

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THÔNG TIN CÔNG TRÌNH (BIM) TRONG TỐI ƯU HÓA LẬP KẾ HOẠCH VÀ KIỂM SOÁT TIẾN ĐỘ THI CÔNG DỰ ÁN XÂY DỰNG

APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN OPTIMIZING CONSTRUCTION SCHEDULING AND PROGRESS CONTROL OF CONSTRUCTION PROJECTS

TS. Nguyễn Minh Nhất - Bộ môn chuyên ngành 1 - Viện Đào tạo và Hợp tác quốc tế -
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội | ĐT: 0988281866 - Email: nhatnm@hau.edu.vn

Tóm tắt: Kiểm soát tiến độ thi công là một trong những yếu tố quyết định đến thành công của dự án xây dựng, đặc biệt trong bối cảnh quy mô, mức độ phức tạp và yêu cầu phối hợp giữa các bên liên quan ngày càng gia tăng. Nghiên cứu này tập trung đánh giá mức độ và hiệu quả ứng dụng Mô hình Thông tin Công trình (BIM) trong tối ưu hóa công tác lập kế hoạch và giám sát tiến độ thi công tại Việt Nam. Trên cơ sở phân tích định tính từ nguồn dữ liệu thứ cấp, nghiên cứu tổng hợp các tiêu chuẩn quốc gia, quy định pháp lý và kinh nghiệm triển khai thực tiễn từ các dự án trong và ngoài nước. Kết quả cho thấy, BIM 4D không chỉ hỗ trợ trực quan hóa trình tự thi công mà còn nâng cao độ chính xác trong việc theo dõi và so sánh tiến độ thực tế so với kế hoạch, từ đó giúp dự báo và xử lý sớm nguy cơ chậm trễ. Tuy nhiên, những hạn chế về năng lực nhân sự, hạ tầng công nghệ và quy trình chuẩn vẫn là rào cản lớn đối với việc phát huy tối đa hiệu quả. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất nhóm giải pháp nhằm nâng cao năng lực triển khai BIM trong quản lý tiến độ, hướng tới gia tăng tính minh bạch, khả năng kiểm soát và hiệu quả quản lý trong suốt vòng đời dự án xây dựng.

Từ khóa: Mô hình thông tin công trình (BIM); Lập kế hoạch; Kiểm soát tiến độ; Dự án xây dựng; Chuyển đổi số.

1. Đặt vấn đề

Sự gia tăng về mức độ phức tạp của các dự án xây dựng trong những năm gần đây đã kéo theo yêu cầu ngày càng khắt khe về tiến độ thi công, khả năng phối hợp giữa các bên liên quan và tính minh bạch trong kiểm soát vận hành. Mặc dù các phương pháp lập tiến độ truyền thống như sơ đồ mạng, biểu đồ Gantt hay các phần mềm độc lập (MS Project, Primavera) vẫn được sử dụng rộng rãi, song khả năng mô phỏng, hỗ trợ phối hợp và phản ánh hiện trạng công trường vẫn còn hạn chế (Ahmadi & Arashpour, 2020; Doukari et al., 2022).

Mô hình Thông tin Công trình (BIM) đã khẳng định vai trò là công cụ hỗ trợ mạnh mẽ trong công tác lập kế hoạch, kiểm soát tiến độ và điều phối thi công. BIM không chỉ dừng lại ở mô hình 3D thuần

Abstract: Schedule control plays a decisive role in the success of construction projects, particularly in the context of increasing project scale, complexity, and the need for multi-party coordination. This study focuses on assessing the extent and effectiveness of Building Information Modeling (BIM) applications in optimizing construction scheduling and progress monitoring in Vietnam. Based on a qualitative analysis of secondary data, the research synthesizes national standards, legal regulations, and practical implementation experiences from both domestic and international projects. The findings indicate that BIM 4D not only supports the visualization of construction sequences but also improves accuracy in tracking and comparing actual progress against planned schedules, thereby enabling early detection and mitigation of potential delays. However, limitations in human resources, technological infrastructure, and standardized processes remain significant barriers to fully realizing its benefits. Accordingly, the study proposes a set of solutions to strengthen BIM implementation capacity in schedule management, aiming to enhance transparency, control, and management efficiency throughout the entire lifecycle of construction projects.

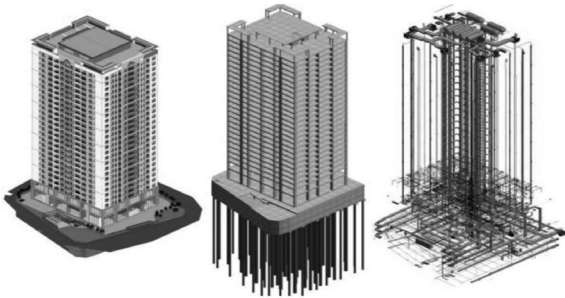
Keywords: Building Information Modeling (BIM); Scheduling; Progress Control; Construction Project; Digital Transformation.

túy mà còn tích hợp nhiều lớp thông tin kỹ thuật. Đặc biệt, ứng dụng BIM theo chiều thời gian – hay BIM 4D – được coi là bước tiến quan trọng, cho phép liên kết thông tin tiến độ với mô hình hình học của công trình (Lee & Park, 2021). Mô phỏng tiến độ thi công trong môi trường 4D giúp các bên hình dung trực quan quá trình triển khai, phát hiện xung đột, kiểm soát trình tự thi công và nâng cao khả năng ra quyết định trong cả giai đoạn chuẩn bị và thi công. Bên cạnh đó, BIM còn hỗ trợ tối ưu hóa công tác lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ thông qua việc tích hợp khối lượng, tài nguyên và mối quan hệ giữa các công việc thi công (Lu et al., 2020; Liu & Zhang, 2023).

