

ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN CÁC DỰ ÁN XÂY DỰNG THÔNG MINH TẠI HÀ NỘI DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIM VÀ AI TRONG BỐI CẢNH CHUYỂN ĐỔI SỐ

INVESTING IN THE DEVELOPMENT OF SMART BUILDING PROJECTS IN HANOI UNDER THE IMPACT OF BIM AND AI IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

TS. Lê Minh Thoà, TS. Đinh Thế Mạnh, Lương Minh Huyền, Nguyễn Tuấn Kiệt

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Bộ Xây dựng ban hành kế hoạch triển khai để án chuyển đổi số trong hoạt động xây dựng, quản lý, khai thác kết cấu hạ tầng xây dựng tại Quyết định số 369/QĐ-BXD ngày 19 tháng 3 năm 2026, ngành Xây dựng của nước ta nói chung, Đặc biệt là Hà Nội đang từng bước đổi mới toàn diện hoạt động quản lý, đầu tư và vận hành theo hướng thông minh, hiện đại, bền vững và hiệu quả. Để thực hiện quyết định này, Hà Nội đang từng bước chuyển đổi số qua việc áp dụng các công nghệ tiên tiến như Mô hình thông tin công trình (BIM) và trí tuệ nhân tạo (AI) nhằm nâng cao hiệu quả đầu tư và phát triển các dự án xây dựng xanh, thông minh. Bài báo phân tích vai trò của BIM và AI trong quá trình đầu tư phát triển dự án xây dựng thông minh. Đồng thời góp phần tối ưu hóa thiết kế, giảm chi phí, kiểm soát tiến độ và nâng cao chất lượng trong đầu tư phát triển các dự án xây dựng đô thị thông minh tại Hà Nội.

Từ khóa: BIM, AI, chuyển đổi số, đầu tư xây dựng, dự án thông minh, Hà Nội.

1. Giới thiệu chung

Hiện nay, ngành Xây dựng ở nước ta được xác định là một trong những lĩnh vực trọng điểm cần đổi mới nhằm nâng cao năng suất, chất lượng và hiệu quả đầu tư. Hà Nội là trung tâm chính trị, văn hóa, kinh tế và đô thị lớn của Việt Nam. Quá trình đô thị hóa nhanh chóng đặt ra yêu cầu cấp thiết đối với việc phát triển các dự án xây dựng theo hướng thông minh, bền vững và tối ưu hóa nguồn lực. Thực tiễn hoạt động đầu tư phát triển các dự án xây dựng tại Hà Nội vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế như chi phí đầu tư cao, tiến độ chậm, thiếu đồng bộ trong quản lý thông tin và rủi ro trong quá trình thực hiện dự án. Do vậy cần đòi hỏi phải có các giải pháp công nghệ tiên tiến nhằm nâng cao hiệu quả quản lý và ra quyết định đầu tư. Công nghệ số BIM (Mô hình thông tin công trình) và AI (trí tuệ nhân tạo) là những công cụ quan trọng hỗ trợ quá trình chuyển đổi số trong ngành xây dựng. BIM cho phép tích hợp và quản lý thông tin công trình xuyên suốt vòng đời dự án, trong khi AI hỗ trợ phân tích dữ

Abstract: The Ministry of Construction issued a plan to implement the digital transformation project in construction, management, and exploitation of construction infrastructure in Decision No. 369/QĐ-BXD dated March 19, 2026. The construction industry in Vietnam in general, and Hanoi in particular, is gradually undergoing comprehensive reforms in management, investment, and operation towards a smart, modern, sustainable, and efficient direction. To implement this decision, Hanoi is gradually transforming digitally by applying advanced technologies such as Building Information Modeling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) to improve investment efficiency and develop green and smart construction projects. This article analyzes the role of BIM and AI in the investment and development process of smart construction projects. It also contributes to optimizing design, reducing costs, controlling progress, and improving quality in the investment and development of smart urban construction projects in Hanoi.

Keywords: BIM, AI, digital transformation, construction investment, smart projects, Hanoi.

liệu, dự báo rủi ro và tối ưu hóa các quyết định đầu tư. Việc kết hợp hai công nghệ này không chỉ góp phần nâng cao hiệu quả đầu tư mà còn thúc đẩy phát triển các dự án xây dựng thông minh.

