

Ứng dụng công nghệ số hóa các công trình kiến trúc có giá trị cần được giữ gìn, tôn tạo và bảo vệ tại TP Hải Phòng

Applying technology to digitalize valuable architectural buildings that need to be preserved, employed and protected in Hai Phong City

> TÔ THỊ HƯƠNG QUỲNH

Khoa KT và QLXD, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Email: quynhth@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Kinh nghiệm thực tiễn thế giới cho thấy, để quản lý hiệu quả công trình di sản trong công tác vận hành, bảo trì và sửa chữa công trình theo quy định về bảo tồn di sản, cần áp dụng các công nghệ số hóa các công trình. Tại Việt Nam, đẩy mạnh chuyển đổi số phục vụ công tác lưu trữ, quản lý, nghiên cứu, bảo tồn, khai thác, quảng bá di sản, thúc đẩy phát triển du lịch bền vững cũng là mục tiêu chung được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Sử dụng phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu kết hợp với khảo sát và đánh giá thực trạng quản lý các công trình kiến trúc có giá trị tại TP Hải Phòng; kết hợp với nghiên cứu kinh nghiệm của các nước trên thế giới trong việc số hóa các di sản kiến trúc, bài báo đề xuất giải pháp ứng dụng công nghệ số hóa để quản lý các công trình kiến trúc có giá trị tại TP Hải Phòng. Kết quả nghiên cứu của bài báo được kỳ vọng là căn cứ khách quan và khoa học để các chuyên gia, các cơ quan hữu quan xem xét áp dụng tại Hải Phòng nói riêng và các địa phương khác trên cả nước.

Từ khóa: Mô hình thông tin công trình di sản (HBIM); số hóa, công trình kiến trúc có giá trị; TP Hải Phòng.

ABSTRACT

World practical experience shows that to effectively manage heritage structures in the operation, maintenance and repair according to regulations on heritage conservation, it is necessary to apply digital technologies. In Vietnam, promoting digital transformation to serve the activities of archiving, managing, researching, preserving, exploiting, promoting heritage, and promoting sustainable tourism development is also a common goal approved by the Prime Minister. Using methods of analyzing and synthesizing documents combined with surveying and evaluating the current status of management of valuable architectural works in Hai Phong city; combined with researching the experiences of countries around the world in digitizing architectural heritage, the article proposes solutions to apply technology to digitalize for managing valuable architectural works in Hai Phong city. The research results of the article are expected to be an objective and scientific basis for experts and relevant agencies for implementation in Hai Phong in particular and other localities across the country.

Keywords: Heritage Building Information Modelling (HBIM); digitalize; valuable architectural buildings; Hai Phong city.

1. GIỚI THIỆU

Theo tiến trình phát triển lịch sử, Việt Nam đã tích lũy được quỹ di sản kiến trúc đô thị to lớn, trong đó có những di sản được hình thành dưới thời Pháp thuộc. Tuy nhiên trong quá trình phát triển và hiện đại hoá đô thị, nhiều nơi đã ưu tiên cho các mục tiêu ngắn hạn hơn là duy trì lâu dài quỹ di sản kiến trúc đô thị nên nhiều di sản đã bị ảnh hưởng, bị xâm hại, thậm chí bị phá hủy - dù mang lại lợi ích về kinh tế nhưng lại làm mất đi những giá trị tinh thần của cộng đồng, là sự mất mát của quốc gia, và phần nào là của cả nhân loại. Những hoạt động cải tạo, hạ giải đối với các công trình được coi là di sản kiến trúc nêu trên đang đặt ra nhiều vấn đề cần luận bàn về công tác bảo tồn di sản kiến trúc tại các đô thị trong quá trình phát

triển hiện nay [1]–[4].

Kinh nghiệm thực tiễn thế giới cho thấy, để quản lý hiệu quả công trình di sản trong công tác vận hành, bảo trì và sửa chữa công trình, cần áp dụng các công nghệ để số hóa các công trình [5]–[7]. Tại Việt Nam, đẩy mạnh chuyển đổi số phục vụ công tác lưu trữ, quản lý, nghiên cứu, bảo tồn, khai thác, quảng bá di sản, thúc đẩy phát triển du lịch bền vững cũng là mục tiêu chung được đặt ra tại Quyết định số 2026/QĐ-TTg năm 2021 của Thủ tướng Chính phủ [8] để phù hợp với Chương trình Chuyển đổi số quốc gia. Trong những năm gần đây, chính quyền TP Hải Phòng đã quan tâm nhiều hơn tới công tác bảo tồn và quản lý các CTKGT mà cụ thể là các đề án, dự án nghiên cứu, tọa đàm được thực hiện từ 2021 tới nay. Tuy nhiên,