Nhiều nghiên cứu quốc tế đã chỉ ra rằng việc ứng dụng BIM trong lập tiến độ thi công giúp nâng

cao hiệu quả kiểm soát, tăng tính minh bạch trong quy trình ra quyết định và cải thiện khả năng phối hợp giữa các bên trong chuỗi cung ứng xây dựng (Hartmann et al., 2008; Mayouf et al., 2024). Ngoài ra, các công cụ BIM 4D còn có thể đồng bộ với nền tảng trí tuệ nhân tạo (AI) hoặc công nghệ tự động hóa nhằm hỗ trợ đánh giá và điều chỉnh tiến độ theo thời gian thực (Tuan Anh Nguyen et al., 2024).

Tại Việt Nam, việc thúc đẩy ứng dụng BIM đã được thể chế hóa thông qua Thông tư số 10/2021/TT-BXD của Bộ Xây dựng, cùng hệ thống tiêu chuẩn quốc gia TCVN 14177:2024 (Phần 1 và 2), TCVN 14176-2:2024, và đặc biệt là Nghị định số 175/2024/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Xây dựng về quản lý hoạt động xây dựng. Tuy nhiên, trên thực tế, việc triển khai BIM trong lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ thi công vẫn đối mặt với nhiều trở ngại như chi phí triển khai, năng lực kỹ thuật của nhân sự, và khả năng tích hợp với các hệ thống lập tiến độ truyền thống (Tuan Anh Nguyen et al., 2024).



Hình 1. Ứng dụng BIM trong dự án của Xuân Mai Crop

Trước bối cảnh này, việc tiến hành đánh giá một cách hệ thống mức độ và hiệu quả triển khai BIM trong quản lý tiến độ thi công là hết sức cần thiết. Quá trình này không chỉ giúp nhận diện rõ các khó khăn, thách thức trong quá trình thực hiện mà còn tạo nền tảng khoa học để đề xuất các giải pháp phù hợp, qua đó nâng cao hiệu quả và tính minh bạch trong toàn bộ vòng đời dự án xây dựng.

2. Phương pháp nghiên cứu

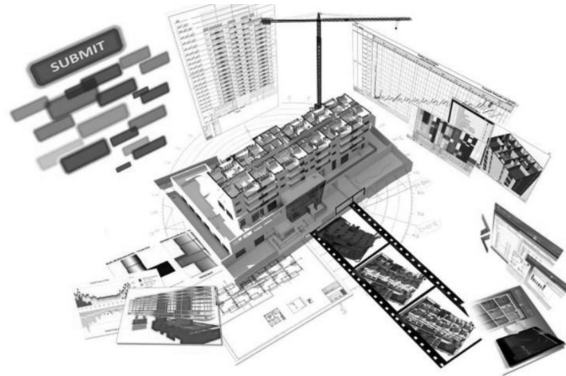
Nghiên cứu áp dụng phương pháp phân tích định tính dựa trên dữ liệu thứ cấp, gồm hệ thống văn bản pháp luật, tiêu chuẩn kỹ thuật như Thông tư 10/2021/TT-BXD; TCVN 14177:2024; TCVN 14176:2024, báo cáo chiến lược của Bộ Xây dựng và các nghiên cứu tiêu biểu về ứng dụng BIM trong quản lý tiến độ thi công. Ngoài ra, các báo cáo kỹ thuật và hướng dẫn từ doanh nghiệp, tổ chức quốc tế được sử dụng để bổ trợ luận điểm.

Bên cạnh tổng quan lý luận, nghiên cứu phân tích các trường hợp điển hình tại Việt Nam như

Landmark 81, Nhà ga T3 Tân Sơn Nhất và dự án của Xuân Mai Corp nhằm đánh giá thực trạng triển khai BIM trong lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ. Cách tiếp cận này giúp nhận diện rào cản, yếu tố thúc đẩy, so sánh với kinh nghiệm quốc tế và đề xuất giải pháp mang tính hệ thống, khả thi cho bối cảnh Việt Nam.

3. Nền tảng lý thuyết cho ứng dụng BIM trong lập và kiểm soát tiến độ xây dựng

BIM đã trở thành một trong những xu hướng công nghệ trọng yếu của ngành xây dựng hiện đại. Không chỉ dừng ở khả năng mô phỏng hình học ba chiều (3D), BIM còn tích hợp các lớp thông tin bổ sung như thời gian (4D), chi phí (5D) và vận hành (6D), qua đó hỗ trợ quản lý hiệu quả toàn bộ vòng đời dự án. Trong quản lý tiến độ thi công – yếu tố then chốt ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả triển khai và bàn giao – BIM thể hiện rõ ưu thế khi đồng bộ hóa dữ liệu thiết kế, khối lượng, trình tự thi công và thời gian thực hiện. Sự tích hợp này giúp nâng cao độ chính xác của kế hoạch, tăng hiệu quả kiểm soát tiến độ, đồng thời tạo điều kiện để các bên liên quan chủ động hơn trong tổ chức thi công, điều phối nguồn lực và xử lý kịp thời các thay đổi phát sinh tại hiện trường.



Hình 2. BIM 4D trong hỗ trợ lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ thi công

Trong giai đoạn lập kế hoạch, BIM cho phép mô hình hóa trực quan các công việc theo tiến độ thi công, hỗ trợ xác định logic trình tự, phát hiện xung đột không gian và dự báo điểm nghẽn trong dòng công việc (Lee & Park, 2021). Khả năng mô phỏng 4D giúp trực quan hóa quá trình triển khai trên mô hình không gian động, qua đó xây dựng tiến độ tổng thể hợp lý hơn. BIM cũng có thể tích hợp với các phần mềm quản lý truyền thống như MS Project, Primavera, đảm bảo đồng bộ dữ liệu kế hoạch từ mô hình sang thực tế (Ahmadi & Arashpour, 2020; Doukari et al., 2022).

BIM hỗ trợ liên kết mô hình 3D với dữ liệu khối lượng (Quantity Takeoff), qua đó lập kế hoạch nguồn

lực chi tiết cho từng giai đoạn, đáp ứng yêu cầu điều phối nhân lực, vật tư trong các dự án lớn và phức tạp (Lu et al., 2020). Mô phỏng tiến độ chi tiết giúp cả chủ đầu tư và nhà thầu dễ dàng hình dung phương án thi công và dự báo nhu cầu nguồn lực.

