

Ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong quản lý tiến độ và chi phí phân ngầm công trình cao tầng

Application of building information modeling (BIM) for Schedule and cost management of Underground works in high-rise buildings

> THS PHAN DUY NAM¹, PGS.TS NGUYỄN ANH TUẤN²

¹Công ty Cổ phần xây dựng Central; Email: namphd77@gmail.com

²Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM; Email: tuanna@ut.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu nhằm đánh giá hiệu quả ứng dụng công nghệ mô hình thông tin công trình (BIM) trong quản lý tiến độ và chi phí thi công phân ngầm công trình cao tầng. Mục tiêu là xác định mức độ cải thiện về tiến độ thi công và kiểm soát chi phí thông qua việc ứng dụng BIM 4D và BIM 5D tại các dự án thực tế do Công ty Cổ phần xây dựng Central triển khai. Phương pháp nghiên cứu kết hợp tổng hợp tài liệu lý thuyết, phân tích thực trạng quản lý theo phương pháp truyền thống và khảo sát ứng dụng BIM trong dự án thực tế. Dữ liệu thu thập bao gồm hồ sơ dự án, báo cáo tiến độ và chi phí thi công, cùng với việc sử dụng phần mềm BIM như Autodesk Revit và Tekla Structure để mô hình hóa và phân tích. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng BIM giúp rút ngắn thời gian thi công phân ngầm trung bình 15%, tương đương 45 ngày trên tổng thời gian 300 ngày, đồng thời giảm chi phí phát sinh gần 47% so với phương pháp truyền thống. Ngoài ra, BIM còn nâng cao khả năng phối hợp giữa các bên liên quan và minh bạch thông tin dự án, góp phần giảm thiểu sai sót và tranh chấp. Kết luận nghiên cứu khẳng định giá trị thiết thực của BIM trong việc nâng cao hiệu quả quản lý tiến độ và chi phí thi công phân ngầm công trình cao tầng, đồng thời đề xuất áp dụng rộng rãi BIM trong ngành Xây dựng Việt Nam nhằm tối ưu hóa nguồn lực và nâng cao năng lực cạnh tranh.

Từ khóa: BIM, quản lý tiến độ, quản lý chi phí, công trình cao tầng, phân ngầm.

ABSTRACT

This research paper aims to evaluate the effectiveness of Building Information Modeling (BIM) technology in managing the schedule and cost of underground construction works in high-rise buildings. The primary objective is to determine the extent of improvement in construction progress and cost control through the application of BIM 4D and BIM 5D in real projects executed by Central Construction Joint Stock Company. The research methodology combines a literature review, analysis of traditional management practices, and an empirical study of BIM implementation in actual projects. Data collected include project documents, progress reports, and construction cost records, supported by BIM software such as Autodesk Revit and Tekla Structure for modeling and analysis. The findings reveal that applying BIM shortens the average construction duration of underground works by 15%, equivalent to 45 days out of a total 300-day schedule, while reducing cost overruns by nearly 47% compared to traditional methods. Moreover, BIM enhances coordination among stakeholders and increases project information transparency, contributing to reduced errors and disputes. The study concludes by affirming the practical value of BIM in improving schedule and cost management for underground construction in high-rise buildings and recommends its widespread adoption in Vietnam's construction industry to optimize resources and strengthen competitive capacity.

Keywords: BIM (Building Information Modeling), Schedule management, cost management, high-rise buildings, underground works.

1. GIỚI THIỆU

Mô hình thông tin công trình (BIM) đã trở thành một trong những công nghệ trọng yếu và tiên tiến nhất trong ngành Xây dựng hiện đại, góp phần đáng kể vào việc nâng cao hiệu quả quản lý dự án. Đặc biệt trong các công trình cao tầng với phân ngầm phức tạp,

việc kiểm soát tiến độ thi công và chi phí luôn là thách thức lớn đối với các nhà quản lý [1-3]. Việc ứng dụng BIM giúp mô phỏng, theo dõi và điều chỉnh các yếu tố thi công một cách chính xác, từ đó giảm thiểu sai lệch về tiến độ và phát sinh chi phí không mong muốn. Vì vậy, nghiên cứu ứng dụng BIM trong quản lý tiến độ và chi phí phân

ngầm công trình cao tầng là hết sức cần thiết nhằm nâng cao năng lực quản lý và tối ưu hóa nguồn lực thi công.