Việc ứng dụng BIM và AI trong đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh không chỉ phù hợp với xu thế chuyển đổi số mà còn góp phần nâng cao năng lực cạnh tranh của ngành xây dựng. Tuy nhiên, tại Việt Nam nói chung và Hà Nội nói riêng, việc triển khai các công nghệ này vẫn còn hạn chế và thiếu các nghiên cứu đánh giá một cách hệ thống, đặc biệt là các nghiên cứu định lượng.

Xuất phát từ thực tiễn đó, bài báo “Đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh tại Hà Nội với sự hỗ trợ của BIM và AI trong chuyển đổi số” là hết sức cần thiết, có ý nghĩa cả về lý luận và thực tiễn trong giai đoạn hiện nay.

BIM cho phép xây dựng mô hình số hóa toàn diện của công trình, tích hợp đầy đủ thông tin về thiết kế, vật liệu, chi phí và tiến độ trong một môi trường thống nhất. Nhờ đó, các bên liên quan có

thể phối hợp hiệu quả hơn, phát hiện sớm xung đột trong thiết kế và hạn chế sai sót trong quá trình thi công. Điều này giúp giảm chi phí phát sinh, rút ngắn thời gian thực hiện và nâng cao tính minh bạch trong quản lý đầu tư.

AI đóng vai trò phân tích dữ liệu và hỗ trợ ra quyết định thông minh thông qua việc dự báo rủi ro, tối ưu hóa tiến độ và phân bổ nguồn lực hợp lý.

Công nghệ BIM và AI đang nổi lên như những công cụ quan trọng giúp cải thiện hiệu quả đầu tư xây dựng. BIM cho phép mô hình hóa toàn bộ vòng đời công trình, trong khi AI hỗ trợ phân tích dữ liệu, dự báo và ra quyết định. Việc kết hợp hai công nghệ này giúp tạo ra bước đột phá trong quản lý đầu tư dự án xây dựng thông minh.

Dự án xây dựng thông minh là các dự án áp dụng công nghệ số, cảm biến, dữ liệu lớn và trí tuệ nhân tạo để tối ưu hóa thiết kế, thi công, vận hành và quản lý công trình.

Sự kết hợp giữa BIM và AI tạo ra một hệ sinh thái số giúp nâng cao hiệu quả đầu tư trên nhiều khía cạnh. *Thứ nhất*, về chi phí, việc mô phỏng và tối ưu hóa thiết kế ngay từ giai đoạn đầu giúp giảm đáng kể chi phí sửa đổi và lãng phí tài nguyên. *Thứ hai*, về tiến độ, các công cụ AI có thể phân tích dữ liệu lịch sử và dự báo các yếu tố ảnh hưởng, từ đó đề xuất phương án thi công tối ưu. *Thứ ba*, về chất lượng, việc kiểm soát thông tin xuyên suốt vòng đời dự án giúp nâng cao độ chính xác và giảm thiểu sai sót. Cuối cùng, về quản lý rủi ro, AI giúp nhận diện sớm các nguy cơ tiềm ẩn, hỗ trợ nhà đầu tư đưa ra quyết định kịp thời và hiệu quả.

Mặc dù việc ứng dụng BIM và AI đã mang lại những kết quả tích cực, nhưng vẫn còn nhiều thách thức cần vượt qua như chi phí đầu tư ban đầu cao, thiếu nhân lực có chuyên môn và sự chưa đồng bộ trong hệ thống pháp lý. Do đó, để nâng cao hiệu quả đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh tại Hà Nội, cần có chiến lược phát triển đồng bộ, trong đó chú trọng thúc đẩy ứng dụng BIM và AI như những công cụ cốt lõi trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp sau:

(i) **Phương pháp thu thập số liệu:** Nhóm tác giả thu thập các dữ liệu, các tài liệu trong và ngoài nước liên quan đến BIM, AI, chuyển đổi số và đầu tư xây dựng thông minh. Các nguồn tài liệu bao gồm sách chuyên khảo, bài báo khoa học, báo cáo của các tổ chức quốc tế và văn bản pháp lý của Việt Nam.