Trong kiểm soát tiến độ, BIM cho phép cập nhật dữ liệu thời gian thực từ hiện trường, giúp phát hiện sớm chậm trễ và điều chỉnh kịp thời. Thay vì chỉ dựa vào biểu đồ Gantt hoặc bảng tính, người quản lý có thể đánh giá trực quan mức độ hoàn thành thông qua mô hình BIM (Liu & Zhang, 2023). Lịch sử thay đổi tiến độ được lưu trữ đầy đủ, hỗ trợ phân tích nguyên nhân sai lệch và đánh giá mức độ tuân thủ kế hoạch.

BIM cũng nâng cao hiệu quả phối hợp giữa các bên nhờ mô hình tập trung, giúp chia sẻ thông tin tiến độ minh bạch, giảm hiểu nhầm và xung đột (Hartmann et al., 2008; Mayouf et al., 2024). Nghiên cứu cho thấy các dự án áp dụng BIM có tỷ lệ hoàn thành đúng hạn cao hơn nhờ kiểm soát chuỗi công việc chặt chẽ (Crowther & Ajayi, 2019) và giảm đáng kể sai sót lập kế hoạch (Tuan Anh Nguyen et al., 2024).

Ngoài lập kế hoạch và kiểm soát, BIM còn hỗ trợ ra quyết định trong vận hành thông qua dữ liệu trực quan và đầy đủ, giúp phản ứng nhanh trước các thay đổi pháp lý, tài chính hoặc điều kiện thi công. Tuy nhiên, hiệu quả ứng dụng BIM phụ thuộc vào năng lực nhân sự, mức độ chuẩn hóa dữ liệu và đầu tư hạ tầng số. Do đó, để tối ưu vai trò của BIM trong quản lý tiến độ, cần kết hợp đồng bộ giữa công nghệ, con người và quy trình triển khai.

4. Phân tích mức độ và hiệu quả ứng dụng BIM trong tối ưu hóa lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ thi công

4.1. Mức độ ứng dụng BIM trong lập kế hoạch thi công

Mô hình Thông tin Công trình (BIM) đang nổi lên như một công cụ trọng yếu trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng. Tuy nhiên, tại Việt Nam, mức độ ứng dụng BIM vào công tác lập kế hoạch thi công vẫn ở giai đoạn sơ khởi, chưa được phổ biến và triển khai đồng bộ trên phạm vi toàn ngành, đặc biệt ở khía cạnh tích hợp thông tin tiến độ (4D BIM).

Thực tiễn cho thấy phần lớn các dự án dân dụng trong nước mới dừng ở mức ứng dụng BIM 3D nhằm trực quan hóa thiết kế và phát hiện xung đột giữa các bộ môn kiến trúc, kết cấu, cơ điện. Việc gắn dữ liệu thời gian vào mô hình hình học để hình thành BIM 4D chủ yếu chỉ xuất hiện ở một số dự án thí điểm quy mô lớn hoặc có sự tham gia của tổng thầu quốc tế, điển hình như The Landmark 81, Trụ sở Viettel D26 hay Nhà ga T3 Tân Sơn Nhất (Tạ Ngọc Bình, 2021).

Một nguyên nhân quan trọng là sự thiếu hụt nguồn nhân lực am hiểu BIM một cách hệ thống. Nhiều kỹ sư tiến độ vẫn quen sử dụng công cụ truyền thống như Microsoft Project hoặc Primavera P6 và chưa được đào tạo để tích hợp với các phần mềm BIM chuyên dụng (Navisworks, Synchro, Revit). Bên cạnh đó, các doanh nghiệp xây dựng vừa và nhỏ – chiếm tỷ trọng lớn trong cơ cấu ngành – thường không đủ năng lực tài chính và kỹ thuật để triển khai BIM tích hợp xuyên suốt từ thiết kế tới thi công (Tuan Anh Nguyen et al., 2024; Van Tam et al., 2021b).

Yếu tố rào cản khác đến từ việc thiếu hướng dẫn chi tiết, tiêu chuẩn hóa dữ liệu đầu vào và quy định rõ ràng về vai trò – trách nhiệm của các bên khi áp dụng BIM trong lập kế hoạch. Mặc dù Thông tư số 10/2021/TT-BXD cùng các tiêu chuẩn TCVN 14177:2024, TCVN 14176:2024 đã hình thành khung pháp lý, nhưng trên thực tế, việc áp dụng vẫn phụ thuộc nhiều vào chiến lược nội bộ của từng doanh nghiệp hơn là yêu cầu bắt buộc từ cơ quan quản lý.

Số liệu từ báo cáo thí điểm cho thấy chỉ khoảng 17% đơn vị khảo sát có ứng dụng BIM trong lập kế hoạch thi công, chủ yếu ở các dự án FDI hoặc được tài trợ bởi tổ chức quốc tế. Sự khác biệt giữa các loại hình doanh nghiệp là đáng kể: các tổng thầu lớn như Coteccons, Hòa Bình, Xuân Mai Corp bước đầu tích hợp BIM 4D, trong khi phần lớn nhà thầu phụ hoặc doanh nghiệp địa phương nhỏ chưa có điều kiện tiếp cận.

So với các quốc gia tiên tiến như Hàn Quốc, Phần Lan, Singapore, khoảng cách vẫn rất lớn. Singapore, chẳng hạn, đã bắt buộc áp dụng BIM 4D cho các dự án công quy mô lớn từ năm 2013, kèm bộ hướng dẫn chi tiết của BCA Singapore (2013), biến BIM 4D không chỉ là công cụ kỹ thuật mà còn là đòn bẩy thể chế thúc đẩy đổi mới toàn ngành. Việt Nam hiện chưa có quy định pháp lý nào bắt buộc BIM 4D trong hồ sơ mời thầu hoặc tiêu chí nghiệm thu, dẫn đến việc nhiều chủ đầu tư và nhà thầu chưa coi đây là yêu cầu tất yếu.