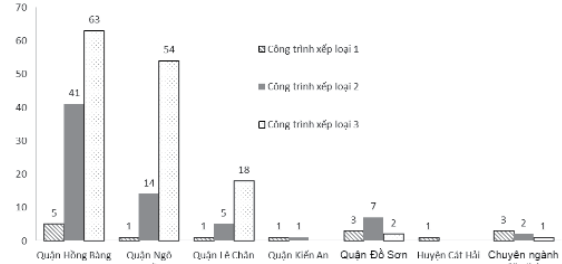
đề án này mới chỉ dừng lại ở việc khảo sát hiện trạng và đánh giá phân loại công trình theo Luật Kiến trúc, chứ chưa nghiên cứu việc số hóa các công trình. Tổng quan tài liệu liên quan cho thấy, chưa có nghiên cứu nào về số hóa di sản kiến trúc đô thị phù hợp với điều kiện thực tiễn của Hải Phòng để phục vụ công tác lưu trữ, quản lý, nghiên cứu, bảo tồn, khai thác, quảng bá di sản, thúc đẩy phát triển du lịch bền vững tại địa phương. Do đó, nghiên cứu ứng dụng công nghệ số hóa các CTKTGT cần được gìn giữ, tôn tạo, bảo vệ tại thành phố Hải Phòng là hoàn toàn cấp thiết để giải quyết vấn đề thực tiễn đặt ra.

Sử dụng phương pháp phân tích, tổng hợp tài liệu kết hợp với khảo sát và đánh giá thực trạng quản lý các CTKTGT tại thành phố Hải Phòng; kết hợp với nghiên cứu kinh nghiệm của các nước trên thế giới trong việc số hóa các di sản kiến trúc, bài báo đề xuất giải pháp ứng dụng công nghệ số hóa để quản lý các CTKTGT tại TP Hải Phòng. Kết quả nghiên cứu của bài báo được kỳ vọng là căn cứ khách quan và khoa học để các chuyên gia, các cơ quan hữu quan xem xét để áp dụng tại Hải Phòng nói riêng và các địa phương khác trên cả nước.

2. HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP QUẢN LÝ CÁC CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC CÓ GIÁ TRỊ TẠI TP HẢI PHÒNG

Thời Pháp thuộc, Hải Phòng là thành phố lớn thứ ba của Việt Nam sau Hà Nội và Sài Gòn - Chợ Lớn. Tại Hải Phòng đã hình thành một hệ thống các công trình kiến trúc đô thị khá hoàn chỉnh và đa dạng, được xây dựng với quy mô và chất lượng cao. Các quận nội thành cũ (Hồng Bàng, Ngô Quyền, Lê Chân) hiện nay còn lưu giữ nhiều tòa nhà, ngôi nhà mang di sản kiến trúc từ thời Pháp thuộc, đặc biệt là hai tuyến phố Tam Bạc và phố Lý Thường Kiệt như Nhà hát TP Hải Phòng, Bảo tàng Hải Phòng (là trụ sở của Ngân hàng Pháp-Hoa thời Pháp thuộc) và nhiều công trình khác. Ngày nay, khu phố Pháp là trung tâm lịch sử của thành phố, là hạt nhân định hướng phát triển của đô thị Hải Phòng - một trong sáu đô thị cấp trung ương của cả nước, một trong ba cực của tam giác phát triển

kinh tế Bắc Bộ. Năm 2022, Hải Phòng đã có đề án nghiên cứu xây dựng được quy hoạch bảo tồn một cách bài bản và đầy đủ, thống kê được quỹ Di sản kiến trúc đô thị trước, trong và sau thời Pháp thuộc trên địa bàn, đề xuất quy chế quản lý các công trình [9]. Theo chi tiết thuyết minh Đề án quản lý các CTKTGT cần được gìn giữ, tôn tạo, bảo vệ tại TP Hải Phòng năm 2022 [10], hiện nay trên địa bàn thành phố đã lập danh mục và đưa ra danh mục các CTKTGT tại TP Hải Phòng gồm 223 công trình (hình 1), tập trung chủ yếu ở các quận trung tâm thành phố như quận Hồng Bàng (48, 88%, quận Ngô