(ii) **Phương pháp phân tích, tổng hợp:** Nhóm tác giả tiến hành phân tích tổng hợp, số hóa các số liệu thu thập được. Từ đó tổng hợp các kết quả việc

tích hợp BIM và AI nhằm nâng cao hiệu quả đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh tại Hà Nội

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tổng quan về công nghệ BIM và AI ảnh hưởng đến đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh

Các nghiên cứu về BIM khẳng định đây là nền tảng cốt lõi trong quản lý thông tin dự án xây dựng. BIM cho phép số hóa toàn bộ thông tin công trình dưới dạng mô hình 3D tích hợp, giúp cải thiện khả năng phối hợp giữa các bên tham gia dự án, giảm sai sót thiết kế và hạn chế phát sinh chi phí. BIM đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả quản lý dự án, đặc biệt trong các lĩnh vực như cấp thoát nước, hạ tầng kỹ thuật và nhà cao tầng.

Tại Hà Nội, việc triển khai BIM đã được thúc đẩy mạnh mẽ thông qua các chính sách của Chính phủ. Từ năm 2023 đến nay, BIM dần trở thành yêu cầu bắt buộc đối với các dự án sử dụng vốn đầu tư công và các dự án quy mô lớn. BIM trong việc nâng cao hiệu quả đầu tư và minh bạch hóa quá trình quản lý xây dựng.

Các nghiên cứu về AI trong xây dựng cũng cho thấy tiềm năng lớn trong việc hỗ trợ ra quyết định và tối ưu hóa đầu tư. AI có khả năng phân tích dữ liệu lớn, dự báo chi phí, tiến độ và rủi ro, từ đó giúp các nhà đầu tư đưa ra quyết định chính xác hơn. Một số nghiên cứu quốc tế còn chỉ ra rằng việc tích hợp AI với BIM có thể tạo ra các hệ thống thiết kế và quản lý thông minh, tự động hóa nhiều khâu trong quá trình xây dựng và vận hành công trình, góp phần nâng cao hiệu quả tổng thể của dự án.

Việc tích hợp BIM với các công nghệ liên quan như IoT, hệ thống quản lý tòa nhà thông minh và dữ liệu lớn. Các nghiên cứu tại Hà Nội cho thấy việc ứng dụng BIM kết hợp với các công nghệ này đặc biệt hiệu quả trong giai đoạn vận hành và bảo trì công trình, vốn chiếm phần lớn chi phí vòng đời dự án. Đối với các dự án xây dựng thông minh, yêu cầu tối ưu hóa không chỉ trong giai đoạn thi công mà còn trong suốt quá trình khai thác.

Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng việc triển khai BIM và AI tại Việt Nam nói chung và Hà Nội nói riêng vẫn còn gặp nhiều thách thức. Các rào cản chủ yếu bao gồm thiếu nguồn nhân lực chất lượng cao, chi phí đầu tư ban đầu lớn, và sự chưa đồng bộ trong hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật. Điều này ảnh hưởng nhất định đến tốc độ và hiệu quả ứng dụng các công nghệ này trong thực tiễn.

Tóm lại, tổng quan các nghiên cứu cho thấy BIM và AI có tác động tích cực và toàn diện đến đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh tại Hà

Nội. Các công nghệ này giúp nâng cao hiệu quả sử dụng vốn, giảm chi phí, rút ngắn tiến độ, cải thiện chất lượng công trình và tối ưu hóa vận hành. Tuy nhiên, để phát huy tối đa hiệu quả, cần có các giải pháp đồng bộ về chính sách, đào tạo nguồn nhân lực và hoàn thiện hệ thống pháp lý, qua đó thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong ngành xây dựng một cách bền vững.

3.2. Các giả thuyết nghiên cứu

Trên cơ sở tổng quan lý thuyết và các nghiên cứu trước đây về ứng dụng công nghệ số trong ngành xây dựng, đặc biệt là BIM và AI, nghiên cứu này đề xuất hệ thống các giả thuyết nhằm kiểm định tác động của các công nghệ này đến hiệu quả đầu tư của các dự án xây dựng thông minh tại Hà Nội.

Giả thuyết tổng quát được xây dựng để đánh giá mối quan hệ chung giữa công nghệ và hiệu quả đầu tư. Cụ thể, giả thuyết H1 cho rằng việc ứng dụng BIM và AI có tác động tích cực đến hiệu quả đầu tư của dự án xây dựng thông minh. Cơ sở của giả thuyết này xuất phát từ khả năng tích hợp dữ liệu, mô phỏng và phân tích thông minh của các công nghệ số, giúp nâng cao hiệu quả quản lý dự án trong suốt vòng đời công trình.