Tín hiệu tích cực là nhiều dự án quy mô lớn, kỹ thuật cao hoặc chịu giám sát của nhà tài trợ quốc tế đã chủ động triển khai BIM 4D như một chiến lược nâng cao năng lực quản lý. Thực tiễn ở các công trình như Vinhomes Smart City, Empire City, hay các dự án của Xuân Mai Corp cho thấy BIM 4D đã được dùng để mô phỏng tiến độ toàn bộ công trình, tích hợp dữ liệu khối lượng, định mức tài nguyên và ràng buộc thi công, từ đó xây dựng kế hoạch khả thi hơn so với phương pháp truyền thống. Trong nhiều trường hợp, BIM còn đóng vai trò công cụ truyền thông tiến độ giữa chủ đầu tư và nhà thầu,

giúp giảm xung đột thông tin và cải thiện hiệu quả phối hợp.

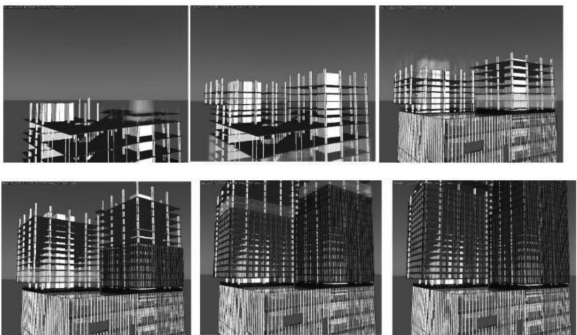
Mặc dù còn hạn chế, mức độ ứng dụng BIM trong lập kế hoạch thi công tại Việt Nam đang dần cải thiện, đặc biệt ở nhóm dự án lớn và doanh nghiệp có năng lực công nghệ cao. Theo Tuan Anh Nguyen et al. (2024), việc áp dụng BIM trong lập kế hoạch thi công có thể giảm 18–25% sai lệch giữa tiến độ dự báo và thực tế, đồng thời tăng khả năng ứng phó với thay đổi trên công trường. Lợi thế này đến từ khả năng mô phỏng trình tự thi công theo không gian động của BIM 4D, giúp nâng cao tốc độ và độ chính xác của quyết định quản lý.

4.2. Mức độ ứng dụng BIM trong kiểm soát tiến độ thi công

Nếu lập kế hoạch là giai đoạn thiết lập cấu trúc tiến độ ban đầu, thì kiểm soát tiến độ thi công là quá trình đo lường, so sánh và điều chỉnh việc triển khai thực tế so với kế hoạch. Trong vai trò này, BIM 4D không chỉ là công cụ mô phỏng phục vụ lập kế hoạch, mà còn là nền tảng trực quan, dữ liệu hóa giúp giám sát và kiểm soát tiến độ theo thời gian thực. Tuy vậy, tại Việt Nam, việc ứng dụng BIM trong kiểm soát tiến độ vẫn còn hạn chế, chưa hình



Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1. TOWER FLOOR 8	7 days	Fri 01/22/18	Sat 01/30/18	
2. OFFICE FLOOR 3	6 days	Mon 01/22/18	Mon 01/29/18	
3. TOWER FLOOR 9	7 days	Mon 01/22/18	Sun 01/28/18	
4. OFFICE FLOOR 4	7 days	Mon 01/22/18	Fri 01/27/18	
5. TOWER FLOOR 10	7 days	Fri 01/26/18	Sat 01/27/18	
6. OFFICE CORE 1	13 days	Sun 01/21/18	Sat 01/27/18	
7. OFFICE FLOOR 5	4 days	Wed 01/24/18	Mon 01/29/18	
8. TOWER CORE 2	9 days	Mon 01/22/18	Thu 01/25/18	
9. TOWER FLOOR 11	7 days	Sun 01/21/18	Sun 01/28/18	
10. OFFICE FLOOR 6	5 days	Mon 01/22/18	Fri 01/27/18	



Hình 4. BIM 4D hỗ trợ kiểm soát tiến độ thi công qua mô phỏng trình tự xây dựng và cập nhật tiến độ trên dự án thực tế

thành quy trình tích hợp đồng bộ giữa mô hình BIM và dữ liệu thu thập tại hiện trường.

Hiện nay, phần lớn các dự án tại Việt Nam mới dừng ở việc sử dụng BIM như công cụ hỗ trợ trực quan hóa và phát hiện xung đột trước thi công. Khả năng tích hợp dữ liệu tiến độ thực tế vào mô hình để phân tích sai lệch, truy vết nguyên nhân chậm tiến độ hoặc đề xuất biện pháp điều chỉnh vẫn còn rất hạn chế. Nguyên nhân chủ yếu xuất phát từ: (i) Quy trình quản lý tiến độ tại công trường vẫn dựa vào biểu đồ Gantt hoặc bảng tính Excel, khó tích hợp trực tiếp với các phần mềm BIM chuyên dụng (Navisworks, Synchro); (ii) Dữ liệu tiến độ thực tế thiếu độ chính xác và chưa được chuẩn hóa, khiến mô hình BIM không được duy trì như một “mô hình sống” phục vụ kiểm soát tiến độ, mà chủ yếu tồn tại dưới dạng bản vẽ 3D tĩnh (Tuan Anh Nguyen et al., 2024).

Một số dự án như Nhà máy Nhiệt điện Vũng Áng 2, tuyến metro Bến Thành – Suối Tiên hay các tổ hợp cao tầng của Vingroup và Masterise Homes đã ứng dụng BIM trong kiểm soát tiến độ, nhưng chủ yếu ở mức bán tự động, phụ thuộc vào cập nhật định kỳ theo tuần hoặc theo giai đoạn nghiệm thu. Việc kết nối mô hình BIM với hệ thống giám sát thi công – bao gồm nhật ký số, báo cáo hiện trường, hình ảnh UAV, hoặc thiết bị đo tự động – vẫn chưa được triển khai đồng bộ. Nhiều chủ đầu tư vẫn xem BIM như công cụ hỗ trợ, thay vì một nền tảng trung tâm cho kiểm soát tiến độ và ra quyết định.

