

Nghiên cứu sơ bộ và đề xuất các giải pháp hoàn thiện công tác quản lý thiết kế công trình kết cấu thép tại Việt Nam

A preliminary research and proposed solutions for improving the design management of steel structure projects in Vietnam

> ĐINH TRỌNG HÙNG^{1,*}, PHẠM THÀNH NGHIỆP², ĐINH TRUNG HIẾU³

¹Khoa Quản lý xây dựng, Trường Đại học Giao thông vận tải

²Phân hiệu Trường Đại học Giao thông vận tải tại TP.HCM

³Khoa Vận tải kinh tế, Trường Đại học Giao thông vận tải

*Email: dthung@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bối cảnh công nghiệp hóa mạnh mẽ, ngành Xây dựng Việt Nam đang chứng kiến sự dịch chuyển sang các giải pháp kết cấu thép nhờ ưu điểm vượt trội về cường độ chịu lực và tốc độ thi công. Tuy nhiên, thực tiễn công tác quản lý thiết kế hiện nay vẫn đối mặt với nhiều thách thức hệ thống như quy trình thiếu tính đồng bộ, phụ thuộc quá mức vào kinh nghiệm cá nhân và sự đứt gãy thông tin giữa các khâu thiết kế - chế tạo - lắp dựng. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu nhận diện các hạn chế hệ thống và đề xuất khung giải pháp quản trị hiện đại cho doanh nghiệp. Kết quả nghiên cứu chỉ ra những hạn chế cốt lõi về môi trường dữ liệu chung và tình trạng kiểm soát phiên bản hồ sơ thủ công dẫn đến rủi ro sai lệch thông tin. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý tích hợp dựa trên công nghệ BIM kết hợp với lộ trình kiện toàn nguồn nhân lực chuyên sâu. Giải pháp không chỉ giúp tối ưu hóa sự phối hợp giữa các bên liên quan, giảm thiểu rủi ro sai sót tại hiện trường mà còn cung cấp luận cứ khoa học thực tiễn cho lộ trình số hóa của các doanh nghiệp kết cấu thép tại Việt Nam, đóng góp thiết thực vào hệ thống lý luận quản trị dự án xây dựng hiện đại.

Từ khóa: Kết cấu thép; BIM; CDE.

ABSTRACT

During rapid industrialization, the Vietnamese construction industry is witnessing a significant shift toward steel structure solutions, driven by their superior load-bearing capacity and accelerated construction timelines. However, current design management practices continue to face systemic challenges, including fragmented workflows, excessive reliance on individual experience, and information gaps between the design, fabrication, and erection phases. This research aims to identify these systemic bottlenecks and propose a modern management framework for enterprises. Findings highlight core deficiencies in the Common Data Environment (CDE) and manual document version control, both of which increase the risk of informational discrepancies. Consequently, the study proposes an integrated management solution leveraging Building Information Modeling (BIM) technology, coupled with a roadmap for specialized human resource development. This approach not only optimizes stakeholder coordination and minimizes on-site errors but also provides a practical scientific basis for the digitalization of steel structure firms in Vietnam, contributing meaningfully to the theoretical framework of modern construction project management.

Keywords: Steel structures; BIM; CDE.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đáp ứng nhu cầu xây dựng công nghiệp, ngành xây dựng đang chứng kiến sự chuyển dịch mạnh mẽ sang các giải pháp kết cấu thép nhờ các ưu điểm vượt trội về cường độ chịu lực, tính linh hoạt trong kiến trúc và khả năng thi công nhanh. Tại Việt Nam, nhu cầu đối với các công trình kết cấu thép như nhà xưởng nhịp lớn, nhà

kho thông minh và các công trình biểu tượng đang gia tăng nhanh chóng, đặt ra yêu cầu cao về năng lực quản lý của các doanh nghiệp xây dựng.

Quản lý thiết kế đóng vai trò là giai đoạn then chốt, quyết định đến 80% hiệu quả kinh tế và an toàn kỹ thuật của toàn bộ dự án kết cấu thép. Tuy nhiên, thực tiễn triển khai tại các doanh nghiệp hàng đầu hiện nay

vấn đối mặt với nhiều thách thức có tính hệ thống [1], [2]. Các nghiên cứu sơ bộ cho thấy quy trình quản lý hiện hành thường thiếu tính đồng bộ, phụ thuộc quá mức vào kinh nghiệm cá nhân và thiếu sự kết nối liên mạch giữa các khâu thiết kế - chế tạo - lắp dựng [3]. Sự phân mảnh thông tin này không chỉ dẫn đến các sai sót kỹ thuật gây lãng phí vật liệu mà còn làm tăng rủi ro về tiến độ và chi phí phát sinh.