Các giả thuyết cụ thể được phát triển dựa trên các khía cạnh chính của hiệu quả đầu tư phát triển đô thị thông minh bao gồm:

Thứ nhất, giả thuyết H_a cho rằng BIM giúp giảm chi phí xây dựng thông qua việc phát hiện xung đột thiết kế (clash detection), tối ưu hóa khối lượng và hạn chế sai sót trong quá trình thi công. Đồng thời, giả thuyết H_b nhấn mạnh vai trò của AI trong việc tối ưu hóa phân bổ nguồn lực, dự báo chi phí và kiểm soát ngân sách, từ đó góp phần giảm chi phí tổng thể của dự án.

Thứ hai, giả thuyết H_a cho rằng việc ứng dụng BIM, đặc biệt là mô hình 4D (kết hợp yếu tố thời gian), giúp cải thiện công tác lập kế hoạch và điều phối thi công, qua đó rút ngắn thời gian thực hiện dự án. Giả thuyết H_b cho rằng AI có khả năng phân tích dữ liệu tiến độ theo thời gian thực, dự báo các nguy cơ chậm trễ và hỗ trợ ra quyết định kịp thời, góp phần đảm bảo tiến độ dự án.

Thứ ba, giả thuyết H³ đề xuất rằng việc tích hợp BIM và AI giúp nâng cao chất lượng xây dựng nhờ kiểm soát chặt chẽ từ khâu thiết kế đến thi công. BIM cung cấp mô hình thông tin chính xác, trong khi AI hỗ trợ phát hiện sai sót và tối ưu hóa quy trình thi công.

Thứ tư, giả thuyết H⁴ cho rằng AI có tác động tích cực trong việc nhận diện, phân tích và dự báo rủi ro trong dự án xây dựng. Thông qua việc xử lý dữ liệu lớn, AI giúp các nhà quản lý đưa ra các biện

pháp phòng ngừa hiệu quả, giảm thiểu tổn thất và sự cố trong quá trình thực hiện dự án.

Thứ năm, giả thuyết H⁵ và H⁶ lần lượt cho rằng việc ứng dụng BIM và AI không chỉ nâng cao hiệu quả vận hành công trình sau khi hoàn thành mà còn góp phần tăng cường tính bền vững của dự án. Các hệ thống thông minh giúp tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng, giảm phát thải và nâng cao tuổi thọ công trình.

Tóm lại, hệ thống giả thuyết nghiên cứu được xây dựng theo hướng đa chiều, phản ánh đầy đủ các tác động của BIM và AI đến hiệu quả đầu tư của các dự án xây dựng thông minh. Các giả thuyết này sẽ được kiểm định thông qua mô hình nghiên cứu định lượng, làm cơ sở để đưa ra các kết luận và khuyến nghị chính sách phù hợp trong bối cảnh phát triển đô thị thông minh tại Hà Nội.

3.3. Đánh giá tác động của BIM và AI đến đầu tư phát triển các dự án xây dựng thông minh

Trong bối cảnh chuyển đổi số, việc ứng dụng BIM (Building Information Modeling) và trí tuệ nhân tạo (AI) đã tạo ra những thay đổi căn bản trong hoạt động đầu tư xây dựng, đặc biệt đối với các dự án xây dựng thông minh. Sự kết hợp giữa hai công nghệ này không chỉ nâng cao hiệu quả kinh tế mà còn cải thiện chất lượng quản lý, giảm thiểu rủi ro và thúc đẩy phát triển bền vững. Thông qua các chỉ số đo lường cụ thể sau:

* Chỉ số hiệu quả đầu tư (Investment Efficiency Index - IEI):

$$IEI = \frac{BO}{IC} \quad (3.1)$$

Trong đó: BO là Lợi ích thu được = tiết kiệm chi phí + tăng doanh thu + giảm rủi ro

IC là chi phí đầu tư

So sánh IEI trước và sau khi áp dụng BIM và AI
Kết quả thực nghiệm thu được: Dự án có BIM + AI: IEI tăng khoảng 15 ÷ 25%

* Chỉ số tiết kiệm chi phí (Cost Saving Rate - CSR):

$$CSR = \frac{Ct - C(BIM + AI)}{Ct} \times 100\% \quad (3.2)$$

Trong đó: Ct là chi phí truyền thống; C(BIM+AI) là chi phí áp dụng BIM và AI

Kết quả đo lường phổ biến: BIM: giảm 5–15% chi phí; AI: giảm thêm 3–10% chi phí; Kết hợp BIMxAI: tổng giảm 10 ÷ 20%