Ngược lại, tại các quốc gia có nền tảng BIM phát triển như Singapore, Hàn Quốc, Phần Lan, BIM 4D đã được tích hợp sâu vào quy trình kiểm soát thi công. Mô hình BIM không chỉ mô phỏng trình tự thi công mà còn được cập nhật tự động thông qua kết nối với cảm biến IoT, hình ảnh UAV, quét laser (laser scanning) và các nền tảng quản lý thi công thông minh (smart construction platforms). Cách tiếp cận này tạo ra chu trình phản hồi khép kín, trong đó tiến độ thi công được giám sát, phân tích và điều chỉnh theo thời gian thực (Mayouf et al., 2024). Đồng thời, các công cụ lập tiến độ như Primavera P6, MS Project được liên kết hai chiều với mô hình BIM, cho phép cập nhật trạng thái thi công trực tiếp từ hiện trường và phản ánh sai lệch trên mô hình 4D trực quan.

Tổng thể, tiềm năng của BIM trong kiểm soát tiến độ thi công tại Việt Nam là rất lớn nhưng mới dừng ở mức phân tán, chủ yếu trong phạm vi từng dự án đơn lẻ. Hầu hết nhà thầu chưa xây dựng được hệ thống tích hợp dữ liệu hiện trường với mô hình BIM, khiến BIM chưa thể đóng vai trò công cụ kiểm soát tiến độ thực chất. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc nâng cao năng lực nội bộ, chuẩn

hóa quy trình cập nhật tiến độ, và đặc biệt là thúc đẩy áp dụng BIM như một trung tâm dữ liệu động xuyên suốt vòng đời dự án, thay vì chỉ là bản vẽ kỹ thuật số phục vụ giai đoạn đầu.

4.3. Hiệu quả của BIM trong tối ưu hóa lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ

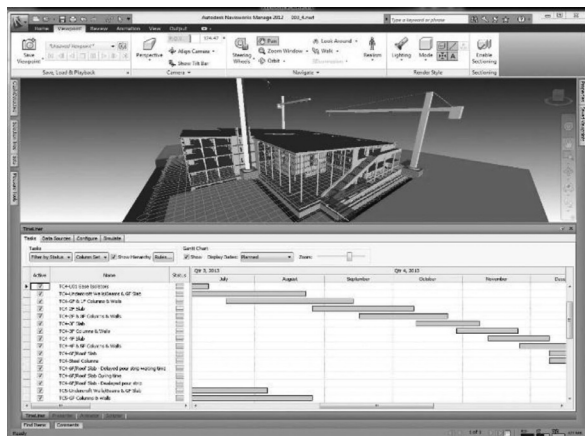
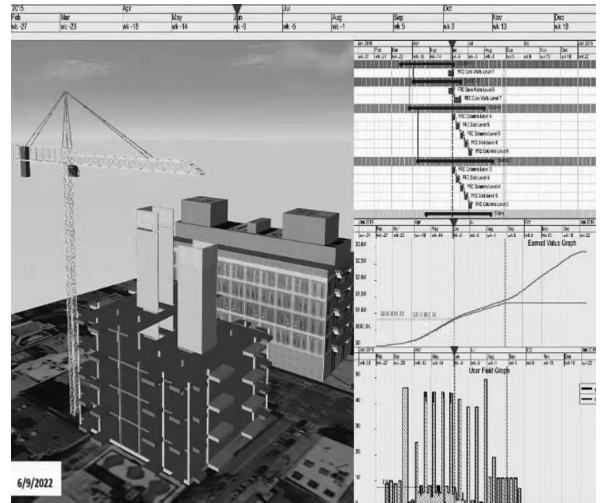
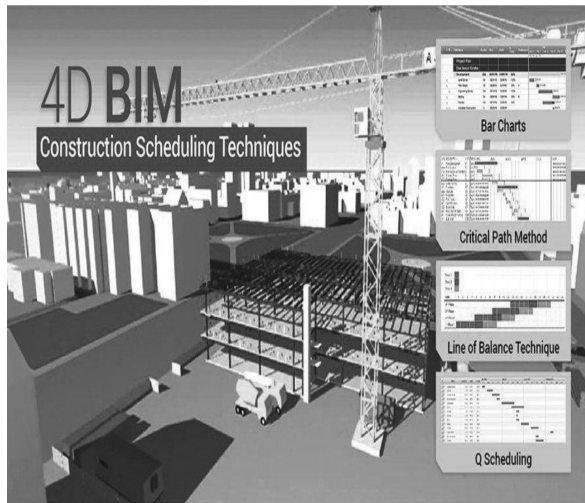
Việc ứng dụng BIM trong quản lý tiến độ thi công đã chứng minh hiệu quả rõ rệt, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng thực hiện dự án. Nhờ khả năng tích hợp dữ liệu mô hình 3D với thông tin tiến độ (4D BIM), các bên liên quan có thể trực quan hóa toàn bộ quá trình từ thiết kế đến thi công, qua đó giảm thiểu sai sót trong lập kế hoạch. Thực tiễn triển khai thí điểm tại Trụ sở Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng (IBST) cho thấy tỷ lệ sai sót trong lập tiến độ giảm tới 35%, trong khi báo cáo của McGraw-Hill Construction (2014) ghi nhận mức giảm lên tới 40% so với phương pháp truyền thống.

BIM còn nâng cao độ tin cậy trong kiểm soát tiến độ thông qua khả năng đồng bộ và cập nhật dữ liệu theo thời gian thực. Khi tích hợp với các phần mềm quản lý như Primavera P6 hoặc MS Project, hệ thống cho phép giám sát trực quan, so sánh tiến

độ thực tế với kế hoạch một cách minh bạch và chính xác. Kết quả khảo sát của Autodesk (2020) cho thấy doanh nghiệp áp dụng BIM đạt tỷ lệ hoàn thành đúng tiến độ cao hơn khoảng 33% so với đơn vị không áp dụng. Tại Việt Nam, Tổng công ty VEC đã triển khai BIM tại một số gói thầu của dự án cao tốc Bến Lức – Long Thành, giúp cải thiện đáng kể khả năng giám sát và kiểm soát tiến độ.

