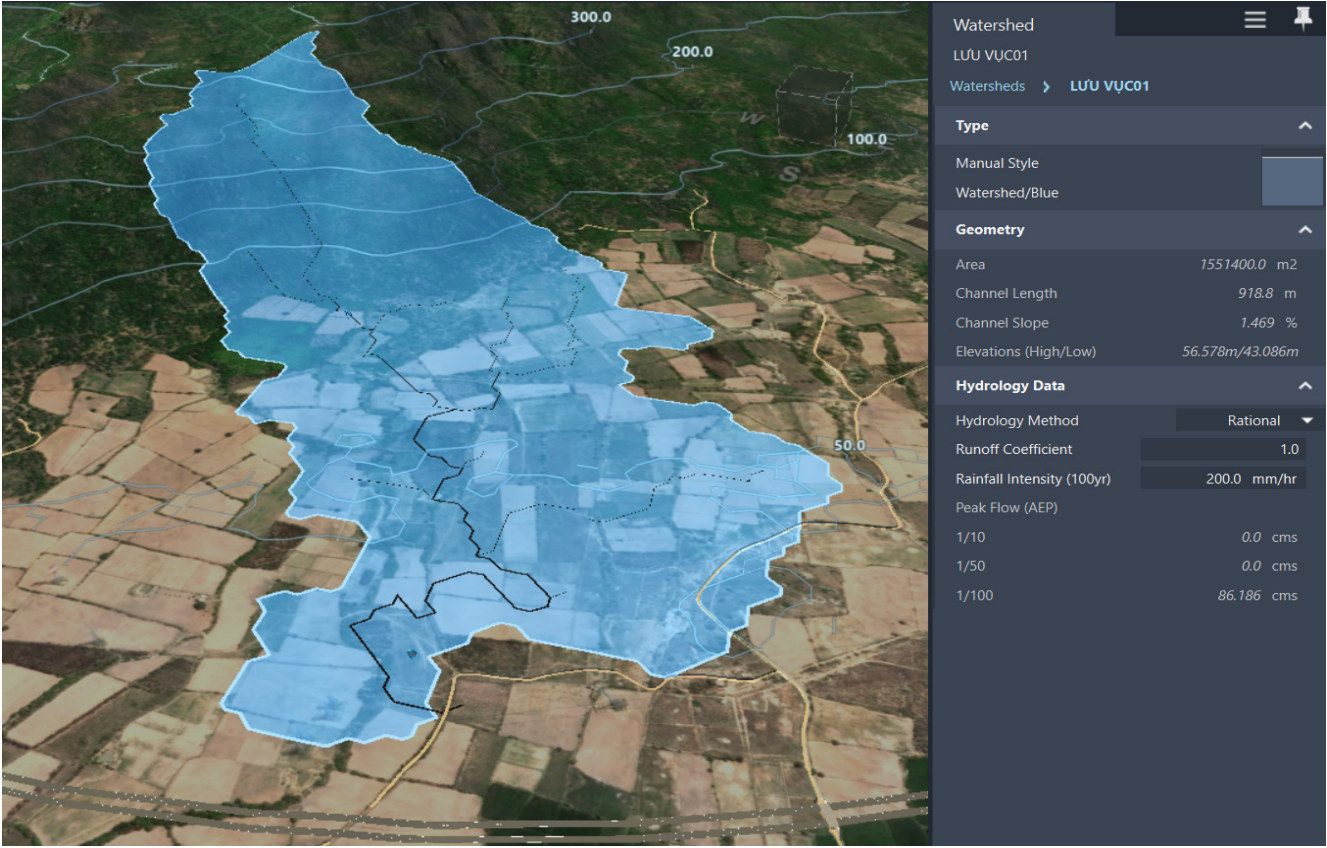
Thiết kế công trình bao gồm thiết kế hình học và phân tích kết cấu đa số các dự án công trình giao thông hiện tại nội dung thiết kế hình học và phân tích kết cấu như cầu, hầm, lưu vực... tách rời nhau ví dụ thiết kế hình học các tư vấn thiết kế có thể dùng các phần mềm như Autocad, Civil3D, 12d, Bentley... Phân tích kết cấu sử dụng các phần mềm chuyên dụng như Midas Civil, RM Bridge, Sap2000,...như vậy dòng dữ liệu sẽ không liên tục khi thiết kế hình học thay đổi thì kỹ sư phân tích kết cấu phải cập nhật lại tốn thời gian, sai sót.