Hình 1. Số lượng các CTKTGT cần được gìn giữ, tôn tạo, bảo vệ tại TP Hải Phòng theo Đề án của Sở Xây dựng Hải Phòng (Nguồn tác giả tổng hợp từ đề án [10])

Những năm gần đây, nhiều công trình cổ theo kiến trúc Pháp trên địa bàn TP Hải Phòng đã bị chuyển đổi công năng phục vụ các mục đích khác nhau, để làm nơi làm việc hoặc kinh doanh... mà không tuân thủ quy định về quản lý, sử dụng gắn với bảo tồn. Tình trạng công trình cổ xuống cấp hay bị coi nới, xây thêm làm biến dạng cũng đang diễn ra khá phổ biến, ảnh hưởng nghiêm trọng đến giá trị kiến trúc và văn hóa lịch sử của thành phố. Trước nguy cơ các CTKTGT dần bị mai một, Sở Xây dựng thành phố Hải Phòng đã nghiên cứu và định hướng các giải pháp bảo tồn, lưu giữ những di sản kiến trúc của đô thị Hải Phòng một cách hợp lý, phù hợp với quá trình đô thị hóa nhanh chóng và lộ trình phát triển của TP Hải Phòng là trung tâm công nghiệp, du lịch của Đồng bằng Bắc Bộ.

Bảng 1 : Giải pháp quản lý các CTKTGT theo Đề án của Sở Xây dựng TP Hải Phòng

Bộ phận công trình	Giải pháp		
	Công trình xếp loại 1	Công trình xếp loại 2	Công trình xếp loại 3
Mặt đứng công trình	Giữ nguyên trạng không thay đổi so với ban đầu, nếu có tình trạng xuống cấp, hư hại cần duy tu bảo trì cần xin ý kiến của chuyên gia cùng các cơ quan chức năng quản lý (YKCG&CQCN) để tiến hành	Mặt đứng tầng 1 có thể can thiệp chỉnh sửa để trở nên hài hòa hơn, theo tư vấn của các chuyên gia bảo tồn di sản. Tập trung bảo tồn nguyên trạng mặt đứng tầng 2 và tầng 3 (nếu có)	Những chi tiết trang trí bị nứt vỡ, bong tróc, ... cần được sửa chữa hoặc thay thế đúng theo hình thức và kích cỡ, chất liệu và màu sắc ban đầu, có sự tư vấn và giám sát của các chuyên gia
Kết cấu công trình		Giữ nguyên trạng không thay đổi so với ban đầu, kết cấu cốt thép lấn chiếm bên trong và phía sau, nếu có, cần được phá dỡ	Những chi tiết trang trí bị nứt vỡ, bong tróc, ... cần được sửa chữa hoặc thay thế phù hợp với hình thức và kích cỡ, chất liệu và màu sắc ban đầu, có sự tư vấn và giám sát của các chuyên gia
Công năng và nội thất công trình		Có thể thay đổi công năng cho phù hợp công năng sử dụng mới nhưng phải giữ nguyên kết cấu cũ	Kết cấu cốt thép lấn chiếm bên trong và phía sau, nếu có, cần được chỉnh trang lại cho phù hợp với kiến trúc

(Nguồn tác giả tổng hợp từ [10])

Từ kết quả tổng hợp đề xuất giải pháp quản lý CTKTGT tại bảng 1, có thể nhận thấy công trình xếp loại 1 có quy định quản lý chặt chẽ nhất, yêu cầu giữ nguyên hiện trạng. Bên cạnh đó, mặt đứng của công trình được quan tâm với cả 3 loại công trình, được yêu cầu giữ nguyên kiến trúc ban đầu với các cấp độ khác nhau. Đặc biệt, đối với các công trình loại 1, các chi tiết xuống cấp như mái ngói, hoa văn đắp nổi trang trí ở mặt đứng nếu bị bong tróc, hư hại cần trùng tu tôn tạo cũng cần dựa trên các ý kiến của chuyên gia cùng các cơ quan chức năng quản lý. So sánh giữa hiện trạng và hình ảnh lưu lại

của một số CTKTGT xếp loại 1 (hình 2), có thể nhận thấy hầu hết các công trình còn giữ nguyên mặt đứng so với thiết kế ban đầu, tuy công trình Nhà hát thành phố có chi tiết cây đàn ở mặt đứng đã không còn giữ như nguyên bản, nhưng vẫn không làm ảnh hưởng nhiều tới hình ảnh và giá trị của công trình. Đây là tiền đề quan trọng để thực hiện việc số hóa các CTKTGT tại Hải Phòng dựa trên ứng dụng công nghệ như công nghệ quét 3D (Scan 3D) hiện trạng của công trình, mà không cần tốn nhiều thời gian và nhân lực để tinh chỉnh và hoàn thiện mô hình cho phù hợp với thiết kế ban đầu.