Một lợi ích quan trọng khác là khả năng giảm rủi ro phát sinh chi phí do chậm tiến độ. Tính năng phát hiện xung đột thiết kế – thi công (clash detection) cho phép điều chỉnh kịp thời nhằm tránh thi công lại hoặc thay đổi phương án thi công. Nghiên cứu của MIT chỉ ra rằng BIM giúp tiết kiệm trung bình 15–20% chi phí phát sinh do chậm tiến độ ở các dự án quy mô lớn. Tại dự án nâng cấp Bệnh viện Ung Bướu TP.HCM giai đoạn 2, việc ứng dụng BIM đã giúp tiết kiệm 10–15% chi phí phát sinh nhờ hạn chế xung đột thiết kế và chậm trễ tiến độ.

BIM cũng cải thiện hiệu quả điều phối giữa các đội thi công thông qua mô hình tập trung và khả năng chia sẻ dữ liệu tức thời, đặc biệt trong các dự án có nhiều nhà thầu phụ. Trường hợp tại Singapore



Hình 5. BIM 4D trong mô phỏng tiến độ và hỗ trợ ra quyết định thi công

cho thấy thời gian phối hợp giữa các đơn vị đã giảm xuống chỉ còn 1/3 so với trước đây. Ở Việt Nam, dự án mở rộng Nhà ga hành khách T2 – Cảng Hàng không Quốc tế Nội Bài đã ứng dụng BIM để điều phối nhóm thi công đa quốc gia, giúp rút ngắn thời gian trao đổi và giảm thiểu xung đột thông tin.

Ngoài ra, BIM hỗ trợ tăng khả năng ra quyết định kịp thời thông qua việc mô phỏng nhiều kịch bản tiến độ, cho phép dự báo sớm rủi ro và điều chỉnh linh hoạt phương án thi công. Báo cáo của Dodge Data & Analytics cho thấy 72% nhà quản lý dự án đánh giá BIM là công cụ then chốt giúp nâng cao tốc độ và độ chính xác trong ra quyết định. Tại dự án Vinhomes Grand Park (TP. Thủ Đức), BIM đã được sử dụng để mô phỏng và so sánh các phương án triển khai, giúp ban quản lý chủ động điều chỉnh kế hoạch nhằm đảm bảo tiến độ đúng cam kết.

Tuy nhiên, bên cạnh những hiệu quả rõ rệt, việc ứng dụng BIM trong tối ưu hóa lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ tại Việt Nam vẫn còn gặp nhiều khó khăn. Một trong những rào cản lớn là thiếu hụt nhân lực có chuyên môn sâu về BIM, đặc biệt là khả năng sử dụng phần mềm BIM kết hợp với các công cụ lập kế hoạch như Primavera, Navisworks hay Revit 4D. Theo thống kê của Bộ Xây dựng (2022), tỷ lệ kỹ sư xây dựng thành thạo BIM tại Việt Nam chỉ chiếm khoảng 15% lực lượng kỹ thuật chuyên môn.

Mặc dù mang lại nhiều hiệu quả rõ rệt, việc ứng dụng BIM trong tối ưu hóa lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ tại Việt Nam vẫn đối mặt với nhiều thách thức. Rào cản lớn nhất là sự thiếu hụt nhân lực có chuyên môn sâu, đặc biệt là khả năng vận hành phần mềm BIM kết hợp với các công cụ lập kế hoạch như Primavera, Navisworks hay Revit 4D. Theo số liệu của Bộ Xây dựng (2022), kỹ sư xây dựng thành thạo BIM chỉ chiếm khoảng 15% tổng lực lượng kỹ thuật.

Chi phí đầu tư ban đầu cho phần mềm và đào tạo BIM vẫn ở mức cao, khiến nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ e ngại triển khai. Thực tế, nhiều dự án mới dừng ở mức ứng dụng BIM 3D cho mục đích trực quan hóa, chưa khai thác các tính năng nâng cao như BIM 4D hoặc 5D phục vụ kiểm soát tiến độ và chi phí. Bên cạnh đó, việc thiếu một khung pháp lý và bộ tiêu chuẩn BIM thống nhất ở phạm vi toàn quốc dẫn tới sự thiếu đồng bộ trong phối hợp, chia sẻ dữ liệu mô hình và quản lý thông tin giữa các bên tham gia dự án.

5. Định hướng đề xuất giải pháp

Để nâng cao hiệu quả ứng dụng BIM trong lập kế hoạch và kiểm soát tiến độ thi công tại Việt Nam, cần triển khai các giải pháp đồng bộ, mang tính hệ thống, kết hợp giữa yếu tố con người – quy trình

– công nghệ. Những giải pháp này vừa giải quyết các hạn chế hiện tại, vừa tạo nền tảng dài hạn cho chuyển đổi số ngành xây dựng.

Chuẩn hóa quy trình tích hợp BIM với quản lý tiến độ

Hiện chưa có quy trình thống nhất để tích hợp dữ liệu BIM với hệ thống quản lý tiến độ truyền thống, dẫn đến tình trạng mô hình và kế hoạch tồn tại rời rạc. Cần ban hành hướng dẫn kỹ thuật chuẩn hóa việc liên kết 4D BIM với các công cụ lập tiến độ (Primavera, MS Project), mô phỏng (Synchro) và phân tích (Power BI, Tableau), dựa trên TCVN 14177 và kinh nghiệm quốc tế (PAS 1192-6, ISO 19650, BCA Singapore). Đồng thời, thiết lập quy định về Level of Development (LOD) và các BIM KPIs trong kiểm soát tiến độ.

