

Nghiên cứu giải pháp tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình thông tin công trình (BIM) trong các dự án xây dựng công trình dân dụng tại Việt Nam

Research on integrating technical specification with building information modeling (BIM) in residential construction projects in Vietnam

> TS ĐÀO HUY HOÀNG^{1*}, THS LƯƠNG PHƯỚC THUẬN¹, THS TRẦN ĐẠI QUANG²

¹Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

²Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

*Email: daohuyhoang@mtu.edu.vn

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, Chính phủ Việt Nam và Bộ Xây dựng đang thúc đẩy việc áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong ngành Xây dựng thông qua nhiều nghị định, quy định và thông tư. Nhận thấy tầm quan trọng và lợi ích mà việc áp dụng BIM mang lại cho các dự án, bài báo đề xuất giải pháp tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM nhằm giải quyết những tồn tại, hạn chế trong công tác quản lý chỉ dẫn kỹ thuật hiện nay. Trọng tâm của giải pháp là xây dựng cơ sở dữ liệu số cho hệ thống chỉ dẫn kỹ thuật và tích hợp cơ sở dữ liệu này với mô hình BIM thông qua các công nghệ phần mềm hỗ trợ.

Giải pháp tích hợp mang lại những lợi ích cho chủ đầu tư như: có được một nguồn dữ liệu kỹ thuật chuẩn hóa, tập trung, tránh phụ thuộc vào nhiều hồ sơ rời rạc từ nhà thầu; dễ dàng kiểm tra sự phù hợp giữa thiết kế, thi công và vận hành, vì toàn bộ tiêu chuẩn kỹ thuật đều gắn với mô hình BIM; hỗ trợ quản lý tài sản, bảo trì và nâng cấp trong suốt vòng đời công trình; giảm chi phí phát sinh do sai sót kỹ thuật hoặc chậm trễ trong nghiệm thu - một yếu tố thường gây tăng chi phí dự án. Đặc biệt đối với cơ quan quản lý nhà nước, các lợi ích mang lại như sau: có thể trực tiếp kiểm tra mô hình số và các chỉ dẫn kỹ thuật kèm theo, giúp rút ngắn thời gian thẩm định; dễ dàng kiểm soát việc tuân thủ tiêu chuẩn, quy chuẩn xây dựng vì mọi chỉ dẫn đều đã được chuẩn hóa và truy xuất nhanh trên nền tảng số; hỗ trợ công tác thanh tra, kiểm toán sau khi dự án hoàn thành.

Từ khóa: Mô hình thông tin công trình (BIM); chỉ dẫn kỹ thuật.

ABSTRACT

In recent years, the Government of Vietnam and the Ministry of Construction have been promoting the application of Building Information Modeling (BIM) in the construction industry through various decrees, regulations, and circulars. Recognizing the importance and benefits that BIM can bring to projects, this article proposes a solution to integrate technical specification with the BIM model to address the existing issues and limitations in the management of technical instructions today. The focus of the proposed solution is to develop a digital database for the technical specification system and integrate that database with the BIM model using supporting software technologies. The integration solution offers benefits to investors such as: obtaining a standardized, centralized technical data source, avoiding reliance on multiple fragmented documents from contractors; easily checking the consistency between design, construction, and operation, as all technical standards are linked to the BIM model; supporting asset management, maintenance, and upgrades throughout the life cycle of the project; and reducing costs incurred due to technical errors or delays in acceptance, a factor that often leads to increased project costs. Particularly for government regulatory agencies, the benefits include: the ability to directly inspect the digital model and the accompanying technical instructions, which helps shorten the appraisal time; easier control over compliance with construction standards and regulations, as all instructions have been standardized and can be quickly accessed on a digital platform; and supporting inspection and auditing after project completion.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); technical specification.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cùng với sự phát triển nhanh chóng về khoa học và công nghệ, nhiều công nghệ mới đã và đang được ứng dụng vào trong ngành Xây dựng trên thế giới và tại Việt Nam hiện nay. Những công nghệ mới này, ở các mức độ khác nhau, đã giúp tăng năng suất lao động, tính hiệu quả của công việc, giảm lãng phí trong xây dựng. Trong số đó, Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling, viết tắt là BIM) được ngành Xây dựng của nhiều quốc gia và các học giả hàng đầu đánh giá đang và sẽ là công nghệ chủ đạo trong nhiều thập niên sắp tới và có khả năng giúp lĩnh vực thiết kế, xây dựng và quản lý công trình giải quyết được các vấn đề lãng phí, năng suất thấp và thiếu hiệu quả đang tồn tại.

