

TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TIÊN TIẾN NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN LÝ NGÀNH XÂY DỰNG HƯỚNG ĐẾN NỀN KINH TẾ TUẦN HOÀN TẠI VIỆT NAM

THE POTENTIAL OF ADVANCED TECHNOLOGY APPLICATION TO IMPROVE CONSTRUCTION INDUSTRY MANAGEMENT TOWARD A VIETNAMESE CIRCULAR ECONOMY

TS. Phạm Hải Chiến - Khoa Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Tôn Đức Thắng, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Corresponding author's Email: phamhaichien@tdtu.edu.vn - Điện thoại: 0918040904

Tóm tắt: Ngành Xây dựng đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội và là một trong những lĩnh vực có ảnh hưởng lớn đến việc thực hiện mô hình kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam. Trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển bền vững ngày càng được quan tâm, việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Mô hình thông tin công trình (BIM), trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data) và công nghệ số trong quản lý xây dựng được xem là giải pháp tiềm năng nhằm nâng cao hiệu quả quản lý, tối ưu nguồn lực và giảm thiểu tác động môi trường. Tuy nhiên, hiện nay vẫn còn hạn chế các nghiên cứu chuyên sâu đánh giá tác động của công nghệ tiên tiến đối với hiệu quả quản lý ngành Xây dựng theo định hướng phát triển kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam.

Nghiên cứu được thực hiện thông qua phương pháp tổng quan tài liệu kết hợp với khảo sát thực tiễn. Trước tiên, nhóm nghiên cứu tiến hành khảo sát sơ bộ với 10 chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng nhằm xây dựng và hiệu chỉnh bộ câu hỏi đánh giá. Sau đó, khảo sát đại trà được thực hiện với 92 giảng viên, chuyên gia và kỹ sư ngành Xây dựng tại Việt Nam. Dữ liệu thu thập được phân tích bằng các phương pháp thống kê nhằm đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nhân tố công nghệ đến hiệu quả quản lý xây dựng và sự phát triển kinh tế tuần hoàn.

Kết quả nghiên cứu đã nhận diện các nhóm nhân tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý ngành Xây dựng, bao gồm nhóm công nghệ số, nhóm năng lực quản lý, nhóm cơ chế và chính sách hỗ trợ, và nhóm nguồn nhân lực. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các nhóm giải pháp trọng tâm nhằm tăng cường ứng dụng công nghệ tiên tiến trong quản lý xây dựng, góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên, giảm phát thải, thúc đẩy tái sử dụng vật liệu và hướng đến phát triển nền kinh tế tuần hoàn bền vững tại Việt Nam.

Từ khóa: Nền kinh tế tuần hoàn, Quản lý xây dựng, Công nghệ trong xây dựng.

1. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh toàn cầu đang đối mặt với các thách thức nghiêm trọng về biến đổi khí hậu, cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và ô nhiễm môi trường, mô hình kinh tế tuần hoàn được xem là một định hướng phát triển tất yếu nhằm bảo đảm tăng trưởng

Abstract: The construction industry plays a crucial role in socio-economic development and is a key sector that significantly influences the implementation of the circular economy in Vietnam. In the context of increasing attention to digital transformation and the development of a solid infrastructure, the application of advanced technologies such as Building Information Modeling (BIM), Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), Big Data, and digital technologies in construction management is considered a solution to improve management efficiency, optimize resources, and minimize environmental impact. However, there are currently few in-depth studies on the operational costs of advanced technologies and their impact on the management efficiency of the construction industry, in line with Vietnam's circular economy development orientation.

This research used a comprehensive survey methodology. Prior to this, the research team conducted a preliminary survey with 10 construction experts to develop and refine the evaluation questionnaire. Subsequently, a large-scale survey was conducted with 92 Professors, lecturers, experts, and construction engineers in Vietnam. The collected data were analyzed using statistical methods to assess the impact of technological factors on the effectiveness of construction management and on the development of a complete circular economy.

The research results identified the main groups of factors affecting the effectiveness of construction industry management, including digital technology, management capacity, policy support, and human resources. Based on this, the study proposes key solutions to enhance the application of advanced technologies in construction management, contributing to improved resource efficiency, reduced emissions, material reuse, and guidance for developing a fully sustainable weekend economy in Vietnam.