BIM được hiểu là một mô hình số hóa toàn diện, tích hợp thông tin hình học và phi hình học của công trình từ giai đoạn thiết kế đến vận hành, giúp các bên liên quan có thể phối hợp và trao đổi thông tin hiệu quả. Ứng dụng phổ biến của BIM bao gồm quản lý tiến độ (BIM 4D), quản lý chi phí (BIM 5D), phát hiện va chạm, và tối ưu hóa quy trình thi công [4, 5]. Các nghiên cứu quốc tế đã chứng minh BIM mang lại nhiều lợi ích như giảm chi phí, tiết kiệm thời gian, tăng năng suất và cải thiện chất lượng công trình [6]. Ở Việt Nam, mặc dù BIM đang được quan tâm và ứng dụng ngày càng nhiều. Tuy nhiên, việc áp dụng BIM một cách toàn diện và hiệu quả đặc biệt trong quản lý phần ngầm công trình cao tầng vẫn còn nhiều hạn chế và thiếu hụt nghiên cứu sâu sắc.

Bài báo tập trung giải quyết khoảng trống kiến thức về việc vận dụng BIM trong quản lý tiến độ và chi phí cho phần ngầm của công trình cao tầng tại thị trường Việt Nam, nơi mà các thách thức về kỹ thuật và quản lý còn nhiều phức tạp. Mục tiêu chính của nghiên cứu là đánh giá hiệu quả của việc ứng dụng BIM trong cải thiện quản lý tiến độ và chi phí thi công phần ngầm, từ đó đề xuất các giải pháp nâng cao khả năng triển khai công nghệ này trong thực tế.

Nghiên cứu có phạm vi giới hạn trong các dự án phần ngầm thuộc công trình cao tầng, với dữ liệu thực tiễn thu thập từ Công ty Cổ phần xây dựng Central, kết hợp với việc tổng hợp các tài liệu, nghiên cứu quốc tế và trong nước từ năm 2015 đến 2024. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần bổ sung lý luận mà còn cung cấp cơ sở thực tiễn để các doanh nghiệp xây dựng Việt Nam có thể áp dụng BIM hiệu quả hơn trong công tác quản lý thi công phần ngầm, hướng đến nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển bền vững ngành Xây dựng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

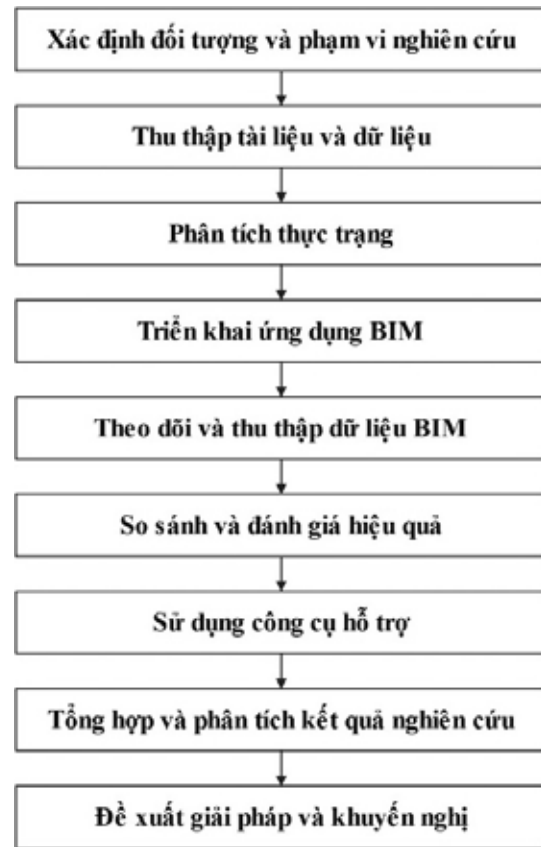
2.1. Lựa chọn vật liệu

Đối tượng nghiên cứu của bài báo là phần ngầm công trình cao tầng tại Công ty Cổ phần xây dựng Central, một trong những đơn vị tổng thầu thi công uy tín và có nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng cao tầng tại Việt Nam. Các dự án phần ngầm tại Công ty có tính chất kỹ thuật phức tạp, đòi hỏi công tác quản lý tiến độ và chi phí phải chặt chẽ để đảm bảo chất lượng và hiệu quả thi công.