Chỉ dẫn kỹ thuật là tập hợp các yêu cầu kỹ thuật dựa trên các quy chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn được áp dụng cho thiết kế, xây dựng công trình nhằm mục đích hướng dẫn các quy định về vật liệu, sản phẩm, thiết bị... được sử dụng và các công tác thi công, giám sát, nghiệm thu công trình xây dựng. Hiện nay, hầu hết các chỉ dẫn kỹ thuật được sao chép giữa các dự án tương tự và chỉnh sửa một số nội dung cho phù hợp với dự án. Tuy nhiên, điều này khiến chất lượng của chỉ dẫn kỹ thuật không đảm bảo yêu cầu do người lập khó kiểm soát hết các nội dung của chỉ dẫn kỹ thuật, đặc biệt với các dự án có quy mô lớn, phức tạp, từ đó gây ra các rủi ro có thể gặp phải trong quá trình thực hiện dự án. Để giải quyết các vấn đề đó, giải pháp tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM trong dự án xây dựng các công trình dân dụng là hết sức cần thiết.

2. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP TÍCH HỢP CHỈ DẪN KỸ THUẬT VỚI MÔ HÌNH BIM

2.1. Thực trạng ứng dụng mô hình BIM trong ngành Xây dựng tại Việt Nam hiện nay

2.1.1. Thực trạng chung

Trong những năm gần đây, việc áp dụng BIM trong các dự án xây dựng tại Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể, trở thành xu hướng tất yếu trong tương lai. Đặc biệt với Quyết định 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023, của Thủ tướng Chính phủ việc áp dụng BIM đã trở thành yêu cầu bắt buộc cho các dự án sử dụng vốn đầu tư công, vốn nhà nước ngoài đầu tư công và đầu tư theo phương thức đối tác công tư, tạo nền tảng quan trọng để tăng cường tính minh bạch, nâng cao năng lực quản lý của các đơn vị liên quan và thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong ngành Xây dựng. Việc áp dụng BIM trong các dự án xây dựng hiện nay mang lại những lợi ích như sau: hỗ trợ xây dựng mô hình hiện trạng; hỗ trợ tạo lập mô hình 3D; hỗ trợ phân tích năng lượng, nhiệt độ và ánh sáng; hỗ trợ phân tích kết cấu; hỗ trợ quản lý tiến độ thi công; hỗ trợ lập dự toán xây dựng công trình và hỗ trợ quản lý, vận hành công trình.

Tuy nhiên, để triển khai áp dụng BIM hiệu quả và đồng bộ trong thời gian tới, chúng ta cần có các giải pháp toàn diện và khách quan. Đầu tiên, việc nâng cao năng lực và đào tạo nguồn nhân lực có chuyên môn về BIM là rất quan trọng nhằm đáp ứng yêu cầu về công nghệ, kỹ thuật ngày càng cao của các dự án. Cùng với đó, cần đầu tư vào cơ sở hạ tầng công nghệ, bao gồm phần mềm, phần cứng và nền tảng quản lý dữ liệu để đảm bảo khả năng tương thích và hiệu quả trong quản lý thông tin. Xây dựng các tiêu chuẩn và quy trình cụ thể là yếu tố cần thiết để tạo sự thống nhất trong việc triển khai BIM tại các dự án xây dựng. Ngoài ra, cần có các chính sách khuyến khích từ phía nhà nước như hỗ trợ tài chính, ưu đãi thuế hoặc cấp vốn cho các dự án tiên phong áp dụng BIM. Những giải pháp này sẽ thúc đẩy việc áp dụng BIM phổ biến hơn trong các dự án xây dựng tại Việt Nam, đẩy nhanh việc chuyển đổi số trong ngành Xây dựng theo chủ trương của Chính phủ và Bộ Xây dựng.

