

Giải pháp nâng cao hiệu quả kinh tế của việc áp dụng BIM cho các dự án đầu tư ở thành phố Hà Nội

Lê Minh Thoá^{1*}, Lâm Hải Hòa¹, Nguyễn Thanh Huyền¹, Nguyễn Thanh Tuyền¹

¹ Đại học Thủy lợi

TỪ KHOÁ

Dự án đầu tư
BIM
Hiệu quả kinh tế
Thành phố Hà Nội

TÓM TẮT

Mô hình thông tin công trình (BIM - Building Information Modeling) đóng vai trò then chốt trong việc nâng cao hiệu quả kinh tế của các dự án đầu tư thông qua việc tích hợp thông tin, tối ưu hóa quy trình và giảm thiểu chi phí – rủi ro trong toàn bộ vòng đời công trình. Việc áp dụng BIM mang lại hiệu quả kinh tế toàn diện cho các dự án đầu tư, giúp tiết kiệm chi phí, rút ngắn tiến độ, nâng cao chất lượng và hiệu quả sử dụng vốn đầu tư công. Nghiên cứu các giải pháp nâng cao hiệu quả kinh tế của việc áp dụng BIM cho các dự án đầu tư ở thành phố Hà Nội là cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn cao.

KEYWORDS

Construction Projects
BIM
Economic Growth
Hanoi city

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) plays a key role in improving the economic efficiency of investment projects through information integration, process optimization and cost-risk reduction throughout the entire project life cycle. The application of BIM brings comprehensive economic efficiency to investment projects, helping to save costs, shorten progress, improve quality and efficiency of public investment capital use. Researching solutions to improve the economic efficiency of applying BIM to investment projects in Hanoi is urgent and has high practical significance.

1. Giới thiệu chung về việc áp dụng BIM cho các dự án đầu tư mạng lại hiệu quả kinh tế

Mô hình thông tin công trình (BIM - Building Information Modeling): là công cụ quản lý dự án toàn diện giúp mô phỏng, thiết kế, thi công và vận hành công trình trên nền tảng dữ liệu số. Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling – BIM) đã trở thành xu hướng tất yếu trong quản lý và phát triển các dự án đầu tư xây dựng. BIM không chỉ là công cụ mô phỏng 3D mà là một phương pháp quản lý dữ liệu tích hợp, cho phép các chủ thể tham gia dự án – từ chủ đầu tư, đơn vị thiết kế, nhà thầu thi công đến đơn vị vận hành – phối hợp hiệu quả thông qua một hệ thống thông tin thống nhất, trực quan và cập nhật theo thời gian thực. Nhờ đặc tính số hóa toàn bộ vòng đời công trình, BIM giúp tối ưu hóa quy trình ra quyết định, nâng cao chất lượng thiết kế và giảm thiểu sai sót trong thi công.

Việc áp dụng BIM tạo ra nhiều hiệu quả kinh tế rõ rệt cho các dự án đầu tư. Thứ nhất, BIM giúp giảm đáng kể chi phí thiết kế và chi phí phát sinh do xung đột giữa các bộ môn nhờ khả năng kiểm tra va chạm (clash detection) ngay từ giai đoạn lập mô hình. Thứ hai, BIM nâng cao hiệu quả quản lý tiến độ và nguồn lực, hạn chế chậm trễ trong thi công, qua đó giảm chi phí nhân công, chi phí quản lý và chi phí gián tiếp. Thứ ba, BIM cung cấp mô phỏng chính xác khối lượng và dự toán (5D), giúp chủ đầu tư kiểm soát ngân sách tốt hơn, minh bạch hơn. Ngoài ra, mô hình BIM còn hỗ trợ tối ưu vận hành và bảo trì công trình trong giai đoạn khai thác, giúp tiết kiệm chi phí bảo trì và kéo dài tuổi thọ công trình.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp sau:

(i) Phương pháp thu thập số liệu: Tác giả thu thập các dữ liệu, tài liệu thứ cấp từ các quyết định, các tài liệu liên quan đến việc áp dụng BIM cho các dự án đầu tư.

(ii) Phương pháp phân tích, tổng hợp: Tác giả tiến hành phân tích tổng hợp, số hóa các số liệu thu thập được. Từ đó đưa ra một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và áp dụng cho từng công trình cụ thể.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân tích thực trạng các nhân tố chính ảnh hưởng đến dự án đầu tư xây dựng khi áp dụng BIM tại thành phố Hà Nội

3.1.1. Thực trạng chung về các dự án áp dụng BIM

Qua khảo sát thực tế bằng bảng hỏi cho thấy nam giới chiếm 69,5 % trong tổng số 177 đáp viên, trong khi nữ giới chỉ chiếm 30,5 %. Sự chênh lệch này phản ánh thực trạng phổ biến trong ngành xây dựng, nơi nam giới thường chiếm ưu thế do đặc thù công việc đòi hỏi sức bền, làm việc ngoài thực địa và quản lý công trình. BIM là một công nghệ tiên tiến được ứng dụng chủ yếu trong các giai đoạn thiết kế, thi công và vận hành công trình, lĩnh vực mà nam giới vẫn có tỷ lệ tham gia cao hơn.