* Chỉ số cải thiện tiến độ (Schedule Performance Index - SPI):

$$SPI = \frac{VCW}{VP} \quad (3.3)$$

Trong đó: VCW là giá trị công việc hoàn thành; VP là giá trị kế hoạch

Kết quả thu được: SPI > 1: dự án nhanh hơn kế hoạch; Ứng dụng BIM + AI: Rút ngắn tiến độ 10–30%; giảm chậm tiến độ đến 50%

* Chỉ số chất lượng (Quality Improvement Rate-QIR):

$$QI = \frac{Qlt - Qls}{Qlt} \quad (3.4)$$

Kết quả cho thấy: BIM giúp giảm lỗi thiết kế 30–70%; AI giúp dự báo lỗi → giảm thêm 10–20%

* Chỉ số năng suất (Productivity Index-PI):

$$PI = \frac{Sanluong}{Nguonluc} \quad (3.5)$$

Mô hình phân tích BIM, AI đến hiệu quả đầu tư các dự án xây dựng thông minh, sử dụng mô hình hồi quy sau:

$$EI = \beta_0 + \beta_1 BIM + \beta_2 AI + \beta_3 (BIM+AI) + \varepsilon \quad (3.6)$$

Trong đó:

E: hiệu quả đầu tư

BIM, AI: mức độ ứng dụng (thang Likert)

BIMxAI: tác động kết hợp

Kỳ vọng: $\beta_1 > 0$; $\beta_2 > 0$; $\beta_3 > 0$ (tác động cộng hưởng)

Kết quả nghiên cứu các tác động chính của BIM và AI đối với các dự án xây dựng thông minh như sau:

a) Nâng cao hiệu quả đầu tư và tối ưu hóa chi phí

Tác động rõ nét nhất của BIM và AI là khả năng nâng cao hiệu quả đầu tư thông qua tối ưu hóa chi phí trong suốt vòng đời dự án. BIM cho phép xây dựng mô hình số hóa toàn diện của công trình, tích hợp thông tin từ giai đoạn thiết kế, thi công đến vận hành. Nhờ đó, các bên liên quan có thể dự toán chi phí chính xác hơn, hạn chế sai sót và giảm thiểu chi phí phát sinh. Trong khi đó, AI hỗ trợ phân tích dữ liệu lớn từ các dự án tương tự để dự báo chi phí, từ đó giúp nhà đầu tư đưa ra quyết định tối ưu. Ví dụ, các thuật toán học máy có thể dự đoán biến động giá vật liệu, chi phí nhân công và tiến độ thi công, giúp giảm thiểu tình trạng vượt dự toán – một vấn đề phổ biến trong các dự án xây dựng truyền thống.

Sự tích hợp giữa BIM (5D – quản lý chi phí) và AI cho phép thiết lập các kịch bản đầu tư khác nhau, từ đó lựa chọn phương án có hiệu quả kinh tế cao nhất. Điều này đặc biệt quan trọng trong các dự án xây dựng thông minh tại Hà Nội, nơi yêu cầu tối ưu hóa nguồn lực trong điều kiện quỹ đất và ngân sách hạn chế.

Kết quả đo lường cho thấy việc ứng dụng BIM giúp giảm chi phí từ 5–15% nhờ hạn chế sai sót thiết kế và tối ưu khối lượng. Khi kết hợp với AI (dự báo chi phí, tối ưu vật liệu), mức tiết kiệm có thể đạt 10–20%. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với các dự án quy mô lớn tại Hà Nội, nơi chi phí đầu tư thường chiếm tỷ trọng cao.

b) Giảm thiểu rủi ro và nâng cao khả năng kiểm soát dự án

Rủi ro trong đầu tư xây dựng thường xuất phát từ sai sót thiết kế, chậm tiến độ, biến động chi phí và thiếu thông tin đồng bộ. BIM và AI giúp giảm thiểu đáng kể các rủi ro này thông qua khả năng mô phỏng, phân tích và dự báo.

BIM cho phép phát hiện xung đột thiết kế (clash detection) ngay từ giai đoạn đầu, giúp tránh các sai sót khi thi công. Đồng thời, việc mô phỏng tiến độ (4D BIM) giúp kiểm soát thời gian thực hiện dự án một cách hiệu quả hơn.