Dữ liệu nghiên cứu bao gồm hồ sơ dự án, báo cáo tiến độ và chi phí thi công được thu thập trực tiếp từ các dự án phần ngầm của Công ty Cổ phần xây dựng Central trong giai đoạn gần đây (Hình 1). Các báo cáo tiến độ cung cấp các chỉ số cụ thể như thời gian thực hiện từng hạng mục, tỷ lệ hoàn thành, tiến độ thực tế so với kế hoạch và nguyên nhân trễ tiến độ nếu có. Về mặt chi phí, dữ liệu gồm tổng chi phí thực tế phát sinh, chi phí dự toán ban đầu và các khoản phát sinh ngoài dự kiến. Bên cạnh đó, tài liệu tham khảo về ứng dụng BIM 4D trong quản lý tiến độ và BIM 5D trong quản lý chi phí được tổng hợp từ các nghiên cứu trong nước và quốc tế từ năm 2015 đến 2024, nhằm làm rõ nền tảng lý thuyết và các ứng dụng thành công của công nghệ BIM trong ngành Xây dựng.

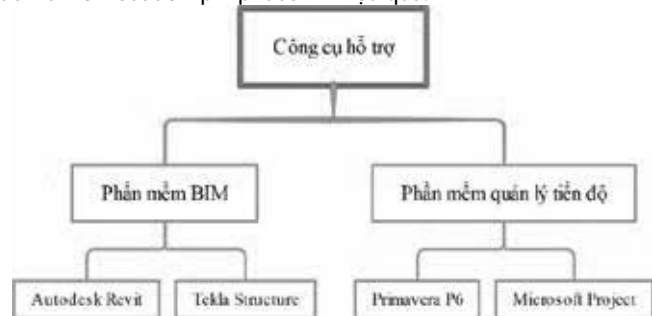
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu được triển khai theo hướng tổng hợp giữa nghiên cứu lý thuyết và khảo sát thực tiễn (Bảng 1). Trước hết, tổng hợp tài liệu liên quan đến công nghệ BIM, tập trung vào BIM 4D và BIM 5D, nhằm xây dựng cơ sở lý luận vững chắc về ứng dụng BIM trong quản lý tiến độ và chi phí thi công công trình (Hình 1). Các nghiên cứu trước đây từ các thị trường phát triển được xem xét để làm rõ các lợi ích, hạn chế cũng như những bài học kinh nghiệm trong việc ứng dụng BIM [7, 8].



Hình 1. Quy trình nghiên cứu ứng dụng BIM

Tiếp theo, thực trạng quản lý tiến độ và chi phí của các dự án phần ngầm tại Công ty Cổ phần xây dựng Central được phân tích, so sánh giữa phương pháp quản lý truyền thống và phương pháp ứng dụng BIM. Việc khảo sát này bao gồm đánh giá các báo cáo tiến độ và chi phí trước và sau khi áp dụng BIM 4D và BIM 5D, nhằm xác định mức độ cải thiện về thời gian thi công và tiết kiệm chi phí. Cụ thể, BIM 4D được sử dụng để mô hình hóa tiến độ thi công kết hợp với dữ liệu thực tế, giúp cập nhật tiến độ theo thời gian thực, trong khi BIM 5D hỗ trợ tích hợp thông tin chi phí vào mô hình, giúp theo dõi và kiểm soát chi phí phát sinh hiệu quả.