Bên cạnh đó, mặc dù công nghệ Mô hình thông tin công trình (BIM) đã bắt đầu được áp dụng, nhưng việc thiếu một môi trường dữ liệu chung thống nhất đã hạn chế khả năng phối hợp đa bên và quản lý phiên bản hồ sơ [4]. Năng lực của đội ngũ nhân sự cũng bộc lộ sự chênh lệch đáng kể, đặc biệt là trong việc xử lý các liên kết phức tạp và áp dụng các bộ tiêu chuẩn quốc tế như AISC hay Eurocode.

Nghiên cứu này tập trung vào việc nhận diện các nhân tố ảnh hưởng và những nút thắt trong quy trình quản lý công trình kết cấu thép thực tế, nghiên cứu đề xuất một khung quản lý thiết kế tích hợp dựa trên nền tảng BIM/CDE kết hợp với lộ trình tối ưu hóa nguồn nhân lực chuyên sâu. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh cho doanh nghiệp mà còn cung cấp cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện công tác quản lý chất lượng thiết kế trong bối cảnh chuyển đổi số của ngành xây dựng Việt Nam.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Quản lý thiết kế trong công trình kết cấu thép được định nghĩa là một hệ thống các phương thức quản trị bao gồm: hoạch định, tổ chức, điều phối và giám sát các nguồn lực, quy trình nghiệp vụ cùng

Bảng 1. Thống kê tóm tắt các kết quả nghiên cứu và nhận định của các nhóm tác giả

Tác giả	Lĩnh vực / Chủ đề nghiên cứu	Các vấn đề & Thách thức được chỉ ra
Avendaño và cộng sự [1]	Tối ưu hóa quy trình quản lý dự án kết cấu thép.	- Vật liệu thép làm tăng độ phức tạp trong quản lý luồng thông tin.
		- Thiếu tính liên tục khi ứng dụng BIM qua các vòng đời dự án.
		- Hạn chế công nghệ ở khâu lập kế hoạch và vận chuyển (logistics yếu kém).
Jiao và Cao [2]	Tối ưu hóa quy trình quản lý dự án.	- Sự tách biệt nghiêm trọng giữa khâu thiết kế và thi công.
		- Dùng bản vẽ 2D truyền thống gây trễ dữ liệu, sai lệch thực tế, tăng rủi ro làm lại và khó kiểm soát chi phí.
		- Thiết kế giai đoạn đầu thiếu chiều sâu, thiếu nền tảng cộng tác BIM tích hợp.
Nguyễn Anh Thư và cộng sự [5]	Tối ưu hóa quy trình quản lý dự án hạ tầng & dân dụng.	- Thiết kế 2D truyền thống bị giới hạn không gian, khó hình dung và kiểm soát xung đột hệ thống cơ điện/kỹ thuật.
		- Thiếu môi trường dữ liệu chung làm thông tin rời rạc, tăng sai sót và chi phí khi triển khai thực địa.
Nguyễn Anh Đức và cộng sự [6]	Giai đoạn thi công.	- Phụ thuộc vào tiêu chuẩn lạc hậu (TCVN 4453:1995) tạo ra khoảng trống kỹ thuật (thiếu quy định tải trọng, chống đỡ).
		- Kỹ sư phải dùng kinh nghiệm chủ quan thay vì tính toán chuẩn hóa.
		- Gây không nhất quán giữa hồ sơ thiết kế và thực tế nghiệm thu.

Công tác quản lý thiết kế kết cấu thép hiện đang đối mặt với nhiều rủi ro hệ thống do sai sót trong tính toán kỹ thuật, áp dụng sai tiêu chuẩn và lựa chọn vật liệu chưa tối ưu. Những yếu kém này không chỉ làm giảm tuổi thọ công trình, cản trở quá trình gia công và lắp đặt, mà còn gây lãng phí ngân sách, chậm tiến độ và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cháy nổ. Nguyên nhân cốt lõi xuất phát từ năng lực nhân sự còn hạn chế, quy trình phối hợp rời rạc gây đứt gãy thông tin giữa các bên, cùng với sự thiếu thống nhất trong quản lý hồ sơ và tiêu chuẩn kiểm định. Để khắc phục triệt để các sai lệch khi thi công thực tế, đòi hỏi một sự thay đổi toàn diện về tư duy quản trị và tập trung bồi dưỡng nghiệp vụ chuyên sâu.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu áp dụng phương pháp nghiên cứu trường hợp điển hình để đi sâu vào phân tích các khía cạnh đặc thù trong quản trị thiết kế kết cấu thép tại Việt Nam. Ngoài ra, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích định tính để đánh giá tính hiệu quả của các

hệ thống dữ liệu kỹ thuật. Hoạt động này hướng tới mục tiêu thiết lập và hoàn thiện bộ hồ sơ thiết kế kỹ thuật cùng hệ thống bản vẽ chế tạo chi tiết, đảm bảo tính chuẩn xác, đồng bộ và tối ưu hóa cho toàn bộ vòng đời triển khai dự án.

