

CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG NGÀNH XÂY DỰNG: TỔNG QUAN HỆ THỐNG CÁC NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ VÀ VIỆT NAM

● TRẦN MINH NGỌC

Trường Đại học Giao thông vận tải

Email: ngoctm@utc.edu.vn

TÓM TẮT:

Bài báo thực hiện tổng quan hệ thống tài liệu nghiên cứu về chuyển đổi số trong ngành xây dựng trên phạm vi quốc tế và Việt Nam. Nghiên cứu sử dụng phương pháp tổng quan hệ thống (Systematic Literature Review - SLR) để thu thập, lựa chọn và phân tích các công trình khoa học liên quan. Kết quả cho thấy, các nghiên cứu quốc tế tập trung nhiều vào mô hình thông tin công trình (BIM) và chuyển dịch sang các chủ đề như Construction 4.0, Digital Twin và trí tuệ nhân tạo. Tại Việt Nam, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào BIM và các rào cản triển khai, trong khi các nghiên cứu mang tính hệ thống còn hạn chế.

Từ khóa: tổng quan, chuyển đổi số, xây dựng.

1. Đặt vấn đề

Ngành xây dựng giữ vai trò quan trọng đối với tăng trưởng kinh tế, phát triển hạ tầng và quá trình đô thị hóa. Tuy nhiên, trong nhiều năm qua, ngành xây dựng thường được đánh giá có năng suất thấp, mức độ đổi mới còn hạn chế và tốc độ ứng dụng công nghệ chậm hơn so với nhiều lĩnh vực khác.

Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ số trong giai đoạn gần đây đã tạo ra cả áp lực lẫn cơ hội để đổi mới ngành xây dựng. Trong điều kiện đó, khái niệm “chuyển đổi số” không còn được hiểu đơn thuần là việc sử dụng phần mềm hay số hóa tài liệu, mà được

xem là quá trình thay đổi sâu rộng về cách tổ chức, quản lý, phương thức cạnh tranh và sự phối hợp giữa các chủ thể tham gia tạo ra giá trị trong ngành.

Trong các nghiên cứu quốc tế, chủ đề chuyển đổi số trong xây dựng gia tăng đáng kể từ sau năm 2015, đặc biệt ở các nội dung liên quan đến BIM, xây dựng số, mô hình song sinh số và quản lý dữ liệu theo vòng đời công trình. Tuy nhiên, phần lớn các công bố tập trung vào từng công nghệ hoặc từng khía cạnh quản lý riêng lẻ, trong khi còn thiếu những nghiên cứu tổng quan có tính so sánh giữa các quốc gia.

Tại Việt Nam, chuyển đổi số được xác định là một

định hướng quan trọng trong chương trình chuyển đổi số quốc gia. Ngành xây dựng được khuyến khích áp dụng BIM và các nền tảng số trong quản lý dự án và vận hành công trình. Tuy vậy, các nghiên cứu trong nước còn rời rạc, chủ yếu tập trung vào rào cản triển khai BIM và nhận thức của doanh nghiệp. Chưa có nhiều công trình tổng hợp một cách có hệ thống để so sánh Việt Nam với các quốc gia khác và làm rõ vị trí của nghiên cứu trong nước.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện theo phương pháp tổng quan hệ thống (Systematic Literature Review - SLR) nhằm bảo đảm tính hệ thống, minh bạch và đầy đủ trong quá trình thu thập, chọn lọc và tổng hợp tài liệu.

3. Phân tích tổng quan

Phân tích mô tả được thực hiện nhằm phát hiện các đặc điểm chung của các tài liệu được lựa chọn, bao gồm xu hướng công bố theo thời gian, phân bố theo chủ đề nghiên cứu, phương pháp tiếp cận và cấp độ phân tích. Mục tiêu của phần này không chỉ là cung cấp cái nhìn tổng kê đơn thuần mà còn làm rõ về chuyển đổi số trong ngành xây dựng, qua đó tạo nền tảng cho các phân tích chuyên sâu tiếp theo.