Keywords: Circular Economy, Construction Management, Advanced Technology Application.

kinh tế bền vững và sử dụng hiệu quả tài nguyên. Khác với mô hình kinh tế tuyến tính truyền thống theo hướng “khai thác - sản xuất - tiêu dùng - thải bỏ”, kinh tế tuần hoàn hướng đến việc tối ưu hóa vòng đời vật liệu, giảm thiểu chất thải, tái sử dụng và tái chế tài nguyên trong suốt quá trình sản xuất

và vận hành [1]. Tại Việt Nam, phát triển kinh tế tuần hoàn đang được Chính phủ đặc biệt quan tâm và từng bước lồng ghép vào các chiến lược phát triển kinh tế - xã hội, bảo vệ môi trường và chuyển đổi xanh quốc gia.

Ngành Xây dựng là một trong những ngành kinh tế chủ lực, đóng góp quan trọng vào tăng trưởng GDP, phát triển cơ sở hạ tầng và thúc đẩy quá trình đô thị hóa tại Việt Nam. Tuy nhiên, đây cũng là lĩnh vực tiêu thụ khối lượng lớn tài nguyên thiên nhiên, năng lượng và phát sinh chất thải xây dựng và khí thải carbon đáng kể ra môi trường. Theo xu hướng phát triển bền vững, ngành xây dựng không chỉ tập trung vào hiệu quả kinh tế mà còn cần hướng đến việc tối ưu hóa tài nguyên, giảm thiểu tác động môi trường và nâng cao hiệu quả quản lý trong toàn bộ vòng đời của công trình. Do đó, việc thúc đẩy ứng dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến trong quản lý xây dựng được xem là một trong những điều kiện quan trọng nhằm hỗ trợ quá trình chuyển đổi sang mô hình kinh tế tuần hoàn.

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu trên thế giới đã tập trung đánh giá vai trò của công nghệ tiên tiến trong quản lý xây dựng và phát triển bền vững. Các nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng BIM kết hợp với AI và IoT có thể cải thiện đáng kể hiệu quả quản lý dự án, giảm phát sinh chất thải và nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên trong ngành xây dựng [2]. Tuy nhiên, tại Việt Nam, các nghiên cứu liên quan vẫn còn phân tán và chủ yếu tập trung vào từng công nghệ riêng lẻ hoặc đánh giá hiệu quả quản lý dự án theo hướng truyền thống. Hiện nay vẫn chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu phân tích, tổng hợp tác động của các công nghệ tiên tiến đối với hiệu quả quản lý ngành Xây dựng, gắn với định hướng phát triển kinh tế tuần hoàn trong điều kiện thực tiễn tại Việt Nam.

Vì vậy, nghiên cứu “Tiềm năng ứng dụng công nghệ tiên tiến nâng cao hiệu quả quản lý ngành Xây dựng hướng đến nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam” được thực hiện nhằm đánh giá vai trò và mức độ ảnh hưởng của các công nghệ tiên tiến đối với hiệu quả quản lý ngành Xây dựng và phát triển nền kinh tế tuần hoàn. Kết quả nghiên cứu kỳ vọng sẽ góp phần bổ sung cơ sở lý luận và thực tiễn về ứng dụng công nghệ tiên tiến trong ngành Xây dựng tại Việt Nam, đồng thời nhận diện các nhóm nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý xây dựng. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các nhóm giải pháp nhằm thúc đẩy ứng dụng công nghệ số, nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên, giảm phát thải và hỗ trợ phát triển ngành xây dựng theo định hướng kinh tế tuần hoàn bền vững trong tương lai.

2. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

2.1. Kinh tế tuần hoàn trong ngành Xây dựng

Kinh tế tuần hoàn (Circular Economy - CE) là mô hình phát triển kinh tế hướng đến việc tối ưu hóa sử dụng tài nguyên, giảm thiểu chất thải và kéo dài vòng đời của sản phẩm, vật liệu thông qua các hoạt động tái sử dụng, tái chế và phục hồi tài nguyên [3]. Khác với mô hình kinh tế tuyến tính truyền thống “khai thác - sản xuất - tiêu dùng - thải bỏ”, kinh tế tuần hoàn nhấn mạnh việc duy trì giá trị của tài nguyên trong toàn bộ chu trình sản xuất và sử dụng nhằm giảm áp lực lên môi trường và tài nguyên thiên nhiên [4].