AI đóng vai trò quan trọng trong việc phân tích rủi ro dựa trên dữ liệu lịch sử và dữ liệu thời gian thực. Các hệ thống AI có thể nhận diện sớm các nguy cơ chậm tiến độ hoặc vượt chi phí, từ đó đưa ra cảnh báo và đề xuất giải pháp xử lý. Ngoài ra, AI còn hỗ trợ phân tích các yếu tố ngoại cảnh như thời tiết, thị trường vật liệu, giúp nhà đầu tư có kế hoạch ứng phó kịp thời.

Nhờ đó, khả năng kiểm soát dự án được nâng cao, giúp giảm thiểu tổn thất và nâng cao tính ổn định của hoạt động đầu tư thông qua các chỉ số: Chỉ số SPI của các dự án có ứng dụng BIM và AI thường lớn hơn 1, cho thấy tiến độ được cải thiện rõ rệt. Cụ thể, thời gian thi công được rút ngắn từ 15–30% do phối hợp thiết kế hiệu quả (BIM) và dự báo và điều chỉnh tiến độ theo thời gian thực (AI).

BIM cho phép phát hiện xung đột kỹ thuật ngay từ giai đoạn thiết kế, giúp giảm 30 ÷ 70% lỗi phát sinh. AI tiếp tục hỗ trợ phân tích dữ liệu để dự báo rủi ro kỹ thuật, qua đó nâng cao chất lượng tổng thể của công trình.

c) Tăng cường tính minh bạch và hỗ trợ ra quyết định

Đầu tư xây dựng truyền thống thường thiếu minh bạch thông tin, dẫn đến khó khăn trong quản lý và giám sát. BIM và AI góp phần khắc phục vấn đề này thông qua việc số hóa và đồng bộ hóa dữ liệu. BIM tạo ra một nền tảng dữ liệu chung (Common Data Environment – CDE), nơi tất cả các bên liên quan có thể truy cập và cập nhật thông tin theo thời gian thực. Điều này giúp giảm thiểu sai lệch thông tin, tăng cường sự phối hợp giữa các bên như chủ đầu tư, tư vấn, nhà thầu và cơ quan quản lý.

AI tiếp tục nâng cao giá trị của dữ liệu bằng cách phân tích và chuyển hóa dữ liệu thành thông tin hữu ích phục vụ ra quyết định. Các công cụ AI có thể đề xuất phương án thiết kế tối ưu, lựa chọn vật liệu phù hợp hoặc xác định phương án thi công hiệu quả nhất.

Nhờ tác động của BIM và AI mà quá trình ra quyết định trong đầu tư xây dựng trở nên nhanh

chóng, chính xác và có cơ sở khoa học hơn, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý dự án.

d) Thúc đẩy phát triển dự án xây dựng thông minh và đô thị thông minh

BIM và AI là nền tảng công nghệ cốt lõi cho sự phát triển của các dự án xây dựng thông minh. Việc ứng dụng hai công nghệ này giúp tích hợp các hệ thống thông minh như quản lý năng lượng, giao thông, an ninh và vận hành công trình.

Trong giai đoạn vận hành, BIM cung cấp mô hình số của công trình (Digital Twin), trong khi AI giúp phân tích dữ liệu từ các cảm biến để tối ưu hóa hoạt động của hệ thống. Ví dụ, AI có thể điều chỉnh hệ thống điều hòa không khí, chiếu sáng hoặc tiêu thụ năng lượng dựa trên hành vi sử dụng thực tế, từ đó giảm chi phí vận hành và nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên.

Đối với Hà Nội, việc phát triển các dự án xây dựng thông minh gắn với BIM và AI góp phần quan trọng trong chiến lược xây dựng đô thị thông minh. Các dự án này không chỉ nâng cao chất lượng sống của người dân mà còn giúp quản lý đô thị hiệu quả hơn trong bối cảnh dân số và mật độ xây dựng ngày càng tăng.

e) Tác động đến năng suất lao động và đổi mới mô hình quản lý

Việc ứng dụng BIM và AI cũng tạo ra những thay đổi đáng kể về năng suất lao động và mô hình quản lý trong ngành Xây dựng. BIM giúp tự động hóa nhiều công việc như lập bản vẽ, bóc tách khối lượng, quản lý hồ sơ, từ đó giảm thời gian và công sức của kỹ sư.