Với sự phát triển của công nghệ

phần mềm nền tảng BIM dòng dữ liệu sẽ liên tục từ hình học đến phân tích kết cấu.

Phương pháp và kết quả nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu dựa trên sự tìm hiểu từ các phần mềm trên nền tảng BIM, nhóm tác giả đề xuất một số nội dung phân tích kết cấu hạ tầng giao thông phù hợp điều kiện Việt Nam như: Tự động xác định diện tích lưu vực, tính toán khẩu độ thoát nước, phân tích tầm nhìn xe chạy, mô phỏng tương tác giữa xe và kết cấu công trình, phân tích kết cấu cầu.



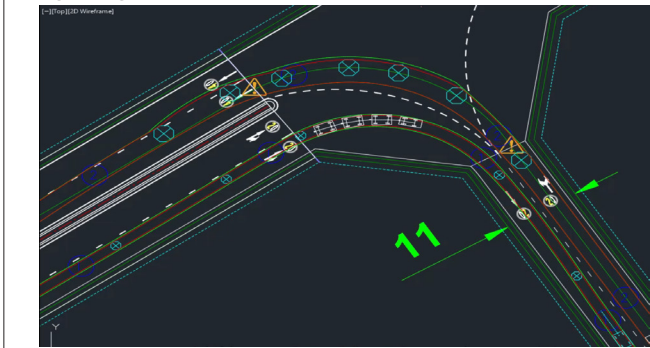
Hình 1: Tự động phân tích diện tích lưu vực vào kinh nghiệm của kỹ sư thiết kế là chính có thể dẫn tới sai sót thì khi áp dụng công nghệ BIM để hỗ trợ phân tích lưu vực sẽ nâng cao độ chính xác của diện tích lưu vực.

Ứng dụng công nghệ BIM trong xác định diện tích lưu vực tự động, nhóm tác giả sử dụng tính năng **Analyze/Drainage/Watersheds** của phần mềm InfraWorks[7]. Sau khi có số liệu khảo sát địa hình, nếu áp dụng công nghệ BIM để tạo bề mặt tự nhiên, kỹ sư thiết kế có thể sử dụng số liệu này để tự động xác định diện tích lưu vực nước (Area =1551400m2) sẽ chảy về vị trí thấp nhất, độ dốc trung bình (Channel Slope = 1.469%) từ đó xác định được khẩu độ thoát nước (hình 1). Như vậy so với cách truyền thống công tác phân chia lưu vực dựa

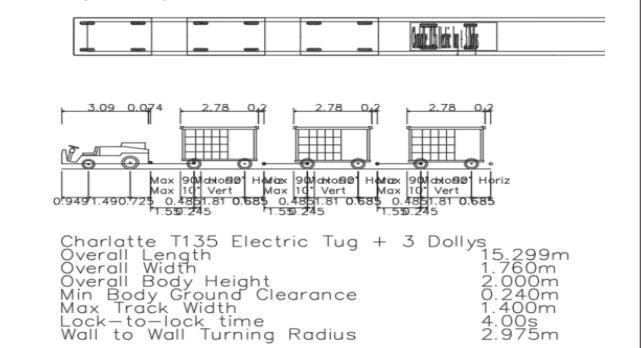
vào kinh nghiệm của kỹ sư thiết kế là chính có thể dẫn tới sai sót thì khi áp dụng công nghệ BIM để hỗ trợ phân tích lưu vực sẽ nâng cao độ chính xác của diện tích lưu vực.

Ứng dụng BIM trong phân tích kiểm tra xe chạy với những kết cấu đặt biệt, trong bài báo này nhóm tác giả sử dụng tính công cụ **Vehicle Tracking** của phần mềm Civil3D[7]. Ví dụ tại dự án sân bay quốc tế Long Thành giai đoạn 1 (LTIA1) [4] có vị trí là một ngã ba giao nhau giữa hai hầm chui (hình 2a) phục vụ xe chuyên dụng trong sân bay để vận chuyển hàng hóa (gọi

là xe Dolly) (hình 2b). Kích thước xe Dolly tổng chiều dài (Overall Length) là 15.299m, chia ra 4 thành phần: đầu kéo dài 3.09m, 3 cụm chở hàng dài 2.78m, khoảng cách giữa các cụm lớn nhất là 1.5m, chiều cao (Overall Body Height) của xe là 2m, chiều rộng (Overall width) của xe 1.76m, bán kính rẽ (Turning Radius) 2.975m. Yêu cầu của chủ đầu tư đưa ra cho tư vấn thiết kế với kết cấu xe như vậy thì kết cấu hầm chui vị trí ngã ba giao nhau góc 90 độ (theo hồ sơ thiết kế cơ sở) hay vát góc lưu thông thuận lợi hơn.