2.1.2. Thực trạng công tác xây dựng, quản lý chỉ dẫn kỹ thuật trong các dự án xây dựng áp dụng BIM

Hiện nay trong các dự án xây dựng áp dụng BIM, chỉ dẫn kỹ thuật thường phải gắn ngoài (thông qua đường dẫn) và lưu rời rạc thông qua tập tài liệu văn bản (dưới dạng Word hoặc Excel). Một số ít đơn vị xây dựng cho biết họ đã bắt đầu thử nghiệm tích hợp các thông tin chỉ dẫn kỹ thuật vào mô hình BIM nhưng hiện chỉ tích hợp được các thông tin nhỏ lẻ như kích thước, đặc tính cơ bản do hạn chế về tính năng của các phần mềm thiết kế mô hình. Do đó quản lý chỉ dẫn kỹ thuật vẫn riêng lẻ và không nhất quán thông tin với mô hình BIM, điều này dẫn đến tình trạng các thông tin kỹ thuật trong mô hình (như vật liệu, tiêu chuẩn, thông số kỹ thuật) không khớp với nội dung trong chỉ dẫn kỹ thuật. Những khó khăn, hạn chế mà các dự án áp dụng BIM gặp phải khi quản lý chỉ dẫn kỹ thuật còn chưa nhất quán với mô hình BIM, như sau:

- Hạn chế trong phát hiện và kiểm soát xung đột thông tin: làm giảm khả năng kiểm tra tính chính xác của các yêu cầu kỹ thuật. Xung đột thông tin giữa các bộ môn (kiến trúc, kết cấu, MEP) thường chỉ được phát hiện ở giai đoạn sau, dẫn đến chậm trễ hoặc tăng chi phí xử lý;

- Không tự động hóa quá trình kiểm tra: Thiếu công cụ liên kết giữa chỉ dẫn kỹ thuật và mô hình BIM khiến việc kiểm tra thông tin hoàn toàn thủ công, mất thời gian và dễ bị bỏ sót;

- Ảnh hưởng đến quá trình ra quyết định: Các bên liên quan, bao gồm nhà thầu và tư vấn giám sát, gặp khó khăn trong việc xác định thông tin nào là chính xác khi có sự sai lệch giữa mô hình BIM và chỉ dẫn kỹ thuật;

- Quản lý thay đổi thiếu hiệu quả: Khi có sự thay đổi trong thiết kế hoặc chỉ dẫn kỹ thuật, thông tin thường không được cập nhật đồng bộ giữa các tài liệu và mô hình BIM. Điều này dễ gây ra nhầm lẫn và sai sót trong quá trình thi công;

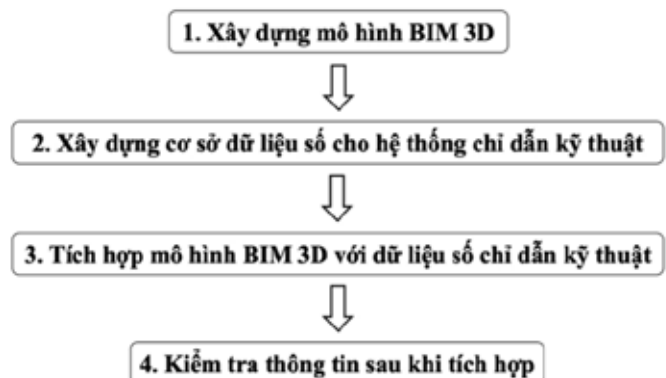
- Tăng chi phí, thời gian quản lý dự án: Việc kiểm tra tính nhất quán giữa mô hình BIM và chỉ dẫn kỹ thuật thường đòi hỏi sự tham gia của nhiều nhân sự, dẫn đến chi phí và thời gian quản lý cao hơn;