Khác với phương thức quản lý thiết kế bê tông cốt thép truyền thống vốn tập trung nhiều vào quá trình tạo hình tại chỗ, quản lý thiết kế kết cấu thép mang tính đặc thù cao do sự gắn liền giữa giải pháp kỹ thuật và công nghệ sản xuất cơ khí. Các trọng điểm đặc thù bao gồm:

- *Tính khả thi về chế tạo*: Thiết kế cần đảm bảo hai yếu tố chính: khả năng chịu lực và dễ chế tạo. Kết cấu cũng cần đảm bảo yêu cầu tính khả thi về lắp dựng được trình bày ở dưới.

- *Tính khả thi về lắp dựng*: Trọng tâm của quản lý thiết kế là đảm bảo các cấu kiện có thể được vận chuyển và lắp ghép tại công trường một cách an toàn, nhanh chóng.

- *Hệ thống hóa và quản lý dòng thông tin*: Đây là đặc thù then chốt trong kỷ nguyên số hóa ngành Xây dựng. Quá trình này yêu cầu kiểm soát chặt chẽ tính nhất quán của dòng dữ liệu từ mô hình thông tin 3D sang hệ thống bản vẽ chi tiết 2D, bảng thống kê vật liệu và đặc biệt là các tệp dữ liệu điều khiển máy gia công tự động (CNC). Việc quản lý tốt luồng thông tin này giúp triệt tiêu các sai sót chuyển đổi và đảm bảo sự khớp nối giữa thiết kế và sản xuất thực tế.

Các nghiên cứu về quản lý dự án kết cấu thép đã được các tác giả trong và ngoài nước tìm hiểu và chỉ ra các vấn đề cũng như thách thức đặt ra:

quy trình quản lý hiện hữu. Phạm vi nghiên cứu tập trung vào các quy trình quản lý hồ sơ thiết kế, công tác điều phối giữa các bộ phận (thiết kế - sản xuất - thi công), và việc ứng dụng công nghệ trong kiểm soát thay đổi và quản lý phiên bản bản vẽ.

Dữ liệu nghiên cứu được thu thập dựa trên sự kết hợp giữa phương pháp đánh giá tài liệu nội bộ và xây dựng sơ đồ quy trình vận hành thực tế. Tác giả tiến hành phân tích hệ thống quản lý chất lượng theo tiêu chuẩn ISO, các biểu mẫu điều hành nội bộ và hồ sơ kỹ thuật của các dự án trọng điểm; đồng thời thực hiện mô hình hóa luồng công việc hiện hữu nhằm nhận diện cơ chế tương tác giữa các bên liên quan.