Phát triển nền tảng dữ liệu dùng chung (CDE)

BIM chỉ phát huy tối đa vai trò khi vận hành trong môi trường dữ liệu tích hợp cho phép truy cập, chỉnh sửa và đồng bộ thông tin theo thời gian thực. Cần phát triển Common Data Environment (CDE) kết hợp với hệ thống kiểm soát tiến độ để hình thành chu trình phản hồi khép kín từ mô hình – hiện trường – phân tích – điều chỉnh. Các nền tảng này cần tích hợp nhật ký thi công số, ảnh UAV, IoT, cảm biến tiến độ, đồng thời áp dụng phân quyền truy cập và lưu vết thay đổi theo chuẩn quốc tế. Đây cũng là bước đệm để hướng tới quản lý tiến độ theo mô hình Digital Twin.

Thiết lập cơ chế phối hợp thể chế và trách nhiệm

Hạn chế lớn trong triển khai BIM 4D thường đến từ thiếu cơ chế phối hợp giữa các bên. Cần có quy định bắt buộc chia sẻ dữ liệu tiến độ BIM giữa chủ đầu tư, tư vấn, tổng thầu và nhà thầu phụ, đặc biệt trong thẩm định tiến độ, nghiệm thu và điều chỉnh phương án thi công. Yêu cầu báo cáo tiến độ qua BIM nên được đưa vào hồ sơ mời thầu và tiêu chí đánh giá năng lực trong đấu thầu dự án công. Kinh nghiệm từ Singapore cho thấy, khi BIM 4D được đưa vào yêu cầu pháp lý bắt buộc, mức độ ứng dụng tăng nhanh và đồng đều.

Ưu tiên triển khai tại dự án công và tạo dự án mẫu

Chính phủ nên giữ vai trò dẫn dắt, ưu tiên áp dụng BIM 4D tại các dự án vốn nhà nước, nhất là hạ tầng giao thông, bệnh viện, trường học, nhằm chuẩn hóa quy trình và đo lường hiệu quả. Đồng thời, các bộ ngành cần phối hợp với trường đại học, viện nghiên cứu và doanh nghiệp để thiết lập BIM Benchmark Projects, tạo hình mẫu triển khai, lan tỏa kinh nghiệm và thúc đẩy hình thành hệ sinh thái BIM công-tư.

Xây dựng cơ sở dữ liệu quốc gia và cơ chế chia sẻ tri thức BIM

Cần thiết lập hệ thống dữ liệu và tri thức dùng chung ở cấp quốc gia, gồm thư viện mô hình chuẩn (object libraries), dữ liệu lịch sử tiến độ, case study điển hình, cơ sở dữ liệu lỗi và bài học kinh nghiệm. Nền tảng này không chỉ giảm lặp lại công việc ở mỗi dự án, mà còn cung cấp nguồn học liệu mở cho đào tạo và nghiên cứu. Bộ Xây dựng và các hiệp hội ngành nghề nên phối hợp vận hành, khuyến khích doanh nghiệp đóng góp dữ liệu ẩn danh hoặc hợp tác học thuật, từ đó hình thành chuẩn mực nội địa phù hợp với điều kiện kỹ thuật và pháp lý Việt Nam.

Phát triển nguồn nhân lực BIM chuyên sâu và liên ngành

Hiệu quả triển khai BIM phụ thuộc đáng kể vào năng lực của đội ngũ thực hiện. Hiện nhiều đơn vị vẫn xem BIM là hoạt động của bộ phận thiết kế, trong khi kỹ sư lập tiến độ thiếu kỹ năng tích hợp mô hình 3D-4D. Cần xây dựng lộ trình đào tạo nhân sự BIM đa năng, kết hợp kiến thức mô hình hóa (Revit, Tekla), quản lý tiến độ (Primavera, MS Project) và tích hợp phần mềm (Navisworks, Synchro). Bên cạnh đào tạo tại trường đại học, doanh nghiệp nên tổ chức đào tạo nội bộ, hợp tác quốc tế để cập nhật công nghệ, hình thành nhóm chuyên gia BIM liên ngành hoặc “BIM taskforce” nhằm bảo đảm năng lực triển khai thực chất.

6. Kết luận

BIM đang ngày càng khẳng định vị thế là công cụ không thể thiếu trong ngành xây dựng hiện đại nhờ khả năng tích hợp thông tin đa chiều, mô phỏng trực quan theo thời gian và kết nối liền mạch giữa thiết kế – thi công – vận hành. Việc ứng dụng BIM giúp nâng cao tính minh bạch, giảm thiểu xung đột, tối ưu hóa nguồn lực và tăng cường năng lực ra quyết định. Không chỉ mang lại lợi ích về mặt kỹ thuật, BIM còn góp phần thúc đẩy sự chuyển đổi tư duy quản lý dự án theo hướng khoa học, dữ liệu hóa và chủ động hơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy BIM không chỉ cải thiện đáng kể hiệu quả lập tiến độ và giám sát thi công, mà còn tạo nền tảng cho việc tối ưu hóa quy trình và giảm thiểu rủi ro trong triển khai dự án. Để phát huy tối đa vai trò này, cần đồng thời đẩy mạnh đào tạo nguồn nhân lực, hoàn thiện khung pháp lý và thúc đẩy đầu tư đồng bộ về công nghệ. Các giải pháp này sẽ giúp nâng cao năng lực ứng dụng BIM trên phạm vi rộng, bảo đảm hiệu quả và bền vững hơn trong thực tiễn quản lý dự án xây dựng. □