- Khó khăn trong chuyển giao dữ liệu: Việc tách biệt dữ liệu kỹ thuật và mô hình BIM làm giảm giá trị của mô hình khi bàn giao cho chủ đầu tư hoặc đơn vị quản lý vận hành.

Từ những phân tích khó khăn, hạn chế ở trên, việc số hoá dữ liệu chỉ dẫn kỹ thuật, xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu chỉ dẫn kỹ thuật số và tích hợp trực tiếp với mô hình BIM là hết sức cần thiết.

2.3. Đề xuất giải pháp

Căn cứ vào lộ trình áp dụng BIM trong ngành Xây dựng tại Việt Nam cùng với tình hình thực tế tại các đơn vị xây dựng, giải pháp tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM trong các dự án xây dựng công trình dân dụng được đề xuất bao gồm 4 bước theo sơ đồ sau:



Hình 1. Sơ đồ các bước thực hiện tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM

Bước 1: Xây dựng mô hình BIM 3D cho công trình

Mô hình BIM 3D cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Mô hình hóa đầy đủ các cấu kiện kiến trúc, kết cấu, cơ điện;
- Gán các thuộc tính cơ bản theo từng đối tượng;
- Áp dụng quy ước đặt tên rõ ràng cho các đối tượng nhằm phục vụ phân loại sau này;
- Đảm bảo mô hình đáp ứng yêu cầu Level of Development (LOD) 300 trở lên, đủ chi tiết để thực hiện gán thông tin kỹ thuật chính xác theo từng cấu kiện.

Bước 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu số cho hệ thống chỉ dẫn kỹ thuật

Đây là một bước rất quan trọng nhằm tạo ra một thư viện số tập hợp dữ liệu các chỉ dẫn kỹ thuật của ngành nhằm sử dụng cho nhiều dự án khác nhau. Chi tiết xây dựng cơ sở dữ liệu số cho hệ thống chỉ dẫn kỹ thuật như sau:

- Thu thập và tổng hợp toàn bộ các chỉ dẫn kỹ thuật hiện có từ nhiều nguồn khác nhau như QCVN, TCVN, tiêu chuẩn ngành và các tài liệu quốc tế có liên quan. Sau khi thu thập, cần tiến hành đánh giá chất lượng và tính cập nhật của các tài liệu. Thực hiện việc này đảm bảo chỉ những thông tin chính xác và có giá trị mới được đưa vào cơ sở dữ liệu

- Nhập dữ liệu chỉ dẫn kỹ thuật vào thư viện số. Hiện nay trên thị trường có khá nhiều phần mềm hỗ trợ xây dựng, quản lý thư viện số thông tin chỉ dẫn kỹ thuật, tuy nhiên Design Spec là công nghệ phần mềm được đề xuất vì những ưu điểm sau: giúp các bên liên quan (kiến trúc sư, kỹ sư thiết kế, chủ đầu tư, đơn vị thi công) quản lý thông tin kỹ thuật một cách trực quan, đồng nhất và có thể truy xuất theo từng cấu kiện, thiết bị, khu vực hoặc giai đoạn dự án; tạo ra một hệ thống phân quyền, phê duyệt và theo dõi phiên bản giúp kiểm soát thông tin kỹ thuật minh bạch, có truy vết; có hệ thống quản lý “Spec - Specification” chuyên biệt hỗ trợ các công cụ báo cáo, tổng hợp chỉ dẫn kỹ thuật theo khu vực, bộ môn, hoặc giai đoạn thiết kế/thi công; và quan trọng nhất là Design Spec tương thích với nhiều phần mềm thiết kế mô hình BIM, trong việc đồng bộ dữ liệu 2 chiều và hỗ trợ gắn trực tiếp chỉ dẫn kỹ thuật vào mô hình BIM qua thành công cụ Design Spec có thể được cài trên phần mềm thiết kế.