Hình 2. Các ứng dụng thành công của công nghệ BIM

Công cụ chính trong nghiên cứu là các phần mềm BIM phổ biến như Autodesk Revit và Tekla Structure, được sử dụng để xây dựng mô hình 3D tích hợp thông tin thời gian và chi phí, đồng thời kết hợp với các phần mềm phân tích tiến độ như Primavera P6 và Microsoft Project nhằm đồng bộ hóa dữ liệu và đánh giá tiến độ dự án (Hình 2). Việc sử dụng đồng bộ các phần mềm này cho phép khai thác tối đa khả năng của BIM trong việc dự báo, theo dõi và điều chỉnh tiến độ cũng như quản lý ngân sách dự án một cách chính xác và hiệu quả.

Bảng 1. Phương pháp nghiên cứu trong ứng dụng BIM quản lý tiến độ và chi phí phần ngầm công trình cao tầng

Phương pháp	Mục đích	Mô tả chi tiết
Tổng hợp tài liệu lý thuyết	Xây dựng nền tảng lý luận và cập nhật kiến thức về BIM 4D và BIM 5D	Thu thập, phân tích các nghiên cứu quốc tế và trong nước, các bài báo khoa học, báo cáo kỹ thuật về BIM
Phân tích thực trạng quản lý	Đánh giá công tác quản lý tiến độ và chi phí theo phương pháp truyền thống	Khảo sát, phân tích dữ liệu tiến độ, chi phí từ các dự án phần ngầm tại Công ty Cổ phần Xây dựng Central
Ứng dụng BIM trong dự án thực tế	Triển khai BIM 4D và BIM 5D để mô hình hóa và quản lý tiến độ, chi phí thi công	Sử dụng phần mềm Autodesk Revit, Tekla Structure để xây dựng mô hình BIM và phần mềm Primavera P6, Microsoft Project để phân tích tiến độ
Thu thập và xử lý dữ liệu	Ghi nhận và xử lý dữ liệu tiến độ, chi phí thực tế từ dự án áp dụng BIM và phương pháp truyền thống	Thu thập dữ liệu từ báo cáo dự án, cập nhật tiến độ và chi phí theo thời gian thực, chuẩn hóa dữ liệu
So sánh và đánh giá hiệu quả	Đánh giá tác động của BIM trên tiến độ, chi phí và chất lượng quản lý	So sánh các chỉ số tiết kiệm chi phí, rút ngắn tiến độ, cải thiện phối hợp và minh bạch thông tin giữa hai phương pháp
Sử dụng công cụ phần mềm hỗ trợ	Hỗ trợ mô hình hóa, phân tích, và quản lý dự án	Áp dụng các phần mềm chuyên dụng như Autodesk Revit, Tekla Structure, Primavera P6, Microsoft Project
Tổng hợp kết quả và rút ra kết luận	Phân tích dữ liệu và đưa ra kết luận, đề xuất giải pháp	Phân tích tổng thể, đánh giá toàn diện, đề xuất hướng phát triển và giải pháp ứng dụng BIM hiệu quả hơn

Đánh giá hiệu quả ứng dụng BIM được thực hiện dựa trên các tiêu chí chính gồm: tỷ lệ tiết kiệm chi phí phát sinh so với dự toán ban đầu, mức độ rút ngắn tiến độ thi công so với kế hoạch và cải thiện chất lượng quản lý dự án, bao gồm tính minh bạch, độ chính xác của thông tin và khả năng phối hợp giữa các bên liên quan. Việc phân tích và so sánh các chỉ số này giúp bài báo đưa ra kết luận khách quan về giá trị thực tiễn của BIM trong quản lý tiến độ và chi phí phần ngầm công trình cao tầng, đồng thời đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả ứng dụng công nghệ này trong ngành Xây dựng Việt Nam.

3. KẾT QUẢ

Phần kết quả nghiên cứu thể hiện rõ ràng những tác động tích cực của việc ứng dụng công nghệ BIM trong quản lý tiến độ và chi phí thi công phần ngầm công trình cao tầng, dựa trên dữ liệu thực tế thu thập được từ các dự án do Công ty Cổ phần xây dựng Central triển khai. Qua phân tích chi tiết, những con số cụ thể đã minh chứng cho hiệu quả vượt trội mà BIM mang lại so với phương pháp quản lý truyền thống, góp phần làm thay đổi căn bản cách thức quản lý và thi công trong ngành Xây dựng hiện nay.