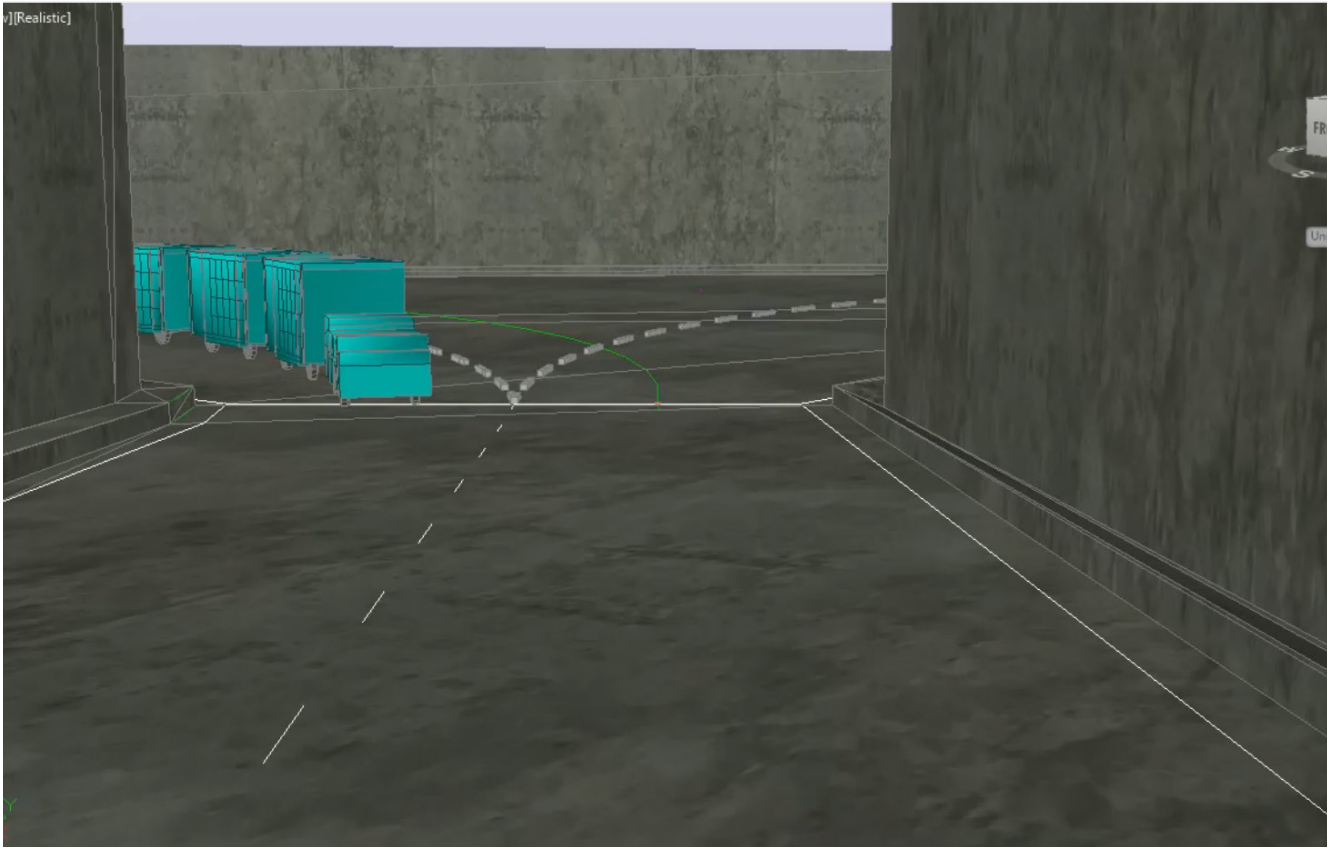


Hình 2a: Mặt bằng kết cấu hầm chui



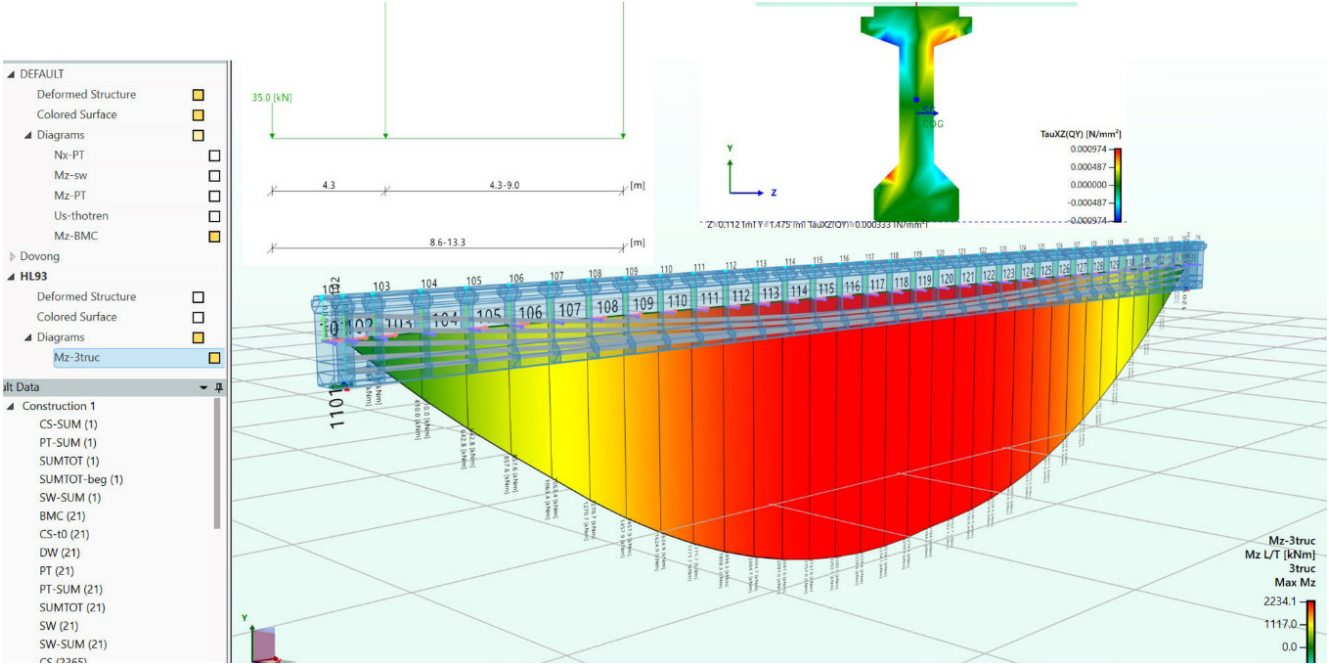
Hình 2b: Kích thước xe Dollies

Hình 2: Thể hiện mặt bằng kết cấu hầm chui đã vát góc và đường dẫn xe Dolly chạy



Hình 3: Sử dụng mô hình BIM trong mô phỏng xe Dolly chạy ngã ba của hầm chui

Từ kết quả mô phỏng xe Dolly chạy trong phần chui tại vị trí ngã ba (hình 3) các bên đi đến thống nhất chọn giải pháp kết cấu vát góc tại vị trí này. So với hồ sơ bước thiết kế cơ sở đã thay đổi từ góc 90 độ sang vát góc vừa đảm bảo tầm nhìn xe Dolly chạy vừa an toàn kết cấu ở bước thiết kế kỹ thuật.



Hình 4: Phân tích nội lực dầm I33m trên mô hình BIM

Ứng dụng phân tích kết dầm I33m dự ứng lực căng sau trên mô hình BIM, nhóm tác giả sử dụng công cụ **Allplan Bridge** của phần mềm Allplan [8] đã tích hợp tiêu chuẩn thiết kế cầu AASHTO LRDF phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế cầu ở Việt Nam đang sử dụng là TCVN 11823-2017 tạo thuận lợi cho công tác thiết kế trên nền tảng BIM. Trên hình 4 mô tả khai báo xe 3 trục thiết kế (35kN+145kN+145kN), đặc trưng hình học của mặt cắt ngang dầm I, mô hình 5 bó cáp dự ứng lực, khai báo các loại tải trọng như PT=tải trọng dự ứng lực, HL93=hoạt tải xe

thiết kế, DW= tải trọng lớp phủ, biểu đồ nội lực do xe ba trục gây ra.