*Liên hệ tác giả: thoalm@tlu.edu.vn

Nhận ngày 25/10/2025, sửa xong ngày 09/12/2025, chấp nhận đăng ngày 10/12/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2026.1159>

Dữ liệu thống kê cho thấy các đáp viên đến từ nhiều lĩnh vực khác nhau trong ngành xây dựng. Nhà thầu thi công chiếm tỷ lệ cao nhất (27,7 %), tiếp theo là đơn vị tư vấn (23,2 %), phản ánh thực tế rằng BIM chủ yếu được sử dụng trong các giai đoạn thiết kế, triển khai và thi công công trình.

Đối với thời gian công tác, phần lớn người tham gia khảo sát có kinh nghiệm làm việc trong ngành từ 5 đến 10 năm (39 %), tiếp theo là nhóm có dưới 5 năm kinh nghiệm (26 %), cho thấy BIM chủ yếu được tiếp cận và áp dụng bởi những người đang trong giai đoạn phát triển sự nghiệp, có xu hướng tiếp cận công nghệ mới để nâng cao hiệu quả công việc. Nhóm có kinh nghiệm từ 10 đến 20 năm (22 %) cũng chiếm tỷ lệ đáng kể, cho thấy BIM không chỉ thu hút những người mới vào ngành mà còn được áp dụng bởi những người có kinh nghiệm lâu năm hơn.

Một điểm đáng chú ý trong dữ liệu khảo sát là phần lớn đáp viên có trình độ đại học (48,6 %) và sau đại học (37,3 %), cho thấy BIM yêu cầu trình độ chuyên môn cao và đòi hỏi kiến thức kỹ thuật để có thể áp dụng hiệu quả. BIM không chỉ đơn thuần là một công nghệ mô hình hóa mà còn bao gồm các quy trình quản lý dữ liệu, phối hợp đa ngành, do đó việc ứng dụng thành công đòi hỏi những người có nền tảng học vấn vững chắc. Tỷ lệ người có trình độ cao đẳng (10,7 %) và trình độ khác (3,4 %) tương đối thấp, cho thấy BIM hiện vẫn chưa được áp dụng rộng rãi ở những người có trình độ thấp hơn.

3.1.2. Kết quả thống kê mô tả

Kết quả thống kê mô tả trong bảng 2 phản ánh mức độ đánh giá của mẫu nghiên cứu (N=177) đối với các yếu tố ảnh hưởng đến việc áp dụng BIM vào dự án đầu tư xây dựng. Dữ liệu được đo lường trên thang đo Likert 5 điểm, với giá trị trung bình thể hiện mức độ đồng thuận của người tham gia khảo sát đối với từng biến quan sát.

Nhóm biến quan sát về nguồn nhân lực (NNL) có giá trị trung bình dao động từ 3,63 đến 3,69, cho thấy đánh giá của người tham gia khảo sát nằm ở mức khá tích cực. Biến có giá trị trung bình cao nhất là NNL5 (3,69), trong khi giá trị trung bình thấp nhất thuộc về NNL4 (3,63). Các yếu tố về nguồn nhân lực được nhìn nhận khá đồng đều, với mức độ chênh lệch không đáng kể. Độ lệch chuẩn dao động từ 0,620 đến 0,672; thể hiện sự đồng thuận tương đối giữa các phản hồi. Các biến quan sát thuộc nhóm công nghệ và hạ tầng (CNHT) có giá trị trung bình nằm trong khoảng 3,54 ÷ 3,55, cho thấy mức độ đánh giá trung bình khá. Độ lệch chuẩn dao động từ 0,674 đến 0,761, cho thấy mức độ biến động trong phản hồi của người tham gia khảo sát tương đối lớn hơn so với nhóm nguồn nhân lực.

Nhóm tài chính (TC) có giá trị trung bình cao nhất trong tất cả các nhóm, dao động từ 3,98 đến 4,21. Yếu tố tài chính được đánh giá cao hơn các yếu tố khác trong việc tác động đến quá trình áp dụng BIM vào dự án đầu tư xây dựng. Trong đó, TC2 có giá trị trung bình cao nhất (4,21), thể hiện mức độ đồng thuận mạnh mẽ từ phía người tham gia khảo sát. Độ lệch chuẩn dao động từ 0,761 đến 0,882, cho thấy có sự khác biệt nhất định trong ý kiến của người trả lời. Nhóm

quản lý và giám sát (QLGS) có giá trị trung bình dao động từ 3,45 đến 3,50, thấp hơn so với các nhóm khác. Khả năng quản lý và giám sát trong việc áp dụng BIM vào dự án đầu tư xây dựng chưa được đánh giá cao. Độ lệch chuẩn dao động từ 0,682 đến 0,739, thể hiện sự biến động tương đối trong ý kiến của người tham gia khảo sát.