Hình 2. Một số CTKTGT xếp loại 1 ở hiện trạng (ảnh trái) và thiết kế ban đầu (ảnh phải) (Nguồn tác giả tổng hợp từ [10])

3. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SỐ HÓA CÁC CÔNG TRÌNH KIẾN TRÚC CÓ GIÁ TRỊ

Nghiên cứu về hướng phát triển tiếp theo để bảo tồn và phát huy giá trị tài nguyên di sản kiến trúc đô thị, nhóm tác giả Nguyễn Quốc Tuấn và cộng sự cũng nhận định rằng trong quá trình sửa chữa cải tạo, TP Hải Phòng cần “Giám sát chặt chẽ các thay đổi, đảm bảo không làm biến dạng, hủy hoại, thay đổi cơ bản cấu trúc, hình thái, thẩm mỹ kiến trúc của công trình di sản” [11]. Tuy nhiên, thực tiễn tại Hải Phòng nói riêng và Việt Nam nói chung cho thấy, trong quá trình cải tạo sửa chữa, nhiều công trình đã không đảm bảo được yêu cầu nêu trên. Trong số các công trình nhân dân dẫn tới tình trạng này, thiếu các tư liệu, hình ảnh thiết kế ban đầu cũng như các yêu cầu cụ thể cần tuân thủ về vật liệu, hình khối chi tiết kiến trúc chính là nguyên nhân chính nhất [1], [3].

3.1. Kinh nghiệm thế giới

Các nhà khoa học trên thế giới đã nghiên cứu và lựa chọn mô hình hóa thông tin công trình di sản - công nghệ HBIM (Heritage Building Information Modelling) là công cụ mũi nhọn để giải quyết vấn đề nêu trên [5], [12]–[14]. HBIM với nền tảng là công nghệ mô hình hóa thông tin công trình BIM, tuy nhiên được nghiên cứu phát triển để ứng dụng riêng cho việc số hóa các công trình di sản. HBIM cung cấp mô hình thông tin công trình phục vụ quy trình chi tiết quản lý thông tin, vật liệu, kết cấu hình học, lịch sử của di sản. Mô hình này giúp tái tạo di sản trong trường hợp bị hư hỏng, biến mất hoặc quản lý di sản trong giai đoạn vận hành hoặc bảo trì [5], [12], [15]. Đối với việc tái tạo di sản trong trường hợp bị hư hỏng, nhiều công nghệ số khác như thực tế ảo AR, trí tuệ nhân tạo (AI) đã được các nhà nghiên cứu khoa học tích hợp cùng với HBIM để mô hình tái tạo công trình được chính xác hơn [14], [6]. Bên cạnh đó, mô hình HBIM còn được sử dụng để nghiên cứu các giải pháp về năng lượng của công trình [5].