Trước hết, về khía cạnh tiến độ thi công phần ngầm, việc áp dụng BIM 4D đã tạo nên bước tiến đáng kể trong việc kiểm soát và rút ngắn thời gian thi công. Bảng 2 trình bày sự so sánh giữa phương pháp truyền thống và phương pháp ứng dụng BIM 4D cho thấy, thời gian thi công thực tế phần ngầm khi sử dụng phương pháp truyền thống là 336 ngày, vượt 12% so với kế hoạch dự kiến là 300 ngày. Trong khi đó, dự án áp dụng BIM 4D đã rút ngắn đáng kể thời gian thi công xuống còn 255 ngày, giảm 15% so với dự kiến và thấp hơn tới 24,11% so với phương pháp truyền thống. Sự cải thiện này có thể giải thích bởi khả năng mô hình hóa chi tiết tiến độ thi công trong BIM, giúp các nhà quản lý dễ dàng nhận diện các điểm nghẽn, dự báo chính xác các vấn đề phát sinh và có các biện pháp điều chỉnh phù hợp kịp thời. Việc rút ngắn tiến độ không chỉ giúp đẩy nhanh tiến trình dự án mà còn giảm thiểu các chi phí liên quan đến thời gian như chi phí nhân công, máy móc thiết bị, chi phí quản lý và các khoản phạt do trễ tiến độ. Ngoài ra, sai số tiến độ giữa kế hoạch và thực tế cũng giảm mạnh từ 12% xuống còn 3%, cho thấy BIM nâng cao khả năng kiểm soát chính xác tiến độ thi công và giảm thiểu rủi ro trễ tiến độ.

Bảng 2. So sánh tiến độ thi công phần ngầm giữa phương pháp truyền thống và BIM 4D

Chỉ tiêu	Phương pháp truyền thống	Phương pháp ứng dụng BIM 4D	Giảm (%)
Thời gian dự kiến (ngày)	300	300	-
Thời gian thực tế (ngày)	336	255	24.11
Thời gian tiết kiệm (ngày)	-	45	15
Sai số tiến độ (%)	12	3	75

Về mặt chi phí thi công, BIM 5D cũng chứng minh được hiệu quả trong việc kiểm soát và tiết kiệm chi phí thi công phần ngầm. Theo Bảng 3, chi phí thực tế khi áp dụng phương pháp truyền thống vượt 15% so với chi phí dự toán, với chi phí thực tế là 11,5 tỷ đồng trên tổng dự toán 10 tỷ đồng. Ngược lại, khi ứng dụng BIM 5D, chi phí thực tế chỉ vượt khoảng 8%, đạt 10,8 tỷ đồng. Đáng chú ý, chi phí phát sinh ngoài dự toán đã giảm từ 1,5 tỷ đồng xuống còn 800 triệu đồng, tương đương mức giảm 46,67%. Tỷ lệ vượt chi phí cũng giảm tương ứng từ 15% xuống còn 8%, điều này phản ánh hiệu quả kiểm soát chi phí nhờ mô hình số hóa chi phí trong BIM, giúp tự động tính toán và theo dõi khối lượng, vật tư, và các khoản phát sinh liên quan một cách chính xác và kịp thời. Việc giảm chi phí phát sinh không chỉ tiết kiệm ngân sách cho chủ đầu tư mà còn hạn chế các xung đột phát sinh trong quá trình thanh toán, góp phần nâng cao uy tín và hiệu quả quản lý dự án.

Bảng 3. So sánh chi phí thi công phần ngầm giữa phương pháp truyền thống và BIM 5D

Chỉ tiêu	Phương pháp truyền thống	Phương pháp ứng dụng BIM 5D	Giảm (%)
Chi phí dự toán (triệu đồng)	10000	10000	-
Chi phí thực tế (triệu đồng)	11500	10800	6.09
Chi phí phát sinh (triệu đồng)	1500	800	46.67
Tỷ lệ vượt chi phí (%)	15	8	-

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng tập trung đánh giá các yếu tố phi vật chất như khả năng phối hợp giữa các bên, tính minh bạch thông tin và hiệu quả trong việc phát hiện sớm các xung đột thiết kế. Bảng 4 tổng hợp các chỉ số cải thiện quản lý và phối hợp cho thấy sự tăng trưởng vượt bậc khi sử dụng BIM.