Kết quả cho thấy số lượng công bố quốc tế về chuyển đổi số trong ngành xây dựng tăng trưởng mạnh mẽ kể từ sau năm 2016. Trong giai đoạn 2010-2014, số lượng bài báo còn hạn chế và chủ yếu tập trung vào ứng dụng BIM như một công cụ hỗ trợ thiết kế và quản lý dự án.

Từ năm 2015 đến 2018, số lượng công bố tăng đáng kể cùng với sự xuất hiện của khái niệm Construction 4.0. Giai đoạn này chứng kiến sự mở rộng phạm vi nghiên cứu từ BIM sang tích hợp Internet of Things, cảm biến, robot xây dựng và dữ liệu thời gian thực. Các nghiên cứu bắt đầu xem chuyển đổi số như một quá trình tái cấu trúc hệ thống sản xuất xây dựng, thay vì chỉ là ứng dụng phần mềm.

Từ năm 2019 đến 2024, xu hướng công bố tiếp tục gia tăng với tốc độ cao, phản ánh mức độ trưởng thành của lĩnh vực. Đáng chú ý, nội dung nghiên cứu chuyển dịch từ các công nghệ riêng lẻ sang tích hợp hệ sinh thái số. Digital Twin, trí tuệ nhân tạo, phân

tích dữ liệu lớn và nền tảng số vòng đời công trình trở thành các chủ đề nổi bật. Các nghiên cứu trong giai đoạn này không chỉ tập trung vào khía cạnh kỹ thuật mà còn phân tích tác động chiến lược, mô hình kinh doanh và cấu trúc quản trị ngành. Điều này cho thấy sự chuyển dịch rõ rệt từ số hóa công cụ sang chuyển đổi mô hình vận hành toàn diện.

4. Phân tích theo các khía cạnh

4.1. Hướng nghiên cứu công nghệ: từ ứng dụng công cụ đến nền tảng dữ liệu tích hợp

Trong giai đoạn đầu, nghiên cứu về chuyển đổi số trong xây dựng chủ yếu xoay quanh việc áp dụng BIM. Ở thời điểm này, BIM được xem như giải pháp trung tâm để cải thiện phối hợp thiết kế, giảm xung đột và nâng cao hiệu quả quản lý dự án. Phần lớn các nghiên cứu tập trung vào lợi ích kỹ thuật, rào cản triển khai và mức độ chấp nhận công nghệ. Các khung lý thuyết được sử dụng phổ biến bao gồm mô hình chấp nhận công nghệ và lý thuyết lan truyền đổi mới.

Tuy nhiên, từ sau năm 2016, nội dung nghiên cứu đã mở rộng đáng kể. BIM không còn được xem là mục tiêu cuối cùng mà trở thành một phần trong hệ thống công nghệ rộng hơn. Các nghiên cứu bắt đầu tích hợp Internet of Things, cảm biến, robot xây dựng, thực tế ảo tăng cường và gần đây là Digital Twin. Điều này cho thấy cách hiểu về chuyển đổi số đã thay đổi, từ việc số hóa tài liệu và mô hình sang xây dựng hệ thống dữ liệu kết nối xuyên suốt vòng đời công trình.

Sự thay đổi này phản ánh chuyển dịch trong cách tiếp cận lý thuyết. Công nghệ không còn được nhìn nhận đơn thuần là công cụ hỗ trợ quy trình mà là hạ tầng thông tin nền tảng của toàn bộ ngành. Các nghiên cứu gần đây tập trung vào khả năng liên thông dữ liệu, tiêu chuẩn hóa thông tin và tích hợp hệ thống, qua đó nhấn mạnh vai trò của kiến trúc dữ liệu trong việc tạo ra giá trị bền vững.