3.2. Kinh nghiệm tại Việt Nam

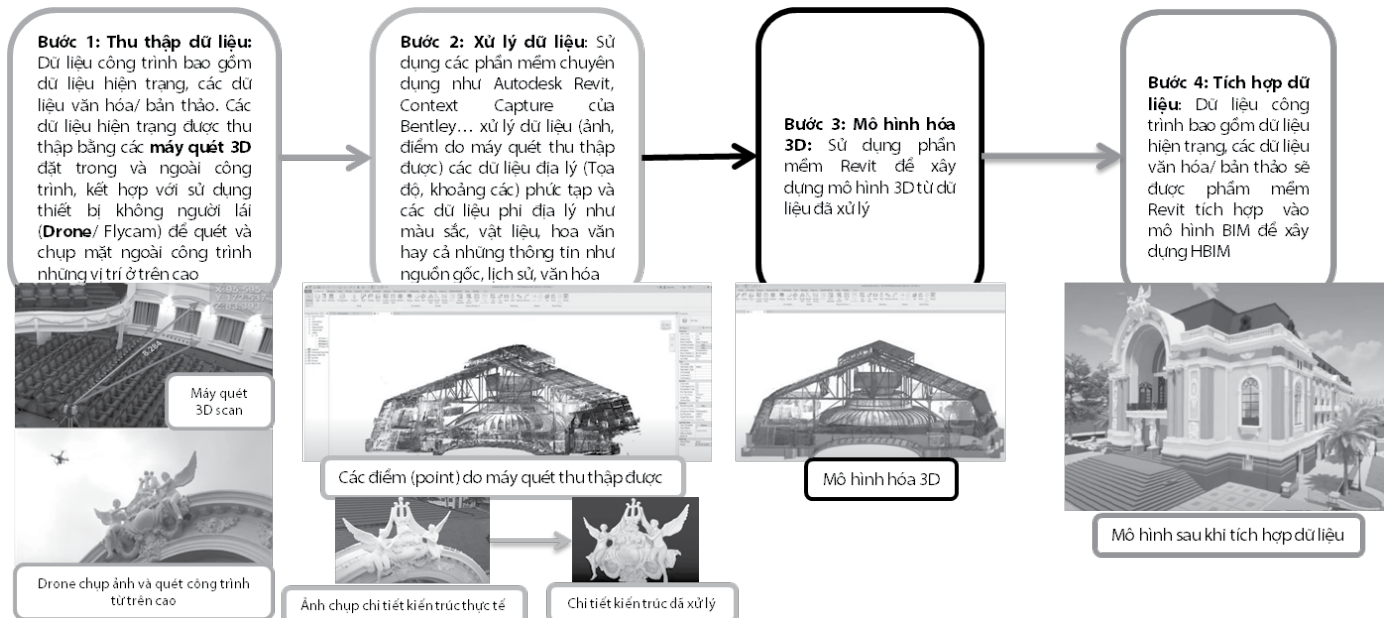
Tại Việt Nam, nhiều tỉnh thành đã nghiên cứu áp dụng HBIM như một giải pháp mũi nhọn để bổ sung công cụ quản lý cho các cơ quan chức năng cũng như chủ sở hữu các CTKTGT có căn cứ để sửa chữa, trùng tu theo đúng thiết kế ban đầu theo quy định của nhà nước cũng như UNESCO [4], [16]. Bên cạnh đó, các chuyên gia cũng có thể tận dụng mô hình số của những công trình này để tiến hành tư vấn từ xa mà không cần phải tới hiện trạng công trình, từ đó giảm chi phí tư vấn của chuyên gia cũng như có thể tận dụng được kiến thức của những chuyên gia tình nguyện từ các nước trên thế giới. Tại thành phố Hồ Chí Minh, công nghệ HBIM (Heritage Building Information Modelling) đã được áp dụng cho việc số hóa công trình Nhà hát thành phố được xây dựng vào năm 1898 và hoàn thành vào năm 1900, công trình đã được phục chế gần như nguyên bản sau nhiều lần tu bổ. Xây dựng mô hình số HBIM của Nhà hát thành phố Hồ Chí Minh được thực hiện qua 4 bước (Hình 3), hoàn toàn bởi một doanh nghiệp Việt Nam, cho thấy sự sẵn sàng về mặt công nghệ này ở nước ta [17], [18].

Từ sự thành công của quá trình số hóa Nhà hát thành phố, các nhà nghiên cứu và doanh nghiệp đều kỳ vọng rằng công nghệ này sẽ được nhân rộng để quản lý các biệt thự Pháp cổ tại TP.HCM [4]. Tuy nhiên, mô hình HBIM của công trình Nhà hát lớn TP.HCM mới chỉ dừng lại ở phần kiến trúc và hình dạng kết cấu, chứ chưa bao gồm chi tiết kết cấu hay hệ thống kỹ thuật trong công trình (Hình 4).