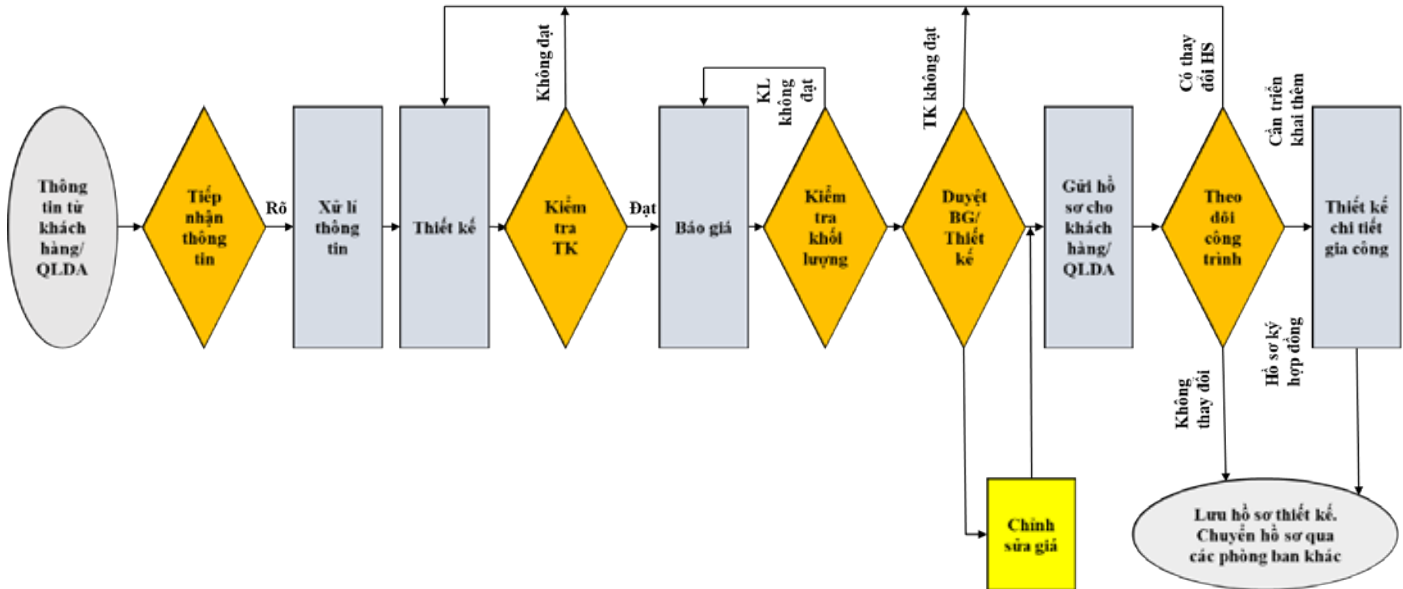
Hình 1. Sơ đồ tiến trình nghiên cứu

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Hệ thống quản lý công trình kết cấu thép được xây dựng qua hai tiến trình bổ trợ chặt chẽ cho nhau: (1) Quy trình triển khai hồ sơ thiết kế kết hợp báo giá và (2) Quy trình kiểm định chất lượng nguyên vật liệu đầu vào.

Trong quy trình triển khai dự án, sự vận hành bắt đầu từ việc tiếp nhận và thẩm định tính minh bạch của thông tin từ phía đối tác. Điểm cốt yếu của tiến trình này nằm ở cơ chế kiểm soát đa tầng, nơi hồ sơ thiết kế phải được phê duyệt về mặt kỹ thuật trước khi chuyển

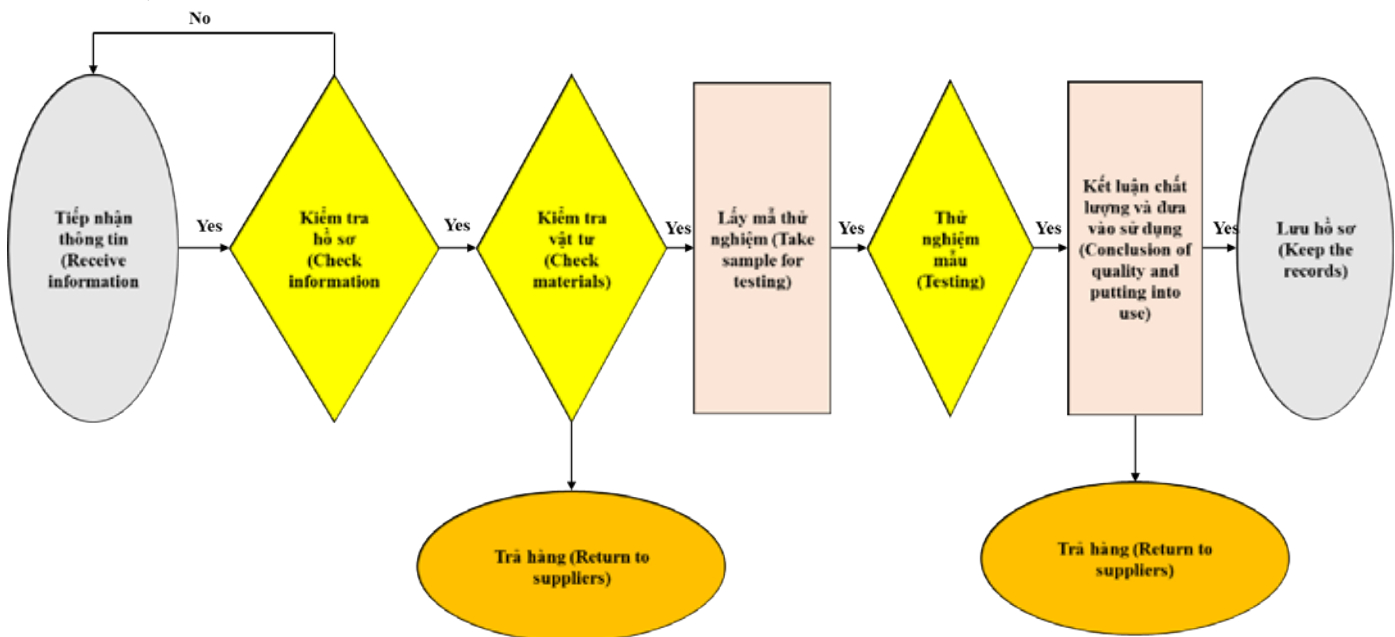
sang giai đoạn lập dự toán và thẩm định khối lượng. Sự tương tác hai chiều giữa thiết kế và báo giá đảm bảo tính khả thi về mặt tài chính và kỹ thuật của phương án trước khi trình duyệt chính thức. Sau khi đạt được sự đồng thuận từ khách hàng và xác lập hợp đồng, hệ thống chuyển sang giai đoạn lập bản vẽ gia công chi tiết - bước chuyển đổi quan trọng từ ý tưởng thiết kế sang dữ liệu sản xuất thực tế. Toàn bộ chu trình kết thúc bằng việc lưu trữ hồ sơ khoa học, phục vụ công tác truy xuất và phối hợp giữa các phòng ban chuyên môn.