4.2. Hướng nghiên cứu tổ chức: Từ rào cản triển khai đến năng lực thích ứng chiến lược

Song song với nghiên cứu công nghệ, một hướng nghiên cứu quan trọng khác tập trung vào yếu tố tổ chức. Ở giai đoạn đầu, các công bố chủ yếu xác định những khó khăn trong triển khai BIM như thiếu kỹ

năng, chi phí đầu tư cao và tâm lý ngại thay đổi. Cách tiếp cận này mang tính mô tả và tập trung vào việc giải thích tại sao doanh nghiệp chưa áp dụng công nghệ.

Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây đã mở rộng phạm vi sang khái niệm năng lực số và năng lực thích ứng chiến lược. Dựa trên lý thuyết năng lực động, nhiều tác giả cho rằng, chuyển đổi số đòi hỏi doanh nghiệp phải liên tục điều chỉnh nguồn lực, quy trình và chiến lược để thích ứng với môi trường số hóa. Điều này bao gồm khả năng nhận diện cơ hội công nghệ, triển khai hiệu quả và tái cấu trúc tổ chức.

Sự thay đổi trọng tâm này cho thấy, chuyển đổi số không chỉ là quá trình đầu tư công nghệ mà là quá trình thay đổi toàn diện về cách thức vận hành và cạnh tranh. Vai trò của lãnh đạo số, văn hóa đổi mới và quản trị tri thức được xem là yếu tố quyết định trong việc biến công nghệ thành lợi thế cạnh tranh.

Trong bối cảnh Việt Nam, nghiên cứu tổ chức vẫn chủ yếu dừng lại ở việc xác định rào cản và mức độ sẵn sàng. Các nghiên cứu về năng lực chiến lược và tái cấu trúc tổ chức còn hạn chế, cho thấy khoảng cách về chiều sâu phân tích so với quốc tế.

4.3. Hướng nghiên cứu cơ chế: Tác động của chính sách và chuẩn mực ngành

Một hướng nghiên cứu khác tập trung vào vai trò của chính sách và môi trường pháp lý trong thúc đẩy chuyển đổi số. Tại nhiều quốc gia phát triển, chính phủ đã ban hành quy định bắt buộc áp dụng BIM cho các dự án công, qua đó tạo ra động lực chuyển đổi mạnh mẽ. Các nghiên cứu thuộc hướng này thường dựa trên lý thuyết thể chế để giải thích cách áp lực pháp lý, chuẩn mực nghề nghiệp và xu hướng quốc tế ảnh hưởng đến hành vi doanh nghiệp.

Theo cách tiếp cận này, chuyển đổi số không chỉ là quyết định nội bộ của doanh nghiệp mà còn là kết quả của môi trường chính sách. Sự tồn tại của tiêu chuẩn dữ liệu quốc gia, yêu cầu minh bạch thông tin và cơ chế đấu thầu điện tử tạo ra điều kiện thuận lợi cho số hóa.

Tại Việt Nam, chính sách khuyến khích áp dụng BIM đã được triển khai, tuy nhiên mức độ bắt buộc và cơ chế giám sát còn hạn chế. Các nghiên cứu trong

nước chủ yếu mô tả vai trò chính sách mà chưa phân tích sâu cơ chế tác động theo hướng lý thuyết thể chế. Điều này cho thấy hướng nghiên cứu thể chế ở Việt Nam vẫn đang ở giai đoạn phát triển ban đầu.

4.4. Hướng nghiên cứu chuyển đổi ở cấp độ toàn ngành Xây dựng

Giai đoạn phát triển gần đây của lĩnh vực cho thấy sự mở rộng phân tích sang cấp độ toàn ngành. Các nghiên cứu không chỉ xem xét doanh nghiệp riêng lẻ mà tập trung vào mối quan hệ giữa các bên tham gia trong chuỗi giá trị xây dựng, bao gồm chủ đầu tư, nhà thầu, nhà cung cấp và đơn vị vận hành. Trọng tâm nghiên cứu là cách các nền tảng số và hệ thống dữ liệu chung có thể kết nối các tác nhân này thành một mạng lưới hợp tác hiệu quả.