Bước 3: Tích hợp mô hình BIM 3D với dữ liệu số chỉ dẫn kỹ thuật

Tích hợp mô hình BIM 3D với dữ liệu số chỉ dẫn kỹ thuật: đồng bộ dữ liệu từ phần mềm thiết kế mô hình BIM và từ phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu số cho hệ thống chỉ dẫn kỹ thuật cho từng đối tượng/cấu kiện (theo phân loại, khu vực không gian và thông số kỹ thuật).

Bước 4: Kiểm tra thông tin sau khi tích hợp

Kiểm tra thông tin sau khi tích hợp bằng cách thay đổi thông tin của các đối tượng/cấu kiện trên mô hình thiết kế và kiểm tra việc cập nhật thay đổi thông tin của các đối tượng/cấu kiện đó trên cơ sở dữ liệu số. Nếu thông tin thay đổi trùng khớp chứng tỏ việc tích hợp đã hoàn thành và chính xác.

3. THỬ NGHIỆM GIẢI PHÁP TÍCH HỢP

3.1. Mục tiêu

Hướng dẫn chi tiết thực hiện các bước trong giải pháp tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM.

- Đánh giá tính khả thi và hiệu quả của việc tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM tại dự án xây dựng công trình dân dụng thực tế.

3.2. Thông tin dự án thử nghiệm

- Tên dự án: Tòa nhà Văn phòng Viettel Nam Định;
- Đặc điểm: Công trình quy mô trung bình, gồm 01 tầng hầm, 09 tầng nổi, diện tích sàn 700 m². Công trình có đầy đủ các thành

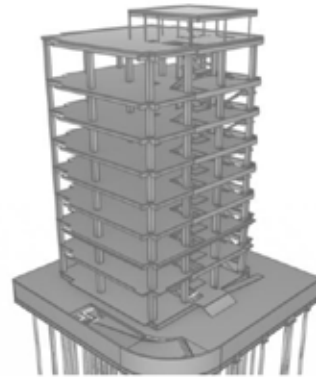
phần kiến trúc, kết cấu và cơ điện là đối tượng phù hợp thực hiện thử nghiệm.

3.3. Thực hiện thử nghiệm

Bước 1: Xây dựng mô hình BIM 3D của công trình bao gồm mô hình Kiến trúc, Kết cấu và Cơ điện (sử dụng phần mềm thiết kế Autodesk Revit).



Hình 2. Mô hình Kiến trúc của tòa nhà văn phòng



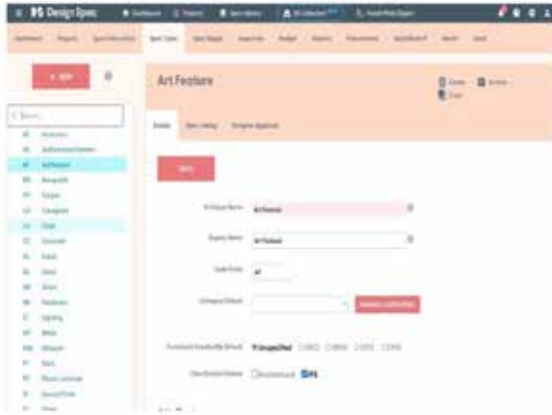
Hình 3. Mô hình Kết cấu của tòa nhà văn phòng