Hình 2. Quy trình triển khai hồ sơ thiết kế kết hợp báo giá

Song song với việc quản lý hồ sơ, quy trình kiểm soát chất lượng vật tư đóng vai trò là chốt chặn kỹ thuật cuối cùng để đảm bảo sự bền vững của công trình. Tiến trình này tuân thủ nghiêm ngặt các bước từ kiểm tra hồ sơ chứng từ đến kiểm định thực địa. Các hoạt động trọng yếu bao gồm lấy mẫu thử nghiệm và tiến hành các biện pháp đo lường lý hóa để xác định sự phù hợp của vật tư đối với các tiêu chuẩn quy định. Một đặc điểm quan trọng trong quản trị rủi ro

ở đây là cơ chế loại biên ngay lập tức: Bất kỳ vật tư nào không đạt yêu cầu ở khâu kiểm tra hồ sơ hoặc kết quả thử nghiệm mẫu đều bị từ chối và hoàn trả cho đơn vị cung ứng. Việc chỉ cho phép đưa vào sử dụng những vật tư đã có kết luận đạt tiêu chuẩn và được lưu trữ hồ sơ đầy đủ giúp triệt tiêu các sai sót về vật liệu, đảm bảo rằng mọi cấu kiện được gia công đều đáp ứng đúng các tính toán kỹ thuật đã xác lập trong giai đoạn thiết kế.



Hình 3. Sơ đồ quy trình kiểm soát chất lượng vật tư

Sự phối hợp nhịp nhàng giữa hai quy trình này tạo nên một hệ thống quản lý chất lượng toàn diện, giúp doanh nghiệp không chỉ tối ưu hóa nguồn lực trong giai đoạn tư vấn, báo giá mà còn kiểm soát chặt chẽ tính an toàn và chất lượng của sản phẩm cuối cùng trong giai đoạn thực thi.

Trong hoạt động quản lý, các đơn vị đã thiết lập hệ thống biểu mẫu quy chuẩn bao gồm "Phiếu yêu cầu thay đổi thiết kế" và "Phiếu thông báo thay đổi thiết kế" nhằm duy trì luồng thông tin giữa các bộ phận từ thiết kế đến sản xuất và thi công. Tuy nhiên, thực tiễn vận hành cho thấy việc ghi nhận các biến động này vẫn thiếu tính hệ thống khi nhiều thay đổi chưa được xác lập thông qua các giao thức chính thức, trừ tại một số công ty lớn. Điều này dẫn đến tình trạng chậm trễ trong việc cập nhật dữ liệu điều chỉnh vào mô hình 3D và hệ thống lưu trữ, gây ra rủi ro về tính sai lệch thông tin trong quá trình triển khai dự án.

Công tác kiểm soát phiên bản hiện nay chủ yếu dựa trên phương pháp truyền thống với danh mục bản vẽ và mã hiệu hiệu chỉnh tăng dần trên nền tảng CAD. Mặc dù Google Drive được sử dụng như một kho lưu trữ dữ liệu tập trung, công cụ này vẫn bộc lộ hạn chế trong việc phân định trạng thái hồ sơ (đang thực hiện so với đã phê duyệt) và thiếu cơ chế kiểm soát chỉnh sửa đối với các tệp chuyên dụng. Hơn nữa, việc đối chiếu sự khác biệt giữa các phiên bản vẫn thực hiện thủ công bằng cách quan sát trực quan, dẫn đến nguy cơ bỏ sót các chi tiết kỹ thuật quan trọng và làm giảm hiệu suất quản lý hồ sơ.

Nhiều doanh nghiệp Việt Nam đã đạt được thành tựu trong việc triển khai mô hình quản lý thiết kế theo chuỗi giá trị khép kín, gắn kết chặt chẽ các giai đoạn từ tính toán kỹ thuật đến triển khai bản vẽ gia công và thi công lắp dựng. Dẫu vậy, rào cản lớn nhất hiện nay là sự thiếu hụt một CDE thống nhất, khiến việc chia sẻ thông tin giữa các bộ môn kiến trúc, kết cấu và cơ điện chưa đạt được sự đồng bộ tối ưu. Hệ quả là dòng dữ liệu giữa khâu thiết kế và nhà máy chế tạo đôi khi bị gián đoạn, làm phát sinh các xung đột kỹ thuật đòi hỏi phải xử lý trực tiếp tại hiện trường.