Tại Việt Nam, kinh tế tuần hoàn đang dần được quan tâm trong chiến lược phát triển bền vững của quốc gia. Tuy nhiên, việc triển khai trong ngành xây dựng vẫn còn gặp nhiều khó khăn như hạn chế về công nghệ, thiếu cơ sở dữ liệu, năng lực quản lý chưa đồng đều và thiếu cơ chế hỗ trợ đồng bộ. Điều này cho thấy nhu cầu cấp thiết trong việc nghiên cứu các giải pháp công nghệ nhằm nâng cao hiệu quả quản lý xây dựng theo định hướng kinh tế tuần hoàn...

2.2. Ứng dụng công nghệ tiên tiến trong quản lý ngành Xây dựng

Sự phát triển của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (Industry 4.0) đã mở ra nhiều cơ hội đổi mới trong ngành Xây dựng thông qua việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Mô hình thông tin công trình (BIM), trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT), dữ liệu lớn (Big Data), điện toán đám mây và công nghệ số [5]. Các công nghệ này góp phần nâng cao hiệu quả quản lý xây dựng thông qua việc tối ưu hóa tiến độ, chi phí, chất lượng công trình và quản lý vòng đời dự án [6]. Trong đó, BIM hỗ trợ quản lý mô hình số công trình, tăng cường phối hợp giữa các bên và giảm lãng phí vật liệu; AI hỗ trợ phân tích dữ liệu, dự báo rủi ro và tối ưu hóa nguồn lực; IoT giúp giám sát công trình, quản lý thiết bị và nâng cao hiệu quả vận hành theo thời gian thực; còn Big Data hỗ trợ xử lý và phân tích dữ liệu nhằm nâng cao khả năng ra quyết định và hiệu quả quản lý dự án. Bên cạnh đó, hiệu quả ứng dụng công nghệ tiên tiến trong ngành Xây dựng còn phụ thuộc vào nhiều nhóm nhân tố như mức độ sẵn sàng công nghệ, năng lực quản lý, chất lượng nguồn nhân lực và cơ chế chính sách hỗ trợ từ Nhà nước [7]. Các yếu tố này đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy chuyển đổi số, nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên, giảm phát thải và hướng đến phát triển nền kinh tế tuần hoàn bền vững trong ngành xây dựng tại Việt Nam.

2.3. Khoảng trống nghiên cứu

Tại Việt Nam, các nghiên cứu liên quan chủ yếu tập trung vào BIM, chuyển đổi số hoặc quản lý dự án xây dựng riêng biệt, trong khi các nghiên cứu đánh giá tổng hợp vai trò của công nghệ tiên tiến đối với hiệu quả quản lý ngành xây dựng theo định hướng kinh tế tuần hoàn còn chưa nhiều. Đồng thời, chưa có nhiều nghiên cứu thực nghiệm dựa trên khảo sát chuyên gia nhằm xác định các nhóm nhân tố ảnh hưởng và đề xuất các giải pháp phù hợp với điều kiện thực tiễn của ngành Xây dựng tại Việt Nam. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm bổ sung khoảng trống nghiên cứu hiện nay thông qua việc đánh giá tiềm năng ứng dụng công nghệ tiên tiến trong nâng cao hiệu quả quản lý ngành Xây dựng hướng đến phát triển nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam.

3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu “Tiềm năng ứng dụng công nghệ tiên tiến nâng cao hiệu quả quản lý ngành xây dựng hướng đến nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam” được thực hiện theo phương pháp nghiên cứu định tính kết hợp định lượng nhằm bảo đảm tính toàn diện và độ tin cậy của kết quả nghiên cứu. Quy trình nghiên cứu bao gồm bốn giai đoạn chính: (1) Nghiên cứu tổng quan tài liệu; (2) Khảo sát sơ bộ chuyên gia; (3) Khảo sát đại trà; và (4) Phân tích thống kê dữ liệu khảo sát.