Tài liệu tham khảo

- [1] Crowther, J., and Ajayi, S. O., “Impacts of 4D BIM on construction project performance,” *International Journal of Construction Management*, vol. 21, no. 6, 2019, pp. 567–578.
- [2] Ahmadi, P. F., and Arashpour, M., “An analysis of 4D-BIM construction planning: Advantages, risks and challenges,” *Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, 2020, pp. 712–719.
- [3] Doukari, O., Seck, B., and Greenwood, D., “The creation of construction schedules in 4D BIM: A comparison of conventional and automated approaches,” *Buildings*, vol. 12, no. 8, 2022, pp. 1145–1160.
- [4] Lee, C., and Park, M., “4D BIM simulation guideline for construction visualization and management of renovation projects,” *Frontiers in Built Environment*, vol. 7, 2021, article 617031.
- [5] Lu, Q., Xie, X., and Webster, C., “Examining the adoption of 4D BIM for construction planning and scheduling in Mainland China,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 27, no. 4, 2020, pp. 1017–1035.
- [6] Hartmann, T., Gao, J., and Fischer, M., “Areas of application for 3D and 4D models on construction projects,” *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 134, no. 10, 2008, pp. 776–785.
- [7] Bộ Xây dựng, Thông tư số 10/2021/TT BXD: Hướng dẫn áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình xây dựng, Hà Nội, 2021.
- [8] Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 14177 1:2024 – Tổ chức và số hóa thông tin về công trình xây dựng, bao gồm mô hình hóa thông tin công trình (BIM) – Quản lý thông tin sử dụng mô hình hóa thông tin công trình – Phần 1: Khái niệm và nguyên tắc, Hà Nội, 2024.
- [9] Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 14177 2:2024 – Tổ chức và số hóa thông tin về công trình xây dựng, bao gồm mô hình hóa thông tin công trình (BIM) – Quản lý thông tin sử dụng mô hình hóa thông tin công trình – Phần 2: Giai đoạn chuyển giao tài sản, Hà Nội, 2024.
- [10] Van Tam, N., Quoc Toan, N., Phong, V. V. and Durdyev, S. (2021b). Impact of BIM-related factors affecting construction project performance. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, ahead-of-print. DOI: 10.1108/IJBPA-05-2021-0068.
- [11] Tuan Anh Nguyen, Tu Anh Nguyen, The Van Tran (2024). Building Information Modeling for Construction Project Schedule Management: A Review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(3), 3490–3495.
- [12] Mayouf, M., Nashwan, M. S., & Elfaki, A. O. (2024). Revolutionising the 4D BIM Process to Support Scheduling Requirements in Modular Construction. *Sustainability*, 16(3), 476.
- [13] Liu, Y., & Zhang, J. (2023). Impact of BIM usage levels on project performance: A quantitative study. *Automation in Construction*, 151, 104886.
- [14] McGraw-Hill Construction. (2014). *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*. McGraw-Hill Construction.
- [15] Autodesk. (2020). *Accelerating Digital Transformation Through BIM*. Autodesk Construction Cloud.
- [16] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM*

Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors (2nd ed.). Wiley.

- [17] Massachusetts Institute of Technology (MIT). (2012). BIM Applications in Construction Cost and Schedule Control. MIT Department of Civil and Environmental Engineering.
- [18] Dodge Data & Analytics. (2019). SmartMarket Report: The Business Value of BIM for Owners.
- [19] Building and Construction Authority (BCA Singapore). (2013). BIM Essential Guide for Construction.
- [20] Bộ Khoa học và Công nghệ, TCVN 14176-2:2024 Công

trình xây dựng - tổ chức thông tin về công trình xây dựng - phần 2: khung phân loại, Hà Nội, 2024.

- [21] Chính phủ (2024), Nghị định số 175/2024/NĐ-CP Quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Xây dựng về quản lý hoạt động xây dựng, Hà Nội, 2024
- [22] Tạ Ngọc Bình (2021), Báo cáo kết quả thực hiện đề tài: Nghiên cứu xây dựng hướng dẫn mô hình thông tin công trình (BIM) chi tiết cho các bộ môn (kiến trúc, kết cấu, cơ điện) mã số TD 87-18, Viện Kinh tế Xây dựng – Bộ Xây dựng, Hà Nội, 2021.

CALIFORNIA (MỸ): XÂY NHÀ 90M2 CHỈ TRONG 24 NGÀY NHỜ CÔNG NGHỆ 3D

MỚI ĐÂY, CÔNG TY KHỞI NGHIỆP 4DIFY THÔNG BÁO ĐÃ CHÍNH THỨC HOÀN THÀNH DỰ ÁN NHÀ Ở, SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ IN 3D TOÀN BỘ, ĐÁNH DẤU BƯỚC TIẾN TRONG XÂY DỰNG NHÀ Ở NHANH HƠN, RẺ HƠN TẠI BANG CALIFORNIA (MỸ).

➤ Theo Báo Xây dựng

Công ty khởi nghiệp 4DIFY cho biết các công trình này là minh chứng cho việc đưa công nghệ xây dựng tự động từ ý tưởng tới hiện thực, trong điều kiện thực tế, tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn.

Thay vì sử dụng khung gỗ truyền thống, những ngôi nhà được in bằng máy in 3D công nghiệp, với từng lớp bê tông chồng lên nhau, hình thành nên tường và toàn bộ cấu trúc với độ chính xác cao.

Dự án này được thực hiện tại một khu dân cư thử nghiệm ở hạt Yuba, phía Bắc Sacramento (California). Tại đây, một cụm 5 ngôi nhà ở đang được xây dựng, với cùng công nghệ in 3D tiên tiến.

Theo nhà sáng lập 4DIFY Nan Lin, ngôi nhà hơn 90m2 mất chỉ 24 ngày để hoàn tất xây dựng, nhanh hơn nhiều so với phương pháp xây nhà truyền thống ở California, thường phải mất tới vài tháng, thậm chí hàng năm.

Việc tự động hóa thi công có thể rút ngắn thời gian xây dựng, tiết kiệm chi phí nhân công và hạn chế rác thải, qua đó giúp việc xây dựng nhà ở trở



nên rẻ và dễ tiếp cận hơn, đặc biệt là tại California, vốn đang thiếu nhà ở.

Những ngôi nhà này không chỉ được xây dựng nhanh chóng, mà còn cứng vững hơn những ngôi nhà truyền thống. Phần lớn kết cấu nhà được làm từ bê tông, với tường chống cháy, chống mốc và chống côn trùng.

Những ngôi nhà in 3D này dự kiến sẽ được bán với mức giá thấp hơn thị trường. Ngôi nhà đầu tiên được niêm yết với giá 375.000 USD (khoảng 900 triệu VNĐ). □