Bảng 4. Các chỉ số cải thiện quản lý và phối hợp giữa các bên

Chỉ tiêu	Phương pháp truyền thống	Phương pháp ứng dụng BIM	Mức cải thiện (%)
Tính minh bạch thông tin (%)	60	90	50
Khả năng phát hiện sớm xung đột (%)	40	85	112.5
Giảm tranh chấp và sai sót (%)	30	70	133.3
Mức độ phối hợp hiệu quả (%)	50	88	76

Tính minh bạch thông tin tăng từ 60% lên 90%, khả năng phát hiện sớm các xung đột thiết kế tăng hơn gấp đôi từ 40% lên 85%. Hơn thế nữa, tỷ lệ giảm tranh chấp và sai sót cũng tăng mạnh từ 30% lên 70%, góp phần tạo ra môi trường làm việc chuyên nghiệp, hạn chế các tranh cãi không đáng có trong quá trình thi công. Mức độ phối hợp hiệu quả giữa các bên tham gia dự án được cải thiện đáng kể, từ 50% lên 88%, thể hiện sự đồng bộ và hỗ trợ lẫn nhau trong mọi hoạt động của dự án nhờ sử dụng BIM làm nền tảng trao đổi thông tin chung.

Ngoài ra, tổng hợp các kết quả tiết kiệm thời gian và chi phí được thể hiện ở Bảng 5. Việc áp dụng BIM giúp tiết kiệm 45 ngày thi công phần ngầm,

tương đương 15% tổng thời gian dự kiến, đồng thời giảm 700 triệu đồng chi phí thực tế (6,09%), cùng mức giảm chi phí phát sinh cũng đạt con số ấn tượng 46,67%. Những con số này là minh chứng rõ nét cho hiệu quả về mặt kinh tế và kỹ thuật của BIM trong quản lý thi công phần ngầm.

Bảng 5. Tổng hợp tiết kiệm thời gian và chi phí do ứng dụng BIM

Loại tiết kiệm	Giá trị	Đơn vị	Mức độ (%)
Tiết kiệm thời gian	45	Ngày	15
Tiết kiệm chi phí	700	Triệu đồng	6.09
Giảm chi phí phát sinh	700	Triệu đồng	46.67

Nhìn chung, các kết quả trên đã khẳng định giá trị to lớn của BIM không chỉ ở khía cạnh kỹ thuật mà còn trong quản lý tổng thể dự án. Sự phối hợp chặt chẽ và minh bạch thông tin nhờ BIM đã giúp giảm thiểu rủi ro trong thi công, tránh được các sai sót kỹ thuật, đồng thời đẩy nhanh tiến độ và kiểm soát tốt chi phí. Điều này tạo nền tảng vững chắc cho các doanh nghiệp xây dựng, đặc biệt là tại Việt Nam, trong việc nâng cao năng lực cạnh tranh, áp dụng công nghệ hiện đại và phát triển bền vững trong môi trường xây dựng ngày càng phức tạp và cạnh tranh.

Ngoài ra, nghiên cứu còn phát hiện rằng BIM giúp cải thiện đáng kể quá trình phối hợp và giao tiếp giữa các bên liên quan, từ chủ đầu tư, nhà thầu, tư vấn thiết kế đến các đơn vị thi công. Việc sử dụng một mô hình số hóa duy nhất làm trung tâm cho tất cả các hoạt động dự án giúp thông tin được cập nhật liên tục, chính xác và dễ dàng truy cập. Từ đó, giảm thiểu các xung đột không cần thiết và tranh chấp trong quá trình thực hiện dự án. Các dự án phần ngầm được triển khai trôi chảy hơn, giảm thiểu chi phí do gián đoạn và tăng khả năng hoàn thành đúng tiến độ.

4. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã khẳng định rõ ràng vai trò quan trọng của công nghệ BIM trong việc nâng cao hiệu quả quản lý tiến độ và chi phí thi công phần ngầm công trình cao tầng. Việc áp dụng BIM giúp giảm đáng kể thời gian thi công đến 15% và tiết kiệm chi phí phát sinh lên đến gần 47%, điều này không chỉ góp phần cải thiện hiệu quả hoạt động của dự án mà còn gia tăng lợi ích kinh tế cho các bên liên quan. Ngoài ra, BIM còn đóng vai trò then chốt trong việc tăng cường phối hợp và minh bạch thông tin dự án, giúp các bên chủ đầu tư, tư vấn thiết kế và nhà thầu dễ dàng trao đổi, cập nhật dữ liệu theo thời gian thực, từ đó giảm thiểu sai sót và xung đột trong quá trình thi công.

So sánh với các nghiên cứu trước đây, kết quả của bài báo phù hợp với những phát hiện trong nhiều nghiên cứu quốc tế, như nghiên cứu của Azhar (2011) cho thấy BIM giúp giảm chi phí và thời gian dự án xây dựng từ 10% đến 20%, và nghiên cứu của Sacks et al. (2018) khẳng định BIM nâng cao khả năng phối hợp giữa các bên tham gia dự án. Ở Việt Nam, các nghiên cứu gần đây cũng nhận định BIM là công cụ hữu hiệu để giải quyết các thách thức trong quản lý dự án xây dựng phức tạp, tuy nhiên các ứng dụng vẫn còn hạn chế về mặt quy mô và mức độ tích hợp.

Tuy nhiên, việc triển khai BIM trong thực tế vẫn tồn tại một số ưu điểm và hạn chế. Ưu điểm lớn nhất là khả năng mô hình hóa chi tiết, tích hợp dữ liệu đa chiều giúp quản lý dự án chính xác và toàn diện hơn. Mặt khác, BIM còn giúp phát hiện xung đột thiết kế từ giai đoạn sớm, giảm thiểu sai sót kỹ thuật và tranh chấp phát sinh trong thi công. Song song đó, hạn chế về chi phí đầu tư ban đầu cho phần mềm và thiết bị, cùng với nhu cầu đào tạo chuyên sâu cho nhân sự vẫn là rào cản lớn. Thêm vào đó, việc tích hợp các phần mềm BIM với hệ thống quản lý hiện tại của các doanh nghiệp còn phức tạp và tốn thời gian, khiến việc ứng dụng BIM chưa thể rộng rãi và hiệu quả đồng bộ.

Trước những thách thức này, các giải pháp cần được triển khai bao gồm việc tăng cường đầu tư trang thiết bị công nghệ và đào tạo nhân lực bài bản để nâng cao năng lực chuyên môn về BIM. Đồng thời, các doanh nghiệp và tổ chức cần thúc đẩy hợp tác với các nhà phát triển phần mềm để tạo ra các giải pháp tích hợp linh hoạt, phù hợp với đặc thù của từng dự án và đơn vị. Ngoài ra, việc xây dựng khung pháp lý và

chính sách hỗ trợ áp dụng BIM từ phía cơ quan quản lý nhà nước sẽ tạo điều kiện thuận lợi hơn cho các doanh nghiệp tiếp cận và ứng dụng công nghệ này.

Tương lai của BIM tại Việt Nam được đánh giá rất tích cực nếu các giải pháp này được thực hiện hiệu quả. Việc mở rộng ứng dụng BIM không chỉ giúp nâng cao hiệu quả quản lý dự án mà còn thúc đẩy chuyển đổi số toàn diện trong ngành Xây dựng, góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia trong bối cảnh hội nhập sâu rộng. Nghiên cứu này đóng góp một góc nhìn thực tiễn và khoa học, làm nền tảng để tiếp tục nghiên cứu và phát triển BIM, đồng thời giúp các nhà quản lý và chuyên gia xây dựng có thêm cơ sở để triển khai hiệu quả hơn công nghệ tiên tiến này.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc ứng dụng công nghệ BIM trong quản lý tiến độ và chi phí thi công phần ngầm công trình cao tầng mang lại hiệu quả rõ rệt, với khả năng rút ngắn thời gian thi công trung bình 15% và giảm chi phí phát sinh lên đến gần 47%. Những kết quả này không chỉ thể hiện sự cải thiện về mặt kỹ thuật mà còn góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế của dự án, đồng thời giảm thiểu các rủi ro và sai sót trong quá trình thi công. Qua việc mô hình hóa chi tiết và tích hợp đa chiều thông tin, BIM giúp tăng cường tính minh bạch và phối hợp hiệu quả giữa các bên liên quan, từ đó góp phần cải thiện chất lượng quản lý tổng thể.