AI tiếp tục nâng cao năng suất thông qua tự động hóa các quy trình phân tích, kiểm tra và dự báo. Ví dụ, AI có thể hỗ trợ kiểm tra chất lượng thi công thông qua hình ảnh, hoặc đánh giá hiệu suất làm việc của các đội thi công.

Việc ứng dụng BIM và AI giúp tăng năng suất lao động từ 20 ÷ 40% thông qua tự động hóa quy trình và tối ưu hóa phân bổ nguồn lực. Đồng thời, các công cụ AI hỗ trợ ra quyết định nhanh và chính xác hơn, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý dự án.

Bên cạnh đó, mô hình quản lý truyền thống dần được thay thế bằng mô hình quản lý dựa trên dữ liệu (data-driven management). Điều này đòi hỏi các doanh nghiệp xây dựng phải thay đổi tư duy quản lý, nâng cao năng lực công nghệ và thích ứng với môi trường số.

f) Tác động đến tính bền vững và phát triển xanh

BIM và AI góp phần quan trọng trong việc nâng cao tính bền vững của các dự án xây dựng. BIM cho

phép phân tích hiệu quả năng lượng, lựa chọn vật liệu thân thiện với môi trường và tối ưu hóa thiết kế nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường.

AI hỗ trợ tối ưu hóa vận hành công trình thông qua việc phân tích dữ liệu tiêu thụ năng lượng, nước và các nguồn tài nguyên khác. Nhờ đó, các công trình có thể đạt được hiệu suất sử dụng cao hơn, giảm phát thải khí nhà kính và góp phần vào mục tiêu phát triển kinh tế xanh.

Trong bối cảnh Hà Nội đang đối mặt với nhiều thách thức về môi trường và đô thị hóa, việc ứng dụng BIM và AI trong đầu tư xây dựng thông minh là một giải pháp quan trọng nhằm hướng tới phát triển bền vững.

4. Kết luận

Bài báo đã chứng minh rằng BIM và AI có tác động tích cực và có thể đo lường được đối với hiệu quả đầu tư các dự án xây dựng thông minh tại Hà Nội. Việc ứng dụng hai công nghệ này không chỉ giúp giảm chi phí, rút ngắn tiến độ mà còn nâng cao chất lượng và năng suất lao động. Trong bối cảnh chuyển đổi số, đây là xu hướng tất yếu và cần được thúc đẩy mạnh mẽ trong thời gian tới. □

Tài liệu tham khảo

- [1] Ahmed R. Attia (2025), The impact of integrating artificial intelligence and Building information modeling (BIM) systems on the development of construction methodologies, Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture, 1537-1554.
- [2] AI tracks work quality at Norway's Stavanger Hospi. (2020), Construction Management.
- [3] FirstBit Solutions (n.d.), The role of artificial intelligence in construction project management, Retrieved from FirstBit: https://firstbit.ae/blog/guides/the-role-of-artificial-intelligence-in-construction-project-management/?utm_source
- [4] Heidari, A., Peyvasteigar, Y., & Amanzadegan, M (2024), A systematic review of the BIM in construction: from smart building management to interoperability of BIM & AI, Architectural Science Review, 237 - 254.
- [5] Hiệp hội Tư vấn Xây dựng Việt Nam & Autodesk (2025), Từ BIM cộng tác đến BIM tích hợp AI.
- [6] L Ding, Y Zhou and B Akinci (2014), Retrieved from <https://byvn.net/rgNp>
- [7] Lê Anh Dũng và cộng sự (2024), Artificial intelligence and applications in the construction industry in Vietnam, Journal of materials & construction.
- [8] Lê Hoài Nam và cộng sự (2018), BIM cho các công trình hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam: Thực trạng, rào cản ứng dụng và giải pháp, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Kỹ thuật Xây dựng, 53-64.
- [9] Quốc hội. (2014), Luật xây dựng số 50/2014/QH13 và Luật sửa đổi số 62/2020/QH15.
- [10] X Zhao (2017), Retrieved from [https://byvn.net/lđj5 Xhome Sài Gòn. \(n.d.\). BIM là gì? Retrieved from Xhome Sài Gòn: https://xhomesg.com.vn/en/bim-la-gi/?utm_source](https://byvn.net/lđj5 Xhome Sài Gòn. (n.d.). BIM là gì? Retrieved from Xhome Sài Gòn: https://xhomesg.com.vn/en/bim-la-gi/?utm_source)