Cách tiếp cận này dựa trên quan điểm hệ thống xã hội - kỹ thuật, nhấn mạnh công nghệ và cấu trúc tổ chức đồng thời ảnh hưởng lẫn nhau. Digital Twin và nền tảng dữ liệu vòng đời công trình được xem là công cụ liên kết thông tin giữa các giai đoạn thiết kế, thi công và vận hành.

Trong bối cảnh Việt Nam, nghiên cứu ở cấp độ toàn ngành còn rất hạn chế. Phần lớn công bố vẫn tập trung ở phạm vi doanh nghiệp hoặc dự án cụ thể. Điều này cho thấy chuyển đổi số ở Việt Nam chưa được nghiên cứu như một quá trình tái cấu trúc toàn bộ chuỗi giá trị.

5. Ý nghĩa lý luận đối với sự phát triển của lĩnh vực nghiên cứu

Kết quả tổng quan hệ thống cho thấy, nghiên cứu về chuyển đổi số trong ngành xây dựng đã chuyển dịch từ cách tiếp cận mang tính công nghệ đơn lẻ sang cách tiếp cận tích hợp, đa chiều và có nền tảng lý luận rõ ràng hơn. Sự chuyển dịch này có ý nghĩa quan trọng về phương diện lý luận, bởi nó đánh dấu quá trình trưởng thành của một lĩnh vực nghiên cứu vốn trước đây chủ yếu mang tính ứng dụng kỹ thuật.

Thứ nhất, tổng quan cho thấy chuyển đổi số trong xây dựng ngày càng được nhìn nhận như một quá trình biến đổi tổ chức và tái cấu trúc ngành, thay vì chỉ là hoạt động áp dụng công nghệ mới. Việc tích hợp các khung phân tích như lý thuyết năng lực động, lý thuyết thể chế và cách tiếp cận hệ thống xã hội - kỹ

thuật đã mở rộng phạm vi giải thích, giúp làm rõ mối quan hệ giữa công nghệ, cấu trúc tổ chức và môi trường thể chế. Điều này góp phần định vị chuyển đổi số trong xây dựng như một chủ đề có chiều sâu lý luận, thay vì chỉ là một xu hướng công nghệ.

Thứ hai, các nghiên cứu quốc tế đã từng bước hình thành cách tiếp cận đa cấp độ, trong đó chuyển đổi số được phân tích đồng thời ở cấp độ doanh nghiệp, chuỗi giá trị và toàn ngành. Việc mở rộng đơn vị phân tích này có ý nghĩa lý luận quan trọng vì cho phép giải thích sự tương tác giữa các yếu tố vi mô và vĩ mô, giữa quyết định chiến lược của doanh nghiệp và định hướng chính sách quốc gia. Tuy nhiên, mặc dù đã có những tiến bộ đáng kể, sự tích hợp giữa các cấp độ phân tích vẫn còn rời rạc và chưa hình thành được một khung lý luận thống nhất có khả năng bao quát toàn bộ quá trình chuyển đổi.

Thứ ba, tổng quan cho thấy sự dịch chuyển từ các nghiên cứu định tính khám phá sang các nghiên cứu định lượng kiểm định và mô hình hóa mối quan hệ nhân quả. Sự phát triển phương pháp luận này góp phần củng cố nền tảng khoa học của lĩnh vực, đồng thời tạo điều kiện cho việc so sánh và khái quát hóa kết quả giữa các bối cảnh khác nhau. Tuy nhiên, tính đa dạng về phương pháp vẫn chưa đi kèm với sự thống nhất về khái niệm, đặc biệt trong cách định nghĩa và đo lường “mức độ chuyển đổi số” hay “hiệu quả chuyển đổi số”.

Đối với bối cảnh Việt Nam, tổng quan chỉ ra nghiên cứu hiện nay vẫn thiên về mô tả thực trạng và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến việc áp dụng công nghệ, trong khi chưa khai thác sâu các nền tảng lý luận có khả năng giải thích cơ chế biến đổi tổ chức và ngành. Việc tiếp cận chuyển đổi số chủ yếu dưới góc độ công nghệ hoặc quản lý dự án làm hạn chế khả năng đóng góp vào tranh luận học thuật rộng hơn. Do đó, một trong những ý nghĩa lý luận quan trọng của nghiên cứu này là làm rõ nhu cầu tích hợp các khung phân tích quốc tế vào bối cảnh Việt Nam nhằm nâng cao chiều sâu và khả năng đối thoại học thuật.