Nhóm ngoại cảnh (NC) có giá trị trung bình từ 3,60 đến 3,66, phản ánh mức độ đồng thuận khá cao từ phía người trả lời. Biến NC2 có giá trị trung bình cao nhất (3,66), cho thấy các yếu tố ngoại cảnh có tác động nhất định đến việc áp dụng BIM. Độ lệch chuẩn của nhóm này khá thấp, dao động từ 0,524 đến 0,681; cho thấy mức độ đồng thuận cao giữa các phản hồi. Nhóm áp dụng BIM vào dự án đầu tư xây dựng (PTKT) có giá trị trung bình từ 3,69 đến 3,73, cho thấy mức độ đồng thuận tương đối cao về tầm quan trọng của BIM. Trong đó, PTKT3 có giá trị trung bình cao nhất (3,73), phản ánh nhận thức tích cực về lợi ích của BIM trong dự án đầu tư xây dựng. Độ lệch chuẩn dao động từ 0,716 đến 0,782, thể hiện sự khác biệt nhất định trong quan điểm của người tham gia khảo sát.

Tài chính (TC) được đánh giá cao nhất, cho thấy yếu tố tài chính đóng vai trò quan trọng trong việc áp dụng BIM. Nguồn nhân lực (NNL) và ngoại cảnh (NC) cũng được đánh giá khá tích cực, phản ánh sự quan tâm đến chất lượng nhân lực và tác động từ môi trường bên ngoài. Công nghệ và hạ tầng (CNHT) và quản lý giám sát (QLGS) có mức độ đánh giá thấp hơn, cho thấy vẫn còn những thách thức trong các khía cạnh này khi triển khai BIM vào thực tiễn. Tác động phát triển kinh tế (PTKT) có mức độ đồng thuận khá cao, thể hiện xu hướng tích cực trong nhận thức của người tham gia khảo sát về BIM. Nhìn chung, kết quả thống kê mô tả cho thấy các yếu tố tài chính, nhân lực và ngoại cảnh đóng vai trò quan trọng trong việc áp dụng BIM, trong khi công nghệ, hạ tầng và quản lý giám sát cần được cải thiện để nâng cao hiệu quả triển khai BIM vào dự án đầu tư xây dựng.

3.1.3. Phân tích nhân tố khám phá (EFA)

Phân tích tập trung vào 06 yếu tố chính, bao gồm nguồn nhân lực (NNL), công nghệ và hạ tầng (CNHT), tài chính (TC), quản lý và giám sát (QLGS), ngoại cảnh (NC), và tác động phát triển kinh tế (PTKT). Tổng cộng 22 biến quan sát được phân tích bằng phương pháp trích xuất phân tích trực chính với phép xoay Promax.

Các kết quả được trình bày trong Bảng 3 đáp ứng tất cả các tiêu chí cần thiết theo như nền tảng lý thuyết của EFA đã nêu. Theo Hair et al. (2010), trong đó cung cấp các hướng dẫn để đánh giá kết quả EFA, thống kê KMO, thước đo tính đầy đủ của mẫu, đạt giá trị 0,787, cao hơn nhiều so với ngưỡng tối thiểu 0,5. Ngoài ra, kiểm định Bartlett cho kết quả có ý nghĩa thống kê (giá trị $p < 0,05$), bác bỏ giả thuyết không (H0) về việc không có tương quan trong quần thể. Kết quả chi tiết của phân tích nhân tố này được trình bày trong bảng 3.

Tiêu chí Eigenvalue được sử dụng để xác định số lượng yếu tố đáng giữ lại trong quy trình EFA. Eigenvalue tối đa quan sát được trong nghiên cứu này là 1,163; với 06 yếu tố có Eigenvalue lớn hơn 1 được trích xuất. Phương sai giải thích tích lũy đạt 58,141 %, vượt

đáng kể so với chuẩn mực 50 % do Anderson và Gerbing (1988) khuyến nghị. Do đó, dữ liệu thu thập được đã được các yếu tố trích xuất giải thích một cách chính xác. Do đó, việc sử dụng phân tích nhân tố được coi là phù hợp với dữ liệu thu thập được, với tất cả các biến quan sát đại diện cho các chiều riêng biệt nhưng có mối quan hệ với nhau của cùng một yếu tố. Phần dư của các biến quan sát được phản ánh trong các yếu tố chính được trích xuất từ phân tích.

3.1.4. Phân tích nhân tố khẳng định (CFA)

Theo kết quả phù hợp của mô hình, Chi-square/df = 1.414 (< 3) và p = 0,000, cho thấy mức độ phù hợp chấp nhận được. Ngoài ra, các chỉ số khác chứng minh rằng mô hình đáp ứng các ngưỡng yêu cầu, chẳng hạn như GFI (Goodness of Fit Index) là 0.880, lớn hơn 0,8 do Baumgartner và Homburg (1995) đề xuất, TLI là 0.940 và CFI (Comparative Fit Index) là 0.950. Giá trị RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) là 0.049, cho thấy mức độ phù hợp tốt.

Phân tích nhân tố xác nhận (CFA) được tiến hành để kiểm định mô hình lý thuyết với 22 biến quan sát và 06 cấu trúc tiềm ẩn, nhằm đánh giá mức độ mà các biến quan sát đo lường chính xác các khái niệm tiềm ẩn mà chúng đại diện.