Hình 4. Mô hình Cơ điện của tòa nhà văn phòng

Bước 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu số cho hệ thống chỉ dẫn kỹ thuật của công trình trên Design Spec, ví dụ cho Kiến trúc có cửa, trần, hoàn thiện sàn, vách kính..., cho Kết cấu có cột, dầm, sàn BTCT, móng đơn... và cho Cơ điện có đèn, ổ cắm, quạt, tủ điện, ống gió, máy lạnh... Tiêu chuẩn chỉ dẫn kỹ thuật trong dự án thử nghiệm là dựa trên bộ tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) hiện hành, phù hợp với pháp luật và thực tiễn quản lý. Các thông tin chỉ dẫn kỹ thuật được phân loại sử dụng hệ thống OmniClass và được nhập vào bao gồm:

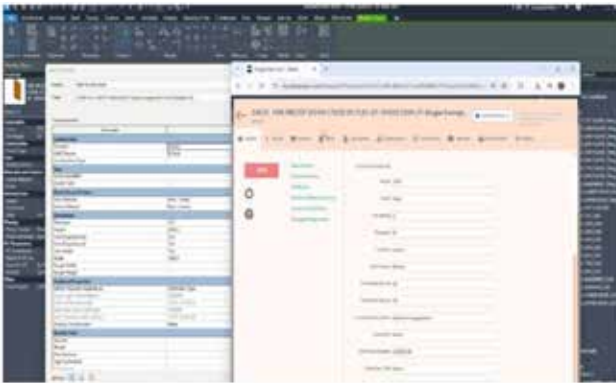
loại đối tượng (cấu kiện, thiết bị, phòng, khu vực), các chỉ số kỹ thuật cần kiểm tra (cường độ, độ bền, hệ số an toàn, điều kiện môi trường), phương pháp và tần suất nghiệm thu, tiêu chuẩn quản lý vận hành, bảo trì sau khi bàn giao.



Hình 5. Minh họa thiết lập thông tin chỉ dẫn kỹ thuật trên Design Spec

Bước 3: Tích hợp mô hình BIM 3D với chỉ dẫn kỹ thuật trên Design Spec. Việc đồng bộ dữ liệu từ mô hình BIM 3D lên Design Spec được thực hiện như sau:

- Cài công cụ Design Spec trên phần mềm thiết kế Revit (sử dụng Add-in);
- Lọc và chọn các đối tượng trong Revit (có gắn mã Spec_ID);
- Đồng bộ các đối tượng lên Design Spec theo phân loại: Cấu kiện/thiết bị (Specs); Khu vực không gian (Areas) và Thông số kỹ thuật (Parameters).



Hình 6. Ví dụ minh họa chỉ dẫn kỹ thuật của cấu kiện "Fire Proof Door" trên Design Spec và trên Autodesk Revit sau khi đồng bộ

Bước 4: Kiểm tra thông tin sau khi tích hợp bằng cách lựa chọn một đối tượng/cấu kiện trên mô hình BIM, thay đổi thông tin trên Revit và kiểm tra việc cập nhật thay đổi thông tin của đối tượng/cấu kiện đó trên Design Spec. Nếu thông tin thay đổi trùng khớp chứng tỏ việc tích hợp đã hoàn thành và chính xác.

3.3. So sánh kết quả đạt được từ dự án thử nghiệm với phương pháp quản lý chỉ dẫn kỹ thuật thông thường

Phương pháp quản lý chỉ dẫn kỹ thuật thông thường là phương pháp sử dụng Word và Excel để lập và quản lý hệ thống thông tin chỉ dẫn kỹ thuật. Thông tin chỉ dẫn kỹ thuật được in ra văn bản độc lập và tách rời với bản vẽ thiết kế hay mô hình kỹ thuật số.

Từ dự án thử nghiệm, việc tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM mang lại những lợi ích sau nếu so với phương pháp quản lý chỉ dẫn kỹ thuật thông thường, theo Bảng 1.

Bảng 1. Lợi ích mang lại dự án từ việc tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM

Nội dung	Phương pháp thông thường	Giải pháp tích hợp
1. Hình thức thể hiện	Văn bản tách biệt với bản vẽ.	Dữ liệu được gắn trực tiếp trên mô hình 3D và quản lý tập trung trên nền tảng số.
2. Mối liên hệ với mô hình thiết kế	Không có liên kết trực tiếp, cần tra cứu thủ công.	Gắn trực tiếp vào đối tượng trong mô hình, dễ tra cứu tìm kiếm thông tin.
3. Quản lý theo không gian sử dụng	Phân loại bằng tay, dễ sai sót hoặc thiếu đồng bộ.	Tự động gắn thông tin kỹ thuật với không gian
4. Cập nhật khi thay đổi thiết kế	Phải sửa độc lập, dễ quên hoặc mâu thuẫn thông tin.	Cập nhật hai chiều giữa mô hình và phần mềm quản lý chỉ dẫn kỹ thuật, theo dõi, kiểm soát được quá trình chỉnh sửa.
5. Quản lý phê duyệt	Không có chức năng phê duyệt nội bộ hoặc phân quyền người kiểm duyệt.	Có hệ thống phê duyệt rõ ràng, lưu vết từng lần duyệt hoặc cập nhật.
6. Tái sử dụng thư viện	Thư viện tách rời, không đồng nhất giữa các dự án. Tái sử dụng bằng cách chỉnh sửa thủ công dễ sai sót.	Có thể tạo thư viện thông tin tái sử dụng cho nhiều dự án khác nhau.
7. Khả năng phối hợp	Dễ bị hiểu nhầm giữa thiết kế và thi công do mô tả không trực quan.	Xem trực tiếp thông số kỹ thuật ngay trên mô hình BIM.
8. Xuất báo cáo kỹ thuật	Xuất bảng biểu thủ công, mất thời gian và dễ lỗi định dạng.	Xuất tự động theo từng khu vực, bộ môn, trạng thái duyệt, định dạng PDF/Word.
9. Tích hợp với công tác nghiệm thu, bàn giao	Thường phải làm bảng kiểm riêng, mất công rà soát.	Mã tài sản, thông số cho từng thiết bị nên hỗ trợ nghiệm thu, quản lý vận hành.

4. KẾT LUẬN

Giải pháp tích hợp chỉ dẫn kỹ thuật với mô hình BIM mang lại một số lợi ích như: giúp dễ dàng gắn, chỉnh sửa và truy xuất các thông tin kỹ thuật trên từng đối tượng thiết kế; giúp rút ngắn thời gian biên soạn chỉ dẫn kỹ thuật theo cách thông thường, giảm thiểu sai sót nhập liệu, tăng tính nhất quán và khả năng phối hợp giữa các bộ môn; tăng tính minh bạch và truy xuất dữ liệu trong quá trình thiết kế, thi công và nghiệm thu công trình; hỗ trợ báo cáo thông tin chỉ dẫn kỹ thuật theo từng khu vực, không gian, phục vụ tốt cho bàn giao tài sản, công tác bảo trì và quản lý vận hành công trình. Tuy nhiên để thực hiện việc tích hợp, còn một số trở ngại như chi phí ban đầu cao, thời gian ban đầu lâu hay cần nguồn nhân lực có trình độ hiểu biết cả về BIM và chỉ dẫn kỹ thuật.

Thử nghiệm giải pháp tích hợp tại một dự án xây dựng công trình dân dụng cho thấy việc áp dụng giải pháp tích hợp là hoàn toàn khả thi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Canadian Design and Construction Report: BIM and specification writing: the great disconnect (2017).
- [2]. Design Spec, <https://www.Design Spec.com>.
- [3]. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K.: BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Wiley, Hoboken (2011).
- [4]. Tường, Thế Biên (2014), "Kinh nghiệm ứng dụng Mô hình thông tin công trình tại công ty Polysius Việt Nam". Tạp chí Kinh tế xây dựng số 03/2014.
- [5]. Utiome, E.A.E.: Extending building information models to construction specifications (2010).