Giá trị của nghiên cứu không chỉ nằm ở việc chứng minh tính khả thi và hiệu quả của BIM trong điều kiện thực tiễn tại Việt Nam mà còn mở ra hướng đi mới cho ngành Xây dựng trong nước trong việc ứng dụng công nghệ tiên tiến. Đóng góp của BIM trong việc tối ưu hóa tiến độ, kiểm soát chi phí và nâng cao phối hợp dự án là minh chứng rõ ràng cho tầm quan trọng của công nghệ này trong quản lý xây dựng hiện đại.

Dựa trên kết quả nghiên cứu, cần khuyến nghị áp dụng rộng rãi BIM trong ngành Xây dựng Việt Nam như một công cụ quản lý thiết yếu, đặc biệt trong các dự án phức tạp như phần ngầm công trình cao tầng. Việc đầu tư vào đào tạo nhân lực và phát triển hạ tầng kỹ thuật cho BIM cần được ưu tiên nhằm tận dụng tối đa các lợi ích mà công nghệ này mang lại.

Hướng nghiên cứu tiếp theo nên tập trung vào việc phát triển các mô hình BIM tích hợp sâu hơn với các hệ thống quản lý dự án thông minh, cũng như mở rộng phạm vi ứng dụng sang các công đoạn vận hành và bảo trì công trình nhằm nâng cao vòng đời hiệu quả của dự án xây dựng. Đồng thời, nghiên cứu thực tiễn về khả năng ứng dụng BIM trong các loại hình công trình đa dạng và quy mô khác nhau cũng là cần thiết để hoàn thiện hơn nữa phương pháp quản lý xây dựng hiện đại tại Việt Nam. . .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen, T.A., P.T. Nguyen, and S.T. Do, Key Factors Affecting the Application of Building Information Management (BIM) in Management of High-Rise Building Construction Volume. Journal of Physics: Conference Series, 2021. 1783(1): p. 012089.
- [2]. Nguyen, T.-Q., E.C.W. Lou, and B.N. Nguyen, A theoretical BIM-based framework for quantity take-off to facilitate progress payments: the case of high-rise building projects in Vietnam. International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2024. 42(4): p. 704-728.
- [3]. Huynh, Q.T., et al., Behavior of a Deep Excavation and Damages on Adjacent Buildings: a Case Study in Vietnam. Transportation Infrastructure Geotechnolgy, 2021. 8(3): p. 361-389.
- [4]. Hang Thu Thi Le, Tinh Dinh Cong, BIM-integrated system: a successful alternative for estimating cash flow in building projects. ASEAN Engineering Journal, 2023. 13(4): p. 103-112.
- [5]. Sing, M.C.P., et al., Scan-to-BIM technique in building maintenance projects: practicing quantity take-off. International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2024. 42(6): p. 1250-1262.
- [6]. Quoc Toan, N., N. Thi Tuyet Dung, and N. Thi My Hanh, 3D-BIM and 4D-BIM Models in Construction Safety Management. E3S Web Conf., 2021. 263.
- [7]. Banerjee, A. and R.R. Nayaka, A comprehensive overview on BIM-integrated cyber physical system architectures and practices in the architecture, engineering and construction industry. Construction Innovation, 2022. 22(4): p. 727-748.
- [8]. Volk, R., J. Stengel, and F. Schultmann, Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. Automation in Construction, 2014. 38: p. 109-127.