Theo bảng 5, các giá trị CR đã vượt qua ngưỡng được đề xuất là 0.7 (Hair et al., 2019), do đó xác nhận tính hợp lệ hội tụ chấp nhận được. Hơn nữa, phương sai trung bình được trích xuất (AVE) đóng vai trò là thước đo bổ sung về tính hợp lệ, với ngưỡng thường được chấp nhận là 0.5. Do đó, các kết quả AVE được trình bày trong Bảng 5 xác nhận cả tính hợp lệ của hội tụ và phân biệt đối xử của mô hình nghiên cứu, hỗ trợ sự mạnh mẽ tổng thể của nó. Các thử nghiệm cải tiến liên tục, bao gồm độ tin cậy quy mô, EFA và CFA, là phù hợp và đáp ứng các yêu cầu để phân tích cấu trúc SEM.

3.1.5. Mô hình phương trình cấu trúc (SEM)

Kết quả phân tích mô hình cấu trúc cho thấy giả thuyết không bị bác bỏ với mức ý nghĩa rất cao, thể hiện qua giá trị p = 0,000 (p < 0,01). Với chỉ số chi-square/df đạt 1.414, mô hình cho thấy sự phù hợp tốt với dữ liệu và có khả năng giải thích hiệu quả mối quan hệ giữa các biến trong nghiên cứu. Mặc dù chỉ số Goodness of Fit (GFI) chỉ đạt 0.880, không vượt quá ngưỡng tối thiểu 0,9 theo tiêu chuẩn của Baumgartner & Homburg (1995), nhưng các chỉ số khác cho thấy mô hình có chất lượng tốt. Cụ thể, giá trị Chỉ số phù hợp so sánh (CFI) là 0.950 và Chỉ số Tucker-Lewis (TLI) có giá trị là 0.940, khẳng định mô hình có sự phù hợp tổng thể đáng tin cậy. Ngoài ra, chỉ số RMSEA (Root Mean Square Error of approximation) đạt 0.064, thấp hơn đáng kể so với giới hạn chấp nhận được là 0,080 theo Hair et al. (2010), cùng có thêm tính phù hợp của mô hình với dữ liệu thực nghiệm.

Mặc dù các chỉ số GFI không đạt ngưỡng tối ưu dựa trên tiêu chí đánh giá là 0,9; các chỉ số chính khác như CFI và RMSEA hoàn toàn đáp ứng các tiêu chuẩn bắt buộc. Giá trị CFI vượt quá 0.9, biểu thị sự phù hợp mạnh mẽ của mô hình tổng thể. Bảng 3 trình bày tóm tắt toàn diện về các kết quả, cung cấp thêm bằng chứng về tính hợp lệ của mô hình và mối liên hệ giữa các biến.

Kết quả từ phân tích mô hình cấu trúc cho thấy tất cả các giả thuyết được đưa ra đều được chứng minh với mức ý nghĩa thống kê bao gồm nguồn nhân lực (NNL), công nghệ và hạ tầng (CNHT), tài chính (TC), quản lý và giám sát (QLGS), và ngoại cảnh (NC) ảnh hưởng đáng kể đến việc áp dụng BIM vào dự án đầu tư xây dựng (PTKT). Hơn nữa, giá trị R bình phương đối với (PTKT) là 0.419 cho thấy 41,9 % phương sai của nó được giải thích bởi các yếu tố độc lập trong mô hình.

Bảng 1. Thông tin nhân khẩu học của đáp viên (N = 177).

Thông tin nhân khẩu		Tần suất	Phần trăm (%)
Giới tính	Nam	123	69,5
	Nữ	54	30,5
Đơn vị công tác	Cơ quan quản lý nhà nước	15	8,5
	Đơn vị cung cấp vật liệu	23	13,0
	Đơn vị tư vấn	41	23,2
	Nhà đầu tư	36	20,3
	Nhà thầu thi công	49	27,7
	Khác	13	7,3
Thời gian công tác	Dưới 5 năm	46	26,0
	Từ 5 đến 10 năm	69	39,0
	Từ 10 đến 20 năm	39	22,0
	Trên 20 năm	23	13,0
Trình độ học vấn	Cao đẳng	19	10,7
	Đại học	86	48,6
	Sau đại học	66	37,3
	Khác	6	3,4

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)

Bảng 2. Kết quả thống kê mô tả (N=177).

Thống kê mô tả					
Biến quan sát	N	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn
NNL1	177	2	5	3.65	0.658
NNL2	177	2	5	3.68	0.660
NNL3	177	2	5	3.66	0.620
NNL4	177	2	5	3.63	0.672
NNL5	177	2	5	3.69	0.672
CNHT1	177	2	5	3.54	0.761
CNHT2	177	2	5	3.54	0.674
CNHT3	177	2	5	3.55	0.738
TC1	177	2	5	4.13	0.761
TC2	177	2	5	4.21	0.832
TC3	177	2	5	4.09	0.828
TC4	177	2	5	3.98	0.882
QLGS1	177	2	5	3.49	0.739
QLGS2	177	2	5	3.50	0.684
QLGS3	177	2	5	3.45	0.682
QLGS4	177	2	5	3.49	0.692
NC1	177	2	5	3.60	0.651
NC2	177	2	5	3.66	0.681
NC3	177	2	5	3.60	0.524
PTKT1	177	2	5	3.71	0.716
PTKT2	177	2	5	3.69	0.782
PTKT3	177	2	5	3.73	0.719

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)

Bảng 3. Ma trận xoay nhân tố.