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu, bộ tiêu chí khảo sát được xây dựng được tiến hành phỏng vấn 00 chuyên gia có trên 10 năm kinh nghiệm để hoàn thiện bảng hỏi. Sau đó khảo sát thực tế với 105 bảng hỏi, trong đó có 92 mẫu hợp lệ được sử dụng cho phân tích thống kê.

4. NGHIÊN CỨU VÀ PHÂN TÍCH SỐ LIỆU

4.1. Thống kê mô tả:

Nghiên cứu được thực hiện với 92 giáo sư, giảng viên đại học đang làm việc tại các trường đại học ngành xây dựng, đồng thời khảo sát các chuyên gia và cán bộ đang thực hiện các dự án xây dựng trên phạm vi cả nước, bao gồm nhiều vai trò, kinh nghiệm và vị trí quản lý dự án khác nhau nhằm đảm bảo tính đại diện và độ tin cậy của dữ liệu. Kết quả thống kê mô tả thể hiện trong Bảng 1.

Kết quả khảo sát được thu thập từ 92 đối tượng là giảng viên, chuyên gia và kỹ sư hoạt động trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam. Thống kê mô tả mẫu khảo sát cho thấy cơ cấu mẫu có sự đa dạng về chức danh nghề nghiệp, vai trò trong dự án, kinh nghiệm quản lý xây dựng và vị trí công tác, qua đó bảo đảm tính đại diện và độ tin cậy cho nghiên cứu.

Kết quả thống kê cho thấy nhóm chuyên gia/kỹ sư chiếm tỷ lệ cao nhất với 67 người, tương

Bảng 1. Thống kê mô tả

Thông tin mẫu		Số lượng	Tỷ lệ (%)
Chức danh nghề nghiệp	Giáo sư/Phó Giáo sư	10	10.9%
	Giảng viên	15	16.3%
	Chuyên gia/kỹ sư	67	72.8%
Vai trò trong dự án	Chủ đầu tư	25	27.2%
	Nhà thầu	12	13.0%
	Tư vấn giám sát	10	10.9%
	Đơn vị thiết kế	15	16.3%
	Quản lý dự án	9	9.8%
	Cơ quan chuyên môn về xây dựng	21	22.8%
	Kinh nghiệm quản lý các dự án xây dựng	Dưới 5 năm	12
Từ 5 - dưới 10 năm	34	37.0%	
Từ 10 năm trở lên	46	50.0%	
Vị trí quản lý	Quản lý cấp cao	41	44.6%
	Quản lý cấp trung	31	33.7%
	Nhân viên, chuyên viên	20	21.7%

ứng với 72,8% tổng số mẫu khảo sát. Điều này cho thấy phần lớn đối tượng khảo sát là những người trực tiếp tham gia hoạt động thực tiễn trong ngành xây dựng và có kinh nghiệm thực tế trong quản lý dự án cũng như ứng dụng công nghệ xây dựng. Tiếp theo là nhóm giảng viên với 15 người, chiếm 16,3%, và nhóm Giáo sư/Phó giáo sư gồm 10 người, chiếm 10,9%. Sự tham gia của đội ngũ giảng viên và các nhà nghiên cứu có học hàm cao góp phần nâng cao tính học thuật và độ tin cậy của kết quả khảo sát. Nhìn chung, cơ cấu mẫu theo chức danh nghề nghiệp cho thấy nghiên cứu đã thu thập được ý kiến từ cả nhóm chuyên gia thực tiễn và nhóm học thuật, giúp bảo đảm tính khách quan trong đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý ngành Xây dựng.