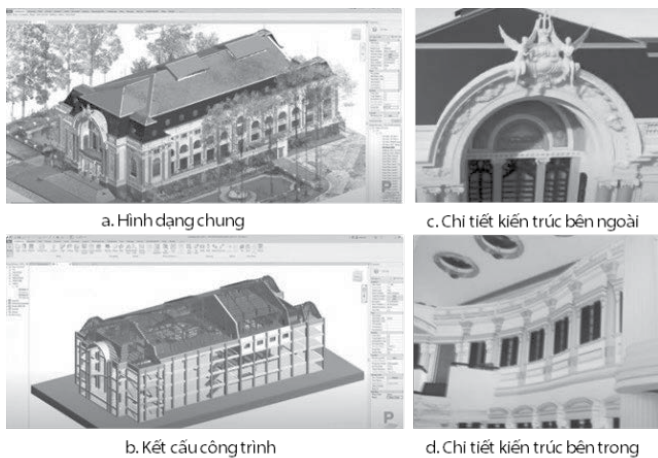
Ngoài ra, còn nhiều thông tin cần xử lý và nhập liệu thủ công, khiến cho thời gian xây dựng mô hình HBIM tiêu tốn nhiều thời gian và nhân lực, là nguyên nhân chính khiến chi phí xây dựng mô hình tăng lên. Bên cạnh nghiên cứu trên, nhóm tác giả Nguyễn Anh Thu và cộng sự cũng nhấn mạnh mức độ chi tiết thông tin LOD (Level Of Detail) và mức độ chính xác LOA (Level Of Accuracy) là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất tới tiến độ và chi phí xây dựng mô hình HBIM tại Việt Nam, kết luận này được minh chứng thông qua hai dự án thí điểm [2], [16]. Nghiên cứu tổng quan của nhóm tác giả này cũng cho thấy

cần có yêu cầu về mức độ chính xác LOA và mức độ chi tiết LOD trước khi thực hiện Scan to BIM, vì với công trình mức độ yêu cầu khác nhau, chi phí, thời gian và nhân lực cần huy động để số hóa sẽ

khác nhau, đây là căn cứ quan trọng để tránh lãng phí nguồn lực và thúc đẩy số hóa các công trình di sản [20].



Hình 3: 4 bước xây dựng mô hình số HBIM của Nhà hát TP.HCM (Nguồn tác giả tổng hợp từ tài liệu [19])



Hình 4. Mô hình HBIM hoàn chỉnh gồm: Hình dạng chung (a), Kết cấu công trình (b); Chi tiết kiến trúc điển hình và nổi bật trong và ngoài công trình (c,d) (Nguồn tác giả tổng hợp từ tài liệu [19])

3.3. Đề xuất cho TP Hải Phòng

Bảng 2 : Đề xuất ứng dụng công nghệ số hóa các CTKTGT tại Hải Phòng

	Đề xuất		
	Công trình xếp loại 1	Công trình xếp loại 2	Công trình xếp loại 3
Công nghệ áp dụng	HBIM với mức độ LOA, LOD ở mức cao cho toàn bộ công trình	HBIM với mức độ LOA, LOD ở trung bình cho mặt ngoài công trình	HBIM với mức độ LOA, LOD ở mức thấp cho mặt ngoài công trình
Ưu điểm	Đầy đủ các thông tin về chủng loại vật liệu, kích thước và chi tiết kiến trúc rõ ràng	Chi phí và thời gian xây dựng mô hình số trung bình, bảo trì và lưu trữ mô hình không tốn quá nhiều tài nguyên	Chi phí và thời gian xây dựng mô hình số thấp, bảo trì và lưu trữ mô hình không tốn nhiều tài nguyên
Nhược điểm	Chi phí và thời gian xây dựng mô hình số cao, bảo trì và lưu trữ mô hình tốn nhiều tài nguyên	Các thông tin về chủng loại vật liệu có thể không có	Các thông tin về chủng loại vật liệu có thể không có, một số chi tiết kiến trúc có thể không rõ ràng

Đánh giá thực trạng tại mục 2 cho thấy hầu hết các CTKTGT được xếp hạng 1 đều giữ nguyên mặt đứng và thiết kế tương đồng so với ban đầu. Một số công trình được thiết kế mở rộng thêm như Nhà ga Hải Phòng do yêu cầu của quá trình đô thị hóa và sự gia tăng về công suất phục vụ. Tuy nhiên, phần mở rộng của công trình này được nghiên cứu thiết kế và thi công tương đối hài hòa so với tổng thể kiến trúc công trình cũng như cảnh quan xung quanh, do đó không cần phải tháo dỡ theo quy định. Thực tiễn trên cho thấy, nếu được nghiên cứu và quản lý hợp lý, việc cải tạo công trình sẽ không làm ảnh hưởng tới công tác bảo tồn và gìn giữ giá trị các CTKTGT tại Hải Phòng. Bên cạnh đó, sẽ không cần tốn nhiều thời gian và nhân lực để tinh chỉnh và hoàn thiện mô hình cho phù hợp với thiết kế ban đầu khi ứng dụng công nghệ số hóa các CTKTGT tại Hải Phòng dựa trên quét 3D (Scan 3D) hiện trạng của công trình do công trình xếp hạng 1 hầu hết đều còn giữ nguyên so với thiết kế.