Nhân tố	Hệ số tải					
	1	2	3	4	5	6
NNL5	0.905					
NNL1	0.777					
NNL2	0.615					
NNL3	0.611					
NNL4	0.597					
TC2		0.876				
TC3		0.830				
TC4		0.700				
TC1		0.638				
QLGS4			0.885			
QLGS2			0.866			
QLGS1			0.558			
QLGS3			0.553			
CNHT3				0.882		
CNHT2				0.851		
CNHT1				0.750		
PTKT3					0.927	
PTKT2					0.745	

Nhân tố	Hệ số tải					
	1	2	3	4	5	6
PTKT1					0.597	
NC2						0.616
NC3						0.587
NC1						0.578
Các tham số					Kết quả	
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)					0.787	
Cumulative % (Initial Eigenvalues)					58.141	
Bartlett's Test of Sphericity					0.000	
Initial Eigenvalue					1.163	

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)

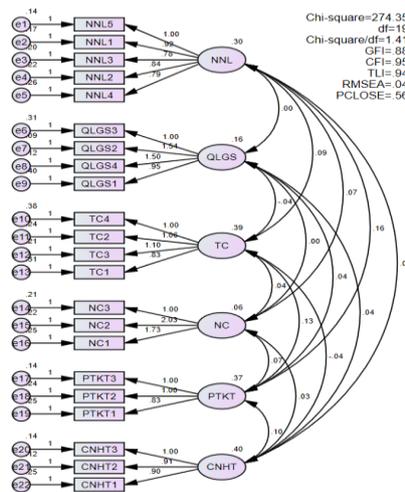
* Extraction Method: Principal Axis Factoring.

* Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Bảng 4. Các chỉ số phù hợp mô hình (CFA).

Chỉ số	Giá trị được đề xuất	Giá trị thu được	Kết luận
Chi-square/df	≤ 3	1.414	Phù hợp
GFI	≥ 0.8	0.880	Phù hợp
TLI	≥ 0.8	0.940	Phù hợp
CFI	≥ 0.9	0.950	Phù hợp
RMSEA	≤ 0.08	0.049	Phù hợp

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)



Hình 1. Kết quả phân tích CFA chuẩn hóa cho mô hình lý thuyết. (Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)

Bảng 5. Hệ số giá trị hội tụ và phân biệt.

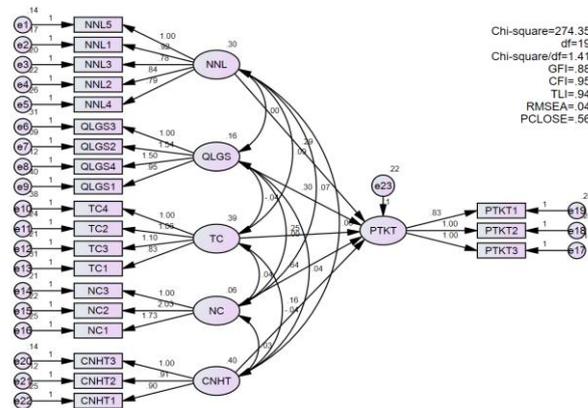
	CR	AVE	MSV	MaxR(H)	NNL	QLGS	TC	NC	PTKT	CNHT
NNL	0.852	0.537	0.290	0.862	0.733					
QLGS	0.814	0.535	0.031	0.886	-0.022	0.732				
TC	0.845	0.579	0.121	0.858	0.271	-0.162	0.761			
NC	0.744	0.504	0.290	0.675	0.538	-0.003	0.271	0.619		
PTKT	0.827	0.616	0.244	0.841	0.486	0.176	0.347	0.494	0.785	
CNHT	0.868	0.688	0.071	0.878	0.158	0.160	-0.096	0.202	0.266	0.830

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)

Bảng 6. Các chỉ số phù hợp mô hình (SEM).

Chỉ số	Giá trị được đề xuất	Giá trị thu được	Kết luận
Chi-square/df	≤ 3.000	1.414	Phù hợp
GFI	≥ 0.800	0.880	Phù hợp
TLI	≥ 0.800	0.940	Phù hợp
CFI	≥ 0.900	0.950	Phù hợp
RMSEA	≤ 0.080	0.049	Phù hợp

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)



Hình 2. Mô hình phân tích nhân tố SEM.

Bảng 4. Kết quả kiểm tra giả thuyết.

Mối quan hệ	Ước lượng hệ số β chuẩn hoá	S.E.	C.R.	Giá trị P	Kết luận
PTKT < = = NNL	0.259	0.111	2.587	0.010	Chấp nhận
PTKT < = = QLGS	0.197	0.122	2.501	0.012	Chấp nhận
PTKT < = = TC	0.257	0.083	3.019	0.003	Chấp nhận
PTKT < = = NC	0.252	0.304	2.092	0.036	Chấp nhận
PTKT < = = CNHT	0.168	0.076	2.120	0.034	Chấp nhận

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả, 2025)

Dựa trên bảng 4, kết quả phân tích hồi quy cho thấy tất cả các yếu tố đều có ảnh hưởng đáng kể đến việc tăng trưởng kinh tế, với mức ý nghĩa thống kê $P < 0.05$.