Xét theo vai trò trong dự án, nhóm chủ đầu tư chiếm tỷ lệ cao nhất với 25 người, tương ứng 27,2%. Đây là nhóm có vai trò quan trọng trong việc định hướng đầu tư, quản lý nguồn lực và quyết định mức độ ứng dụng công nghệ trong dự án xây dựng. Nhóm cơ quan chuyên môn về xây dựng đứng thứ hai với 21 người, chiếm 22,8%, phản ánh sự tham gia của các cơ quan quản lý và các tổ chức chuyên môn trong nghiên cứu. Nhóm đơn vị thiết kế có 15 người (16,3%), tiếp theo là nhóm nhà thầu với 12 người (13,0%) và nhóm tư vấn giám sát với 10 người (10,9%). Nhóm quản lý dự án chiếm tỷ lệ thấp nhất với 9 người, tương ứng 9,8%. Kết quả này cho thấy mẫu khảo sát có sự tham gia của nhiều bên liên quan trong chuỗi hoạt động xây dựng, từ chủ

đầu tư, đơn vị thiết kế, nhà thầu đến các cơ quan quản lý chuyên ngành. Kết quả khảo sát phản ánh đầy đủ quan điểm và đánh giá đa chiều về việc ứng dụng công nghệ tiên tiến trong quản lý xây dựng

Về kinh nghiệm quản lý xây dựng, nhóm có từ 10 năm kinh nghiệm trở lên chiếm tỷ lệ cao nhất với 46 người, tương ứng 50,0% tổng số mẫu khảo sát. Đây là nhóm có nhiều kinh nghiệm thực tiễn và khả năng đánh giá chuyên sâu về hiệu quả quản lý cũng như tiềm năng ứng dụng công nghệ trong ngành Xây dựng. Nhóm có từ 5 đến dưới 10 năm kinh nghiệm gồm 34 người, chiếm 37,0%, trong khi nhóm có dưới 5 năm kinh nghiệm chỉ chiếm 13,0% với 12 người tham gia khảo sát. Kết quả này cho thấy phần lớn đối tượng khảo sát có nhiều năm kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng, góp phần nâng cao độ tin cậy của các đánh giá liên quan đến ứng dụng công nghệ tiên tiến và phát triển kinh tế tuần hoàn trong ngành xây dựng

Theo vị trí công tác, nhóm quản lý cấp cao chiếm tỷ lệ lớn nhất với 41 người, tương ứng 44,6%. Đây là nhóm có vai trò quan trọng trong việc hoạch định chiến lược, quản lý tổ chức và ra quyết định liên quan đến việc ứng dụng công nghệ trong doanh nghiệp xây dựng. Nhóm quản lý cấp trung gồm 31 người, chiếm 33,7%, trong khi nhóm nhân viên/chuyên viên có 20 người, tương ứng 21,7%. Cơ cấu này cho thấy đa số đối tượng khảo sát đang đảm nhiệm các vị trí quản lý trong doanh nghiệp hoặc trong các tổ chức xây dựng. Do đó, các ý kiến đánh giá thu thập được có tính thực tiễn cao và phản ánh tương đối chính xác xu hướng ứng dụng công nghệ tiên tiến trong hoạt động quản lý xây dựng hiện nay.

4.2. Kết quả phân tích thống kê

Tiến hành phân tích Cronbach's Alpha để kiểm tra độ tin cậy của thang đo, nhằm loại biến không thích hợp. Kết quả phân tích Cronbach's Alpha thỏa mãn yêu cầu $0,6 \leq \text{Cronbach's Alpha} \leq 0,95$ và có tương quan biến tổng $> 0,3$, cho thấy các nhóm khảo sát phù hợp.

Nghiên cứu tiếp tục phân tích yếu tố khám phá EFA và áp dụng phương pháp trích yếu tố Principal Component với phép quay Varimax. Sau đó, tiến hành kiểm định Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) $> 0,5$ và Bartlett's có Sig $< 0,05$, đạt độ tin cậy. Chỉ số KMO $> 0,5$ cho thấy điều kiện đủ để phân tích nhân tố là phù hợp.

5. THẢO LUẬN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

5.1. Kết quả nghiên cứu

Thông qua phân tích thống kê, nghiên cứu đã nhận diện được bốn nhóm nhân tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý ngành xây dựng hướng

đến nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam, bao gồm: 1) Nhóm công nghệ số; 2) Nhóm năng lực quản lý; 3) Nhóm cơ chế, chính sách hỗ trợ; 4) Nhóm nguồn nhân lực.