Về nguồn nhân lực, đội ngũ kỹ sư hiện có sự phân tầng rõ rệt về năng lực; trong khi các chuyên gia giàu kinh nghiệm thường xuyên rơi vào tình trạng quá tải thì lực lượng nhân sự trẻ lại thiếu cơ hội tiếp cận các dự án phức tạp để nâng cao trình độ chuyên môn sâu về kết cấu thép. Về mặt công nghệ, dù doanh nghiệp đã đầu tư mạnh mẽ vào các phần mềm phân tích và mô phỏng tiên tiến như SAP2000, Tekla Structures hay ETABS, nhưng quy trình phối hợp vẫn phụ thuộc nhiều vào các công cụ liên lạc rời rạc như Email hay Zalo. Sự thiếu vắng một nền tảng quản lý tích hợp toàn diện khiến các ứng dụng công nghệ chưa phát huy được tối đa hiệu quả trong việc kiểm soát tiến độ và chất lượng tổng thể của dự án.

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dựa trên phân tích thực trạng và các thách thức trong quản lý công trình kết cấu thép, nghiên cứu đề xuất một khung giải pháp toàn diện nhằm chuyển đổi mô hình quản lý từ phương thức truyền thống rời rạc sang mô hình tích hợp kỹ thuật số. Các giải pháp này tập trung vào việc tối ưu hóa sự phối hợp đa thông qua CDE và quy trình BIM, đồng thời chuẩn hóa công tác quản lý thay đổi và nâng cao năng lực nhân sự để giải quyết triệt để các xung đột kỹ thuật ngay từ giai đoạn thiết kế.

Giải pháp hoàn thiện chất lượng nguồn nhân lực

Để đảm bảo thành công cho các dự án kết cấu thép, việc phát triển chiều sâu năng lực chuyên môn của nguồn nhân lực đóng vai trò tiên quyết. Cụ thể, các doanh nghiệp cần chú trọng tổ chức đào tạo định kỳ nhằm giúp đội ngũ kỹ sư làm chủ các phần mềm mô

phỏng phức tạp (như Tekla, IDEA StatiCa, SAP2000) và nắm vững hệ thống tiêu chuẩn quốc tế, từ đó hạn chế tối đa các sai sót kỹ thuật. Đồng thời, cơ cấu tổ chức nhân sự cần được chuyên môn hóa rõ ràng dựa trên năng lực thực tế, phân tách rạch ròi nhiệm vụ giữa nhóm kỹ sư tính toán kết cấu và nhóm triển khai chi tiết mô hình. Bên cạnh đó, việc áp dụng các chính sách đãi ngộ, khen thưởng gắn liền trực tiếp với chất lượng thiết kế sẽ là đòn bẩy quan trọng để thúc đẩy tinh thần trách nhiệm và sự sáng tạo của toàn bộ đội ngũ.

Giải pháp hoàn thiện công tác quản lý thiết kế

Để khắc phục tình trạng phân tán dữ liệu và thiếu đồng bộ trong phương thức quản lý truyền thống, việc chuyển đổi sang mô hình quản lý dựa trên Mô hình thông tin công trình và Môi trường dữ liệu chung là yêu cầu cấp thiết. Quy trình này đòi hỏi việc thiết lập một nền tảng CDE (như Trimble Connect) để lưu trữ tập trung và quản lý phiên bản cho toàn bộ dữ liệu dự án, từ mô hình 3D đến bản vẽ 2D, đảm bảo tính truy cập thời gian thực và minh bạch cho các bên liên quan. Cốt lõi của giải pháp là việc xác định và tuân thủ các cấp độ chi tiết (LOD) phù hợp cho từng giai đoạn, từ LOD 300 cho thiết kế kỹ thuật đến LOD 400 cho mô hình sản xuất, cho phép tích hợp các ràng buộc về tài nguyên chế tạo và lắp dựng ngay từ sớm. Việc mô hình hóa chính xác các chi tiết liên kết và vật liệu không chỉ hỗ trợ trích xuất dữ liệu tự động cho máy CNC mà còn giảm thiểu rủi ro sai lệch giữa thiết kế và thực tế thi công. Các xung đột thiết kế cũng có thể kiểm tra, và cần đảm bảo các xung đột cần được giải quyết triệt để trước khi xuất mô hình cuối cùng.

Giải pháp hoàn thiện công tác quản lý thay đổi thiết kế

Quản lý thay đổi thiết kế là một thách thức lớn do đặc thù sản xuất và lắp dựng của kết cấu thép, nơi mọi điều chỉnh đều ảnh hưởng trực tiếp đến dây chuyền cung ứng và chế tạo. Giải pháp để xuất tập trung vào việc thiết lập quy trình kiểm soát phiên bản chặt chẽ trên nền tảng dữ liệu tập trung, đảm bảo mọi thành viên dự án luôn làm việc trên phiên bản hồ sơ mới nhất và các phiên bản cũ được lưu trữ hoặc khóa lại. Các thay đổi thiết kế cần được thực hiện và cập nhật trực tiếp trên mô hình 3D thay vì chỉnh sửa thủ công trên bản vẽ rời rạc, giúp đảm bảo tính nhất quán và tự động cập nhật các bản vẽ chi tiết liên quan. Đồng thời, quy trình phê duyệt thay đổi cần sự tham gia phối hợp của các bộ phận trong giai đoạn sau (sản xuất, thi công) để đánh giá tính khả thi và tác động chi phí trước khi ban hành chính thức, sử dụng các biểu mẫu chuẩn hóa để ghi nhận trách nhiệm và làm cơ sở pháp lý.