Nguồn nhân lực (NNL) có tác động tích cực với hệ số β chuẩn hóa là 0.259 ($P = 0.010$), cho thấy chất lượng và năng lực nhân sự đóng vai trò quan trọng trong quá trình triển khai BIM. Khi đội ngũ nhân sự có đủ kiến thức và kỹ năng, khả năng ứng dụng BIM sẽ cao hơn. Quản lý và giám sát (QLGS) cũng ảnh hưởng đáng kể đến việc áp dụng BIM, với hệ số β chuẩn hóa là 0.197 ($P = 0.012$). Một hệ thống quản lý hiệu quả và công tác giám sát chặt chẽ giúp tăng cường khả năng ứng dụng BIM trong dự án xây dựng. Tài chính (TC) có ảnh hưởng lớn đến việc áp dụng BIM, với hệ số β chuẩn hóa là 0.257 ($P = 0.003$). Các nguồn lực tài chính ổn định và đủ mạnh hỗ trợ quá trình đầu tư và triển khai BIM thuận lợi hơn.

Ngoại cảnh (NC) có tác động với hệ số β chuẩn hóa là 0.252 ($P = 0.036$), phản ánh vai trò của các yếu tố bên ngoài như chính sách, quy định pháp lý và xu hướng thị trường đối với quyết định ứng dụng BIM

trong các dự án đầu tư xây dựng. Công nghệ và hạ tầng (CNHT) cũng có ảnh hưởng đáng kể, với hệ số β chuẩn hóa là 0.168 ($P = 0.034$). Một hệ thống công nghệ hiện đại và cơ sở hạ tầng phù hợp là điều kiện quan trọng để đảm bảo việc triển khai BIM đạt hiệu quả.

Nhìn chung, dựa trên kết quả phân tích có thể kết luận rằng đóng góp các dự án xây dựng khi áp dụng BIM tới tăng trưởng kinh tế tại Hà Nội chịu ảnh hưởng từ nhiều yếu tố khác nhau, trong đó nhân lực, tài chính, quản lý, ngoại cảnh và công nghệ đều đóng vai trò quan trọng.

3.2. Đề xuất một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế của việc áp dụng BIM cho các dự án đầu tư ở thành phố Hà Nội

Nâng cao hiệu quả áp dụng BIM cho các dự án đầu tư tại Hà Nội, việc xây dựng một chiến lược toàn diện và tích hợp nhiều giải pháp đồng bộ là cần thiết. Dưới đây nhóm nghiên cứu đã tìm hiểu và đưa ra một số giải pháp, đề xuất cụ thể:

Giải pháp 1: Hoàn thiện khung pháp lý và chính sách về áp dụng BIM

Ban hành các quy định và tiêu chuẩn kỹ thuật chi tiết là yếu tố thiết yếu nhằm đảm bảo tính tương thích và kết nối giữa các phần mềm BIM khác nhau. Thiết lập một khung pháp lý rõ ràng giúp các doanh nghiệp dễ dàng áp dụng BIM. Để đạt được điều này, cần có sự tham gia của các cơ quan chức năng trong việc xây dựng và ban hành các quy định cụ thể, tạo ra một hệ thống tiêu chuẩn thống nhất. Những tiêu chuẩn này không chỉ bao gồm các yêu cầu về kỹ thuật mà còn phải xem xét đến tính khả thi trong thực tiễn áp dụng.

Bên cạnh đó, xây dựng cơ chế khuyến khích tài chính và phi tài chính cho các đơn vị tiên phong áp dụng BIM sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy sự chuyển đổi công nghệ. Các hình thức khuyến khích tài chính có thể bao gồm các khoản trợ cấp, giảm thuế hoặc các ưu đãi về chi phí đầu tư cho những doanh nghiệp sớm áp dụng BIM. Các hình thức khuyến khích phi tài chính như việc công nhận và tôn vinh các đơn vị tiên phong cũng có thể tạo động lực mạnh mẽ cho các doanh nghiệp tham gia vào quá trình này. Những yếu tố này sẽ góp phần tạo ra một hệ sinh thái BIM phát triển mạnh mẽ, từ đó nâng cao hiệu quả và chất lượng cho các dự án xây dựng trong tương lai.