Ứng dụng phân tích lựa chọn thời gian chờ đèn tín hiệu giao thông trên nền tảng BIM, nhóm tác giả sử dụng

tính năng **Analyze/Transportation/Traffic Simulation** của phần mềm InfraWorks [7]. Sau khi thiết kế hình học nút giao thông có thể kết hợp phân tích tổ chức giao thông 3D, giúp

kỹ sư thiết kế có thể tối ưu kích thước nút giao thông để đạt hiệu quả xe thông hành qua nút lớn nhất kết hợp với bố trí đèn tín hiệu.



Hình 5a: Khai báo số lượng, loại xe



Hình 5b: Khai báo thời gian dừng đèn

Kỹ sư thiết kế có thể khai báo loại xe chi tiết như hình 5a, và thời gian dừng đèn đỏ hình 5b, có thể phân tích nhiều phương án khác nhau trên cùng một mô hình để lựa chọn phương án tốt nhất.



Hình 6: Mô hình 3D tổ chức giao thông tại nút giao trên mô hình BIM

Ứng dụng mô hình BIM trong phân tích tầm nhìn xe chạy, nhóm tác giả sử dụng tính năng **Analyze/**

Transportation/Sight distance của phần mềm InfraWorks [7]. Sau khi xây dựng mô hình BIM kết cấu hiện trạng,

kết cấu thiết kế mới, kỹ sư thiết kế sẽ kiểm tra lại tầm nhìn xe chạy trên mô hình 3D để đảm bảo khai thác an toàn.



Hình 7: Phân tích tầm nhìn xe chạy
Thảo luận và đề xuất

Ứng dụng sẽ thông tin cho kỹ sư thiết biết được phạm vi đảm bảo tầm nhìn (Sight Clear), phạm vi không đủ tầm nhìn (Sight Failure), và phạm vi cản trở bỏ kết cấu bên cạnh đường như cây cối, che khuất tầm nhìn (Obstruction).

Với sự phát triển của công nghệ phần mềm theo BIM, việc ứng dụng phân tích kết cấu hạ tầng giao thông trên nền tảng BIM hoàn toàn có thể thực hiện được các nội dung như phân tích diện tích lưu vực, kiểm tra mô phỏng điều kiện xe chạy, tổ chức giao

thông, phân tích nội lực kết cấu,... trên một dòng dữ liệu liên tục.

Đề xuất bổ sung các nội dung phân tích kết cấu hạ tầng giao thông vào hướng dẫn áp dụng BIM trong lần sửa đổi tiếp theo, nhằm giúp các bên tham gia tận dụng được nhiều lợi ích hơn từ việc áp dụng BIM.

Tài liệu tham khảo

[1]. Quyết định số 348/QĐ-BXD ngày 02/04/2021 về việc Công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM).

[2]. Quyết định số 347/QĐ-BXD ngày 02/04/2021 về việc Công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.

[3]. Dự án thành phần 1: Xây dựng đường vành đai 3 đoạn qua thành phố Hồ Chí Minh (Bao gồm kênh thủy Thuộc) thuộc dự án đầu tư xây dựng đường vành đai 3 thành phố Hồ Chí Minh.

[4]. Dự án Gói thầu số 4.1: Dịch vụ Tư vấn Khảo sát và Thiết kế Kỹ thuật Công trình Hạ tầng Cảng hàng không thuộc Dự án: Xây dựng Cảng Hàng không Quốc tế Long Thành - Giai đoạn 1.

[5]. Bảy, N. P. (2022). Thiết kế, quản lý dự án cầu theo công nghệ Bim (INFRAWORKS + CIVIL3D+REVIT (DYNAMO)+BIM 360), tại: <https://nxbxaydung.com.vn/thiet-ke-quan-ly-du-an-cau-theo-cong-nghe-bim-infracworks-civil3drevit-cdynamobim-360-b10828.html>.

[6]. Markus Nolgen (2023). BIM trong thiết kế cầu và hạ tầng. Mô hình số hóa công trình với NX, thiết kế 3D, tích hợp dữ liệu, trao đổi dữ liệu và mô phỏng phần tử hữu hạn, tại: <https://nxbxaydung.com.vn/BIM-trong-thiet-ke-cau-va-ha-tang-Mo-hinh-so-hoa-cong-trinh-voi-NX-thiet-ke-3D-tich-hop-du-lieu-trao-doi-du-lieu-va-mo-phong-phan-tu-huu-han-b12136.html>.

[7]. Các phần mềm của Autodesk, tại: <https://www.autodesk.com/>.

[8]. Các phần mềm của Allplan, tại: <https://www.allplan.com/industry-solutions/bridge-engineering-software/>.