Kết quả nghiên cứu cho thấy nhóm công nghệ số là nhân tố có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến hiệu quả quản lý ngành Xây dựng. Phần lớn người tham gia khảo sát đánh giá cao vai trò của các công nghệ tiên tiến trong việc tối ưu hóa quản lý dự án, kiểm soát tiến độ và chi phí, giảm lãng phí vật liệu, nâng cao chất lượng công trình và hỗ trợ quản lý vòng đời công trình. Trong số các công nghệ được khảo sát, BIM được đánh giá là công nghệ có mức độ ứng dụng và hiệu quả cao nhất trong quản lý xây dựng nhờ khả năng tăng cường phối hợp giữa các bên liên quan, hạn chế xung đột thiết kế và nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên trong toàn bộ vòng đời dự án. Bên cạnh đó, AI và Big Data được đánh giá có tiềm năng lớn trong việc hỗ trợ phân tích dữ liệu, dự báo rủi ro và tối ưu hóa quá trình ra quyết định quản lý, trong khi IoT được xem là giải pháp hiệu quả trong giám sát thi công, quản lý thiết bị và kiểm soát vận hành công trình theo thời gian thực. Kết quả nghiên cứu cho thấy chuyển đổi số đang trở thành xu hướng tất yếu nhằm nâng cao hiệu quả quản lý ngành Xây dựng, đồng thời góp phần thúc đẩy phát triển nền kinh tế tuần hoàn bền vững tại Việt Nam.

Nhóm năng lực quản lý được xác định là một trong những yếu tố có ảnh hưởng quan trọng đến hiệu quả ứng dụng công nghệ tiên tiến trong ngành xây dựng. Kết quả khảo sát cho thấy các doanh nghiệp và tổ chức có năng lực quản lý tốt thường có khả năng triển khai và ứng dụng công nghệ hiệu quả hơn. Các yếu tố được đánh giá có mức độ ảnh hưởng cao bao gồm khả năng hoạch định chiến lược chuyển đổi số, năng lực quản lý dự án, khả năng phối hợp giữa các bên liên quan và mức độ sẵn sàng đổi mới của tổ chức. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy việc ứng dụng công nghệ trong ngành xây dựng không chỉ phụ thuộc vào hạ tầng kỹ thuật mà còn chịu tác động lớn từ năng lực quản lý và khả năng thích ứng của doanh nghiệp. Những doanh nghiệp có chiến lược chuyển đổi số rõ ràng và định hướng đổi mới phù hợp thường đạt hiệu quả cao hơn trong quản lý chi phí, tiến độ và chất lượng công trình, đồng thời nâng cao khả năng cạnh tranh và phát triển bền vững trong bối cảnh chuyển đổi số hiện nay.

Kết quả phân tích chỉ ra nhóm cơ chế và chính sách hỗ trợ đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy ứng dụng công nghệ tiên tiến trong ngành Xây dựng. Các yếu tố được đánh giá có mức độ ảnh hưởng lớn bao gồm chính sách khuyến khích

chuyển đổi số, hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật, cơ chế hỗ trợ tài chính và các chính sách thúc đẩy công trình xanh, phát triển bền vững. Nhiều ý kiến khảo sát cho rằng hiện nay Việt Nam vẫn còn thiếu các cơ chế hỗ trợ đồng bộ nhằm thúc đẩy quá trình ứng dụng công nghệ số trong ngành Xây dựng. Một số doanh nghiệp gặp khó khăn trong việc đầu tư và triển khai công nghệ do chi phí ứng dụng cao, thiếu nguồn hỗ trợ tài chính cũng như chưa có hướng dẫn kỹ thuật cụ thể và thống nhất. Kết quả nghiên cứu cho thấy Nhà nước cần tiếp tục hoàn thiện hệ thống chính sách, tiêu chuẩn kỹ thuật và cơ chế hỗ trợ phù hợp nhằm tạo điều kiện thuận lợi để doanh nghiệp đẩy mạnh ứng dụng công nghệ tiên tiến, nâng cao hiệu quả quản lý xây dựng và hướng tới phát triển nền kinh tế tuần hoàn bền vững tại Việt Nam.