Dựa trên kết quả ứng dụng công nghệ HBIM trên thế giới và ở Việt Nam cũng như hiện trạng và yêu cầu quản lý của các công trình, bài báo đề xuất việc áp dụng công nghệ số hóa các CTKTGT tại Hải Phòng cho từng loại công trình xếp loại 1, 2, 3 tại bảng 2 như sau:

4. KẾT LUẬN

Các nhà ở, CTKTGT nghệ thuật, kiến trúc, văn hóa, lịch sử góp phần tạo nên bộ mặt khu phố ở Hải Phòng, gắn liền với lịch sử phát triển, cảnh quan và kiến trúc đô thị của thành phố cảng trong gần một thế kỷ qua. Nhiều công trình trong số đó thực sự có giá trị, không chỉ về mặt nghệ thuật kiến trúc mà còn ở khía cạnh văn hóa - lịch sử, vì vậy rất cần được bảo tồn trong thời gian sớm nhất có thể để tránh nguy cơ bị biến dạng hoặc biến mất hoàn toàn. Cần phải khẳng định rằng, di sản kiến trúc là tài nguyên hữu hình rất có giá trị trong đô thị, nếu được quản lý, khai thác, phát huy giá trị một cách hiệu quả; chúng sẽ được “sống” và trở thành những địa điểm quan trọng, thu hút khách du lịch, giúp phát triển kinh tế đô thị hiệu quả và bền vững. Các CTKTGT là một lĩnh vực nhạy cảm với các thay đổi trong phát triển và đô thị hóa. Những điều chỉnh về quy hoạch và xây dựng đô thị cần được cân nhắc kỹ lưỡng, căn cứ trên các thông tin và số liệu khoa học, tham khảo ý kiến phản biện của các nhà chuyên môn và cộng đồng để xác định hướng đi phù hợp trong việc bảo tồn và phát huy giá trị di sản kiến trúc trong TP Hải Phòng.

Bài báo đã nghiên cứu kinh nghiệm thực tiễn có liên quan tới ứng dụng công nghệ số hóa công trình di sản nói chung và CTKTGT nói riêng. Kết quả nghiên cứu và đề xuất giải pháp ứng dụng công nghệ số hóa những công trình có giá trị để làm căn cứ cho việc quản lý, gìn giữ, tôn tạo, bảo vệ các CTKTGT nói riêng và các di sản nói chung. Bên cạnh những lợi ích mà số hóa mang lại, hiện vẫn còn tồn tại các rào cản về kỹ thuật, tiêu chuẩn, nhân sự và chi phí cần được các nhà khoa học, các bên hữu quan trong lĩnh vực xây dựng quan tâm nghiên cứu và giải quyết trong thời gian tới.

Chưa nghiên cứu đánh giá cụ thể các rào cản về công nghệ, chính sách, nhân sự và chi phí của ứng dụng công nghệ số hóa cho CTKTGT tại thành phố Hải Phòng là một hạn chế của bài báo. Đây có thể là hướng nghiên cứu cần sự quan tâm của các nhà khoa học trong tương lai. Tuy nhiên, kết quả của bài báo được kỳ vọng có thể được sử dụng làm căn cứ cho việc đề xuất các giải pháp để thúc đẩy ứng dụng các công nghệ số hóa phát triển từ BIM như HBIM cho CTKTGT tại Hải Phòng nói riêng và Việt Nam nói chung.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE) trong đề tài mã số **09-2024/KHXD**. Xin cảm ơn Trường Đại học Xây dựng Hà Nội đã hỗ trợ chi phí và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