6. Kết luận

Bài viết đã thực hiện tổng quan hệ thống các nghiên cứu về chuyển đổi số trong ngành xây dựng,

tập trung so sánh các công bố quốc tế và nghiên cứu tại Việt Nam. Thông qua việc thu thập, sàng lọc và phân tích tài liệu theo quy trình chặt chẽ, nghiên cứu đã làm rõ những hướng tiếp cận chính, xu hướng phát triển và các vấn đề còn bỏ ngỏ của chủ đề này.

Từ kết quả tổng quan, có thể khẳng định chuyển đổi số trong ngành xây dựng là một quá trình dài hạn, đòi hỏi sự thay đổi đồng thời về công nghệ, tổ chức và con người. Việc đầu tư vào phần mềm hay thiết bị số chỉ là điều kiện cần; điều kiện đủ nằm ở khả năng thích ứng của doanh nghiệp, sự đồng bộ của tiêu chuẩn kỹ thuật và mức độ hỗ trợ của chính sách. Đối với Việt Nam, quá trình này cần được tiếp cận theo hướng từng bước, gắn với điều kiện thực tế của ngành xây dựng vốn có đặc điểm phân tán và chênh lệch về năng lực giữa các doanh nghiệp.

Bài viết cũng chỉ ra trong thời gian tới, nghiên cứu về chuyển đổi số trong xây dựng tại Việt Nam cần mở rộng sang các nội dung như đánh giá hiệu quả thực tế sau khi triển khai, tác động đến năng suất lao động, thay đổi cơ cấu nghề nghiệp và yêu cầu kỹ năng mới của lực lượng lao động. Bên cạnh đó, việc so sánh kinh nghiệm giữa Việt Nam và các quốc gia trong khu vực sẽ giúp xác định những yếu tố phù hợp với điều kiện trong nước, thay vì áp dụng nguyên mẫu các mô hình từ các nước phát triển.

Mặc dù đã cố gắng tổng hợp đầy đủ các công trình tiêu biểu, nghiên cứu vẫn có hạn chế nhất định. Những kinh nghiệm thực tiễn chưa được công bố chính thức có thể chưa được phản ánh đầy đủ trong bài viết. Tuy nhiên, các kết quả phân tích vẫn cung cấp một cái nhìn tổng quát và có cơ sở khoa học về tình hình nghiên cứu hiện nay.

Tóm lại, chuyển đổi số trong ngành xây dựng không nên được hiểu đơn thuần là một xu hướng công nghệ, mà là quá trình thay đổi sâu rộng về cách tổ chức và vận hành hoạt động xây dựng. Việc tiếp tục nghiên cứu theo hướng hệ thống, có so sánh quốc tế và gắn với điều kiện thực tế của Việt Nam sẽ góp phần nâng cao chất lượng công bố khoa học, đồng thời hỗ trợ quá trình hoạch định chính sách và đổi mới ngành xây dựng trong giai đoạn tới ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

Tài liệu tiếng Việt:

Dương Nguyễn, (2025). Hướng dẫn đánh giá mức độ chuyển đổi số xây dựng (Chuẩn 2025). Nexcontech. Truy cập tại <https://nexcontech.vn/danh-gia-muc-do-chuyen-doi-so-nganh-xay-dung>

Huỳnh Nhật Minh, (2025). Các rào cản trong việc triển khai tích hợp BIM và GIS trong các dự án xây dựng công trình công cộng tại Việt Nam. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng, 15(3).

Mai Bá Nhân, Trần Quang Phú, Lê Hoàng An, Nguyễn Minh Đức, (2025). Thực nghiệm ứng dụng BIM trong công tác thẩm định dự toán thiết kế tại các dự án dân dụng vốn đầu tư công. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng, 15(1).