Nguồn nhân lực được xác định là một trong những yếu tố quyết định hiệu quả trong việc triển khai công nghệ trong ngành Xây dựng. Kết quả khảo sát cho thấy trình độ chuyên môn, kỹ năng công nghệ và khả năng thích ứng của người lao động có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả quản lý xây dựng. Các yếu tố nổi bật được đánh giá có mức độ ảnh hưởng cao bao gồm kỹ năng sử dụng công nghệ số, năng lực phân tích và xử lý dữ liệu, khả năng thích ứng với công nghệ mới và kinh nghiệm quản lý dự án xây dựng. Nghiên cứu cho thấy hiện nay nguồn nhân lực chất lượng cao trong lĩnh vực công nghệ xây dựng tại Việt Nam vẫn còn hạn chế, đặc biệt là đội ngũ có khả năng kết hợp giữa chuyên môn xây dựng và năng lực công nghệ số. Điều này tạo ra nhiều thách thức đối với quá trình chuyển đổi số và ứng dụng công nghệ tiên tiến trong ngành Xây dựng. Do đó, việc tăng cường đào tạo nguồn nhân lực, nâng cao kỹ năng công nghệ và phát triển năng lực quản lý cho đội ngũ kỹ sư, chuyên gia và nhà quản lý được xem là yêu cầu cấp thiết nhằm nâng cao hiệu quả quản lý xây dựng và thúc đẩy phát triển bền vững trong bối cảnh kinh tế tuần hoàn hiện nay.

Tuy nhiên, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng việc triển khai công nghệ tiên tiến trong ngành xây dựng tại Việt Nam vẫn còn gặp nhiều khó khăn như chi phí đầu tư công nghệ cao, thiếu nguồn nhân lực chất lượng cao, hạn chế về cơ sở hạ tầng số, thiếu các chính sách hỗ trợ đồng bộ và mức độ sẵn sàng chuyển đổi số chưa đồng đều giữa các doanh nghiệp. Do đó, để nâng cao hiệu quả quản lý ngành Xây dựng theo định hướng kinh tế tuần hoàn, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa doanh nghiệp, cơ sở đào tạo, tổ chức nghiên cứu và cơ quan quản lý nhà nước trong việc thúc đẩy chuyển đổi số, hoàn thiện cơ chế hỗ trợ và tăng cường ứng dụng công nghệ

tiên tiến trong thực tiễn quản lý

5.2. Đề xuất giải pháp

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, một số nhóm giải pháp được đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả quản lý ngành xây dựng hướng đến nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam bao gồm: 1) Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ số; 2) Nâng cao chất lượng nguồn nhân lực; 3) Hoàn thiện cơ chế và chính sách hỗ trợ; 4) Tăng cường hợp tác và đổi mới sáng tạo.

Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ số thông qua việc tăng cường triển khai các công nghệ tiên tiến như BIM, AI, IoT và Big Data trong hoạt động quản lý xây dựng. Việc ứng dụng các công nghệ này sẽ hỗ trợ tối ưu hóa quản lý dự án, kiểm soát tiến độ, chi phí và chất lượng công trình, đồng thời nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động đến môi trường. Bên cạnh đó, cần xây dựng hệ thống dữ liệu số đồng bộ và các nền tảng quản lý thông minh nhằm tăng cường khả năng kết nối, chia sẻ và phân tích dữ liệu trong toàn bộ vòng đời của công trình. Đồng thời, các doanh nghiệp xây dựng cần thúc đẩy quá trình chuyển đổi số, đổi mới phương thức quản lý và nâng cao năng lực ứng dụng công nghệ nhằm tăng khả năng cạnh tranh và đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững trong bối cảnh hiện nay.

Ngoài ra, cần chú trọng nâng cao chất lượng nguồn nhân lực thông qua việc tăng cường đào tạo kỹ năng công nghệ số cho đội ngũ kỹ sư, chuyên gia và nhà quản lý trong lĩnh vực xây dựng. Các cơ sở đào tạo cần cập nhật chương trình giảng dạy theo hướng tích hợp các nội dung liên quan đến BIM, AI, IoT và công nghệ xây dựng thông minh nhằm đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số và phát triển bền vững của ngành xây dựng hiện nay.