Giải pháp 2: Thường xuyên đào tạo, tập huấn về BIM cho các cán bộ chuyên môn

Tổ chức các khóa đào tạo và tập huấn chuyên sâu cho đội ngũ cán bộ, kỹ sư và công nhân trong ngành xây dựng mang lại lợi ích tức thời trong việc nâng cao kiến thức và kỹ năng cho lực lượng lao động. Công nghệ BIM càng phát triển và trở nên phổ biến thu hút và phát triển đội ngũ chuyên gia tư vấn có trình độ cao. Các khóa đào tạo này cần được thiết kế một cách linh hoạt, bao gồm cả lý thuyết lẫn thực hành, nhằm trang bị cho học viên những kỹ năng cần thiết để ứng dụng BIM một cách hiệu quả trong các dự án xây dựng. Môi trường làm việc khuyến khích sự sáng tạo và học hỏi sẽ được hình thành khi đội ngũ chuyên gia được đào tạo bài bản và có khả năng tư duy độc lập. Sự kết hợp giữa kiến thức lý thuyết và kinh nghiệm thực tiễn tạo ra những cơ hội mới cho các doanh nghiệp trong việc áp dụng BIM, nâng cao hiệu quả công việc và chất lượng sản phẩm.

Giải pháp 3: Đầu tư các công nghệ hiện đại và hạ tầng kỹ thuật phục vụ cho áp dụng BIM vào các dự án

Đô thị hóa nhanh chóng và sự phát triển không ngừng của ngành xây dựng, nâng cấp hạ tầng công nghệ thông tin tại Hà Nội là một yêu cầu cấp thiết. Cụ thể, cần thiết phải đầu tư vào các phần mềm BIM chuyên dụng, những công cụ này giúp tối ưu hóa quy trình thiết kế và thi công, hỗ trợ trong việc quản lý dự án một cách hiệu quả. Ngoài đầu tư vào phần mềm, trang bị các thiết bị hỗ trợ như máy tính có cấu hình cao, thiết bị thực tế ảo (VR) và thực tế tăng cường (AR) cũng là một yếu tố quan trọng. Những công nghệ này sẽ giúp các kỹ sư và nhà thiết kế có thể trực quan hóa các mô hình 3D, từ đó dễ dàng phát hiện và khắc phục các vấn đề tiềm ẩn trước khi bắt đầu thi công. Hệ thống lưu trữ và quản lý dữ liệu BIM lưu trữ thông tin an toàn, đảm bảo rằng dữ liệu có thể được truy cập và chia sẻ một cách hiệu quả giữa các bên liên quan trong dự án. Quản lý dữ liệu khoa học và hệ thống sẽ góp phần nâng cao khả năng phối hợp giữa các nhóm làm việc, giảm thiểu sai sót và tối ưu hóa quy trình làm việc.

Giải pháp 4: Quản lý và giám sát chặt chẽ các yếu tố đầu vào khi áp dụng BIM cho các dự án xây dựng

Hà Nội thiết lập các quy trình quản lý, thẩm tra các dự án dựa trên mô hình BIM tạo ra quy trình làm việc rõ ràng, hệ thống cho các bên liên quan. Kiểm soát, giám sát nâng cao tính minh bạch mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho sự phối hợp giữa các nhóm làm việc khác nhau trong dự án. Cụ thể, việc ứng dụng BIM trong công tác lập kế hoạch, dự toán, kiểm soát tiến độ và chất lượng dự án có vai trò quan trọng nâng cao hiệu quả tổng thể của dự án. BIM cho phép các bên liên quan có thể truy cập vào dữ liệu chung, từ đó dễ dàng theo dõi và điều chỉnh các yếu tố đầu vào như ngân sách, thời gian và nguồn lực. Hệ thống này cũng giúp phát hiện sớm các vấn đề tiềm ẩn, từ đó có thể đưa ra các biện pháp khắc phục kịp thời.

Qua đó, thiết lập các tiêu chuẩn và quy trình rõ ràng trong quản lý dự án dựa trên mô hình BIM sẽ hỗ trợ trong việc đào tạo và nâng cao năng lực cho các nhân viên tham gia. Điều này giúp cải thiện kỹ năng chuyên môn, tạo ra một môi trường làm việc tích cực, nơi mà sự minh bạch và trách nhiệm được đề cao.

Giải pháp 5: Nỗ lực phối hợp và hợp tác bao gồm tất cả các bên liên quan chính phủ, ngành và trung tâm đào tạo

Tầm nhìn dài hạn cho việc áp dụng BIM tại Hà Nội cần được định hình từ góc độ ứng dụng ban đầu hướng tới việc cải tiến liên tục và đổi mới. Tích hợp các công nghệ mới nổi như trí tuệ nhân tạo (AI) và thực tế ảo (VR) vào quy trình xây dựng sẽ tạo ra những cơ hội mới, giúp nâng cao hiệu quả và chất lượng công trình. AI có thể hỗ trợ trong việc phân tích dữ liệu lớn để đưa ra các quyết định nhanh chóng và chính xác hơn, trong khi VR có thể cung cấp trải nghiệm trực quan, giúp các bên liên quan dễ dàng hình dung và đánh giá thiết kế dự án.

Để thực hiện điều này, cần thiết lập quy trình hợp tác rõ ràng giữa các bên liên quan. Chính phủ cần đóng vai trò lãnh đạo trong việc tạo ra các chính sách và quy định hỗ trợ cho việc áp dụng BIM, đồng thời khuyến khích sự tham gia của ngành và học viện. Các doanh nghiệp xây dựng cần chủ động tham gia vào các chương trình đào tạo và nghiên cứu, nhằm nâng cao năng lực và hiểu biết về BIM. Các trường đại học, trung tâm đào tạo cũng cần phát triển các chương trình giáo dục và nghiên cứu liên quan đến BIM, từ đó cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao cho ngành.