Thái Ngọc Thắng, Lê Văn Chính, Bùi Ngọc Toàn, (2023). Một số nhân tố ảnh hưởng khi ứng dụng BIM trong quản lý dự án xây dựng tại Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy Lợi, số 81, năm 2023.

Tài liệu tiếng nước ngoài:

Bryde, M. Broquetas, and J. M. Volm, (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). International Journal of Project Management, 31(7), 971-980.

Cao, H. Li, G. Wang, and X. Luo, (2017). Motivations for BIM implementation in construction projects. International Journal of Project Management, 35(4), 658-669.

Dainty, R. Leiringer, S. Fernie, and C. Harty, (2017). BIM and the small construction firm: A critical perspective. Construction Management and Economics, 35(1-2), 52-61.

L. Liao, E. A. L. Teo, and S. P. Low, (2017). Organizational readiness for BIM implementation. Construction Innovation, 17(4), 452-471.

Li et al., (2017). Big data in construction management: A review. Automation in Construction, 79, 17-29.

M. Kassem and B. Succar, (2017). Macro BIM adoption: Comparative market analysis. Automation in Construction, 81, 286-299.

M. R. Hosseini et al., BIM adoption within Australian small and medium-sized enterprises, Engineering, Construction and Architectural Management, vol. 23, no. 2, pp. 134-153, 2016.

Merschbrock and B. E. Munkvold, (2016). BIM adoption within Australian small and medium-sized enterprises. Engineering, Construction and Architectural Management, 23(2), 134-153.

R. Eadie et al., BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle, Automation in Construction, vol. 36, pp. 145-151, 2013.

R. Love et al., (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle. Automation in Construction, 36, 145-151.

R. Volk, J. Stengel, and F. Schultmann, (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings. Automation in Construction, 38, 109-127.

S. Azhar, (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges. Leadership and Management in Engineering, 11(3), 241-252.

Shibeika and C. Harty, (2015). Diffusion of BIM in construction industry: A review. Journal of Construction Engineering and Management, 141(8).

Succar, (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, 18(3), 357-375.

T. D. Oesterreich and F. Teuteberg, (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the construction industry. Computers in Industry, 83, 121-139.

Tezel, P. Papadonikolaki, G. Yitmen, and S. H. Hossain, (2020). The digital transformation of the construction industry: A review. Automation in Construction, 114.

Wang et al., (2020). Digital twins in construction industry: A review. Automation in Construction, 113.

Y. Arayici, C. Egbu, and P. Coates, (2012). Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects. *Automation in Construction*, 20(2), 189-196.

Y. Pan, L. Zhang, and L. Wang, (2022). Digital transformation in construction projects: A systematic review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(2).

Y. Zhou, L. Ding, and H. Luo (2017). Application of Internet of Things in construction automation. *Automation in Construction*, 70, 1-14.

Ngày nhận bài: 4/3/2026
Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 18/3/2026
Ngày chấp nhận đăng bài: 6/4/2026

DIGITAL TRANSFORMATION
IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY:
AN OVERVIEW OF INTERNATIONAL
AND VIETNAMESE STUDIES

● TRAN MINH NGOC

University of Transport and Communications
Email: ngoctm@utc.edu.vn

ABSTRACT:

This study presents a systematic review of the literature on digital transformation in the construction industry, encompassing both international and Vietnamese research contexts. Using the Systematic Literature Review (SLR) methodology, the study identifies, selects, and synthesizes relevant scholarly publications. The findings indicate that international research has been dominated by Building Information Modeling (BIM), while increasingly expanding toward emerging themes such as Construction 4.0, Digital Twins, and artificial intelligence. In contrast, studies conducted in Vietnam have primarily concentrated on BIM adoption and the barriers to its implementation, with comprehensive and systematic investigations into broader aspects of digital transformation remaining relatively limited.

Keywords: review, digital transformation, construction.