TAI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. T. Hường and M. N. Khương, “Phân tích chính sách bảo tồn nhà biệt thự trên địa bàn TP.HCM,” *Tạp chí Công thương*, vol. Số 12 (Thá, pp. 166–170, 2018.
- [2] T. A. Nguyen, S. T. Do, L. Le-Hoai, V. T. Nguyen, and T. A. Pham, “Practical workflow for cultural heritage digitalization and management: a case study in Vietnam,” *International Journal of Construction Management*, vol. 23, no. 13, pp. 2305–2319, 2023.
- [3] L. N. Thành, “Một số vấn đề về bảo tồn di sản kiến trúc trong phát triển tại các đô thị hiện đại ở nước ta,” Viện Văn hóa Nghệ thuật Quốc gia Việt Nam, 2020.
- [4] *Tạp chí Kiến trúc Việt Nam*, “Số hóa các công trình kiến trúc cần bảo tồn,” <https://kientrucvietnam.org.vn/>, 2020. [Online]. Available: <https://kientrucvietnam.org.vn/so-hoa-cac-cong-trinh-kien-truc-can-bao-ton/>. [Accessed: 20-Dec-2023].
- [5] A. Taieb, H. Dekkiche, and M. F. Sherzad, “HBIM: A Tool for Enhancing the Diagnosis of Historical Buildings: The Case of St. George’s Memorial Anglican Church, Oshawa,” *Heritage*, vol. 6, no. 8, pp. 5848–5866, 2023.
- [6] A. Gros *et al.*, “Faceting the post-disaster built heritage reconstruction process within the digital twin framework for Notre-Dame de Paris,” Nature Publishing Group UK, 2023.
- [7] E. Lucchi, “Digital twins for the automation of the heritage construction sector,” *Automation in Construction*, vol. 156, no. May, p. 105073, 2023.

[8] Thủ tướng Chính phủ Việt Nam, “Quyết định số 2026/QĐ-TTg ngày 02/12/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chương trình số hóa Di sản văn hóa Việt Nam, giai đoạn 2021 – 2030.” 2021.

[9] UBND TP Hải Phòng, “Quyết định số 3414/QĐ-UBND ngày 13/12/2017 của UBND thành phố về việc phê duyệt Đề án quản lý các công trình Kiến trúc có giá trị cần được gìn giữ, tôn tạo, bảo vệ tại TP Hải Phòng.” 2017.

[10] Sở Xây dựng Hải Phòng, “Đề án quản lý các công trình Kiến trúc có giá trị cần được gìn giữ, tôn tạo, bảo vệ tại TP Hải Phòng,” 2022.

[11] N. Q. Tuấn, N. V. Thăng, and P. T. Hường, “Định hướng phát triển du lịch di sản văn hóa tại khu phố pháp Hải Phòng,” *Tạp chí Kiến trúc*, vol. 12, 2023.

[12] G. Sammartano, M. Avena, E. Fillia, and A. Spanò, “Integrated HBIM-GIS Models for Multi-Scale Seismic Vulnerability Assessment of Historical Buildings,” *Remote Sensing*, vol. 15, no. 3, 2023.

[13] F. Al-Muqdad, “Assessing the potentials of heritage building information modelling (HBIM) in damaged heritage reconstruction,” *ARCOM 2020 - Association of Researchers in Construction Management, 36th Annual Conference 2020 - Proceedings*, no. September, pp. 25–34, 2020.

[14] J. Moyano, I. Gil-Arizona, J. E. Nieto-Julian, and D. Marin-Garcia, “Analysis and management of structural deformations through parametric models and HBIM workflow in architectural heritage,” *Journal of Building Engineering*, vol. 45, no. September 2021, 2022.

[15] A. Spanò *et al.*, “Digital Twinning for 20th Century Concrete Heritage: HBIM Cognitive Model for Torino Esposizioni Halls,” *Sensors*, vol. 23, no. 10, 2023.

[16] N. A. Thu, T. Đ. Học, and V. X. Lâm, “Xây dựng quy trình thực hiện dự án Scan to BIM và ứng dụng vào case study,” *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng*, vol. 1, no. 13, pp. 95–101, 2023.

[17] T. T. H. Quynh, L. Q. Phuong, and L. H. Nam, “Applying Bim and Related Technologies for Maintenance and Quality Management of Construction Assets in Vietnam,” *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 12, no. 5, pp. 125–135, 2021.

[18] T. T. H. Quynh, E. C. W. Lou, and L. H. Nam, “Enhancing bim diffusion through pilot projects in Vietnam,” *Engineering Journal*, vol. 25, no. 7, pp. 167–176, 2021.

[19] Công ty Cổ phần Tư vấn Thiết kế Cảng – Kỹ thuật Biển, “Saigon Opera House | Heritage Building Information Modeling (H-BIM) - Chorus of ‘Time,’” 2021, 2021. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=89ea5VPCkM8>. [Accessed: 20-Jan-2024].

[20] T. A. Nguyen, A. H. Trinh, and T.-A. Pham, “Enhancing the digitization of cultural heritage: State-of-Practice,” in *The 9th International Conference on Construction Engineering and Project Management*, 2022, pp. 1075–1084.