Khi tất cả các bên cùng nhau hợp tác và chia sẻ nguồn kiến thức và dữ liệu chung, Hà Nội có thể tối ưu hóa quy trình xây dựng, chuyển đổi ngành xây dựng thành một động lực tăng trưởng kinh tế bền vững và kiên cường trong tương lai. Nắm bắt toàn bộ tiềm năng của BIM sẽ không chỉ giúp cải thiện hiệu quả hoạt động của ngành xây dựng góp phần vào sự phát triển kinh tế tổng thể tại Hà Nội.

4. Kết luận

Việc áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) các dự án đầu tư tại Hà Nội đã và đang mang lại lợi ích kinh tế rõ rệt, đồng thời đóng góp quan trọng vào mục tiêu phát triển bền vững của thành phố.

BIM giúp nâng cao hiệu quả quản lý dự án đầu tư thông qua việc tích hợp toàn bộ thông tin thiết kế, thi công và vận hành trên một nền tảng kỹ thuật số thống nhất. Nhờ đó, các bên tham gia có thể phối hợp chặt chẽ, giám sát, tiết kiệm chi phí và rút ngắn tiến độ thi công. Về mặt kinh tế, BIM giúp giảm đáng kể chi phí thiết kế, thi công và bảo trì công trình, đồng thời tăng độ chính xác của dự toán, hạn chế phát sinh và lãng phí vật liệu. Nhiều dự án áp dụng BIM tại Việt Nam cho thấy mức tiết kiệm chi phí từ 10 ÷ 20 % tổng giá trị đầu tư, đồng thời rút ngắn 15 ÷ 30 % thời gian xây dựng, góp phần nâng cao năng suất lao động và hiệu quả sử dụng vốn đầu tư công. Bên cạnh đó, BIM còn đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy chuyển đổi số ngành xây dựng, tạo nền tảng cho đô thị thông minh và phát triển kinh tế xanh. Việc ứng dụng BIM giúp thành phố Hà Nội quản lý hạ tầng đô thị khoa học hơn, tối ưu hóa công tác bảo trì - vận hành và giảm tác động tiêu cực đến môi trường. Tóm lại, BIM không chỉ là công cụ hỗ trợ kỹ thuật mà là giải pháp chiến lược giúp Hà Nội hướng tới nền kinh tế xây dựng hiện đại, hiệu quả và bền vững. Việc nhân rộng ứng dụng BIM trong các dự án đầu tư công và tư nhân sẽ là bước đi quan trọng để hiện thực hóa mục tiêu phát triển đô thị xanh, thông minh và thịnh vượng của Thủ đô trong thời kỳ chuyển đổi số.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Phạm Hùng Cường. (2019), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong thiết kế đánh giá công trình xanh theo hướng phát triển bền vững*.
- [2]. Vũ Quyết Thắng (2025), *Định hướng tạo lập cơ chế, chính sách áp dụng BIM có tính ràng buộc cao*. Tạp Chí Xây Dựng - Bộ Xây Dựng.
- [3]. Tạ Ngọc Bình. (2023), *Hiện trạng và lộ trình áp dụng BIM tại Việt Nam*, Hiện Trạng và Lộ Trình Áp Dụng BIM Tại Việt Nam.
- [4]. Van Tam, N., Diep, T. N., Quoc Toan, N., & Le Dinh Quy, N. (2021), Factors affecting adoption of building information modeling in construction projects: A case of Vietnam. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1918848.
- [5]. Van Tam, N., Quoc Toan, N., Phong, V. V., & Durdyyev, S. (2021). Impact of BIM-related factors affecting construction project performance. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*.
- [6]. Pham Van, B., Wong, P., & Abbasnejad, B. (2025). A systematic review of criteria influencing the integration of BIM and Immersive Technology in building projects. *Journal of Information Technology in Construction*, 30, 243–297.
- [7]. Jin, S. (2024). Integrating BIM to Enhance Stakeholder Collaboration and Economic Efficiency in Architecture and Construction Projects. *E3S Web of Conferences*, 565(3), 03014–03014.
- [8]. Manzoor, B., Rabia Charef, Antwi-Afari, M. F., Alotaibi, K. S., & Ehsan Harirchian. (2025). Revolutionizing Construction Safety: Unveiling the Digital Potential of Building Information Modeling (BIM). *Buildings*, 15(5), 828–828.
- [9]. Mohamed, H.-A., Hashim, N., Norazian Mohamad Yusuwani, Mohd Hafiz Hanafiah, & Siti Mazzuana Shamsuddin. (2024). Assessing cost and benefit attributes of Building Information Modelling (BIM) implementation in Malaysian public agency: PLS-SEM approach. *Journal of Information Technology in Construction*, 29, 308–323.
- [10]. Santosh Kumar Bhoda. (2024). *Building Information Modeling (BIM) has transformed the architecture, engineering, and construction (AEC) industry, offering powerful tools that enable organizations to design, plan, and execute projects with unprecedented accuracy. Beyond its technical capabilities, BIM.*