Giải pháp áp dụng BIM trong thiết kế

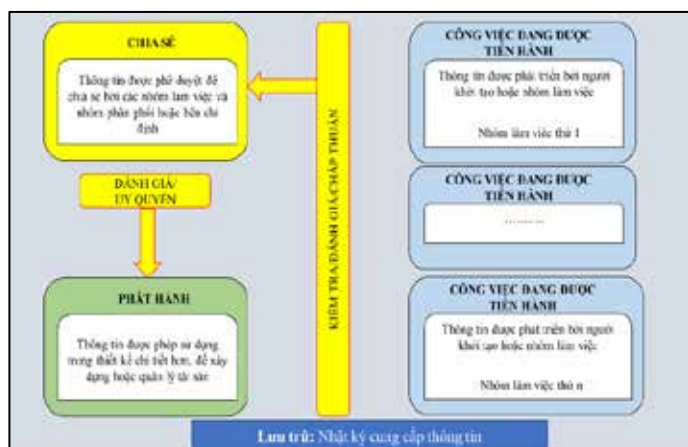
Khung đề xuất quản lý thiết kế kết cấu thép dựa trên BIM và môi trường dữ liệu chung

- Bước 1: Lập kế hoạch quản lý thiết kế

Lập kế hoạch quản lý thiết kế là bước khởi đầu mang tính định hướng, có vai trò quyết định đối với hiệu quả của toàn bộ quá trình thiết kế kết cấu thép. Hoạt động này nhằm thống nhất yêu cầu kỹ thuật, tiêu chuẩn áp dụng, phạm vi công việc, tiến độ thiết kế và cơ chế phối hợp giữa các bên tham gia dự án. Việc xác định rõ mục tiêu và nội dung kế hoạch giúp giảm thiểu xung đột kỹ thuật, kiểm soát chất lượng hồ sơ thiết kế và tạo cơ sở cho quản lý tiến độ cũng như chi phí thiết kế.

- Bước 2: Thiết lập môi trường dữ liệu chung

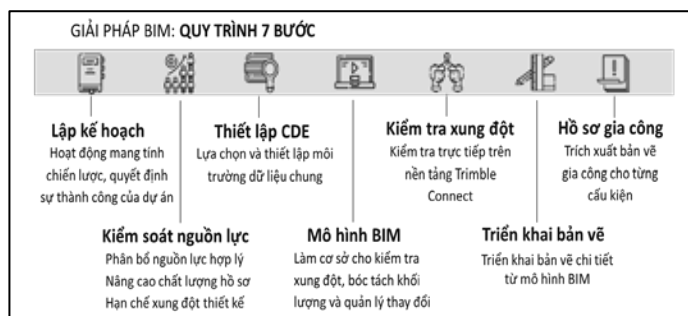
Môi trường dữ liệu chung được xem là nền tảng trung tâm cho quản lý thông tin thiết kế kết cấu thép. Việc thiết lập CDE dựa trên nền tảng đám mây cho phép lưu trữ tập trung, quản lý phiên bản, phân quyền truy cập và cộng tác đa ngành theo thời gian thực. CDE giúp đảm bảo tính thống nhất của dữ liệu, giảm thiểu rủi ro sử dụng sai phiên bản hồ sơ và nâng cao hiệu quả kiểm soát thông tin trong quá trình thiết kế.



Hình 4. Mô hình xây dựng dữ liệu chung

- Bước 3: Phát triển mô hình BIM kết cấu thép

Mô hình BIM kết cấu thép được xây dựng và phát triển theo các cấp độ chi tiết (LOD) phù hợp với từng giai đoạn thiết kế. Mô hình không chỉ phản ánh chính xác hình học kết cấu mà còn tích hợp các thông tin kỹ thuật như vật liệu, đặc tính cơ học và điều kiện làm việc. Việc xác định đúng LOD cho từng giai đoạn giúp tối ưu hóa nguồn lực, nâng cao chất lượng mô hình và hỗ trợ hiệu quả cho công tác quản lý thiết kế.



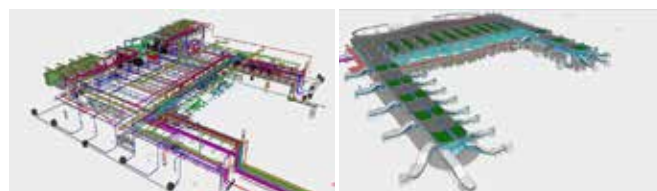
Hình 5. Quy trình chi tiết để triển khai BIM

- Bước 4: Kiểm tra xung đột và phối hợp đa bộ môn

Kiểm tra xung đột được thực hiện trên nền tảng CDE nhằm phát hiện và xử lý sớm các va chạm giữa kết cấu thép với kiến trúc, MEP và các hệ kết cấu khác. Quy trình kiểm tra xung đột được chuẩn hóa và gắn với cơ chế quản lý vấn đề, cho phép theo dõi trách nhiệm, trạng thái xử lý và lịch sử điều chỉnh. Hoạt động này góp phần giảm thiểu sai sót thiết kế và nâng cao hiệu quả phối hợp giữa các bên liên quan.

- Bước 5: Triển khai và kiểm soát hồ sơ thiết kế chi tiết

Hồ sơ thiết kế chi tiết được trích xuất trực tiếp từ mô hình BIM đã được kiểm soát, với mức độ chi tiết phù hợp cho công tác quản lý và thẩm tra. Việc tiêu chuẩn hóa quy trình triển khai, kiểm soát chất lượng và quản lý phiên bản bản vẽ giúp đảm bảo tính nhất quán giữa mô hình, bản vẽ và kết quả tính toán kết cấu. Đồng thời, BIM cho phép quản lý hiệu quả các thay đổi thiết kế trong suốt giai đoạn này.



Hình 6. Mô hình liên kết kết cấu thép

- Bước 6: Chuyển tiếp sang giai đoạn gia công kết cấu thép

Mô hình BIM sau giai đoạn thiết kế chi tiết được kế thừa và phát triển lên mức LOD cao hơn để phục vụ gia công kết cấu thép. Mô hình gia công trở thành cơ sở thống nhất cho việc triển khai bản vẽ gia công, thống kê vật tư và hỗ trợ lập kế hoạch sản xuất. Việc duy trì tính liên thông dữ liệu giữa các giai đoạn thiết kế - gia công - thi công góp phần nâng cao hiệu quả quản lý tổng thể vòng đời dự án kết cấu thép.

6. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã hệ thống hóa thành công cơ sở lý luận và chỉ ra những bất cập thực tiễn trong công tác quản lý thiết kế kết cấu thép, điển hình là sự phân mảnh dữ liệu, quản lý hồ sơ thủ công và mất cân đối nguồn lực. Để giải quyết, tác giả đề xuất mô hình quản trị tích hợp ứng dụng công nghệ BIM và CDE, kết hợp với lộ trình kiện toàn nhân sự và kiểm soát chất lượng nhằm đảm bảo liên thông dữ liệu và giảm thiểu xung đột tại hiện trường. Dù đóng góp cơ sở khoa học quan trọng cho tiến trình chuyển đổi số của ngành xây dựng Việt Nam, kết quả nghiên cứu vẫn còn hạn chế do mang tính đặc thù của doanh nghiệp quy mô lớn. Do đó, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng thực nghiệm trên nhiều loại hình dự án, đồng thời tích hợp thêm tiêu chuẩn quốc tế và công nghệ mới để nâng cao tính phổ quát và năng lực cạnh tranh toàn cầu cho doanh nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Avendaño, J.I., et al. Integration of BIM in Steel Building Projects (BIM-DFE): A Delphi Survey. Buildings, 12(9): p. 1439, 2022, <https://doi.org/10.3390/buildings12091439>.
- [2] Jiao, Y. and Cao, P. Research on Optimization of Project Design Management Process Based on BIM. Buildings, 13(9): p. 2139, 2023, <https://doi.org/10.3390/buildings13092139>.
- [3] Pegels, G., Eslimy-Isfahany, S. and Azadnia, H. A proposal for best practice in design, detailing and fabrication of steel structures in developing countries based on worldwide experience. Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), 4(2-4): pp. 87-99, 2003.
- [4] Soliman, S.M., et al. Integrated BIM Framework for the Implementation of Steel Structure Projects. Journal of Architectural Engineering, 31(2): p. 04025006, 2025, <https://doi.org/10.1061/JAEIED.AEENG-1771>.
- [5] Thư, N.A., Phong, N.T. and Hân, T.A. Đánh giá hiệu quả của việc ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong quản lý thiết kế dự án hạ tầng kỹ thuật đô thị. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng, 14(01): tr. 81-89, 2024.
- [6] Đức, N.A., et al. Nghiên cứu các tiêu chuẩn về hệ ván khuôn và chống đỡ tạm thời phù hợp cho xây dựng dân dụng và công nghiệp ở Việt Nam. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng, 15(05): tr. 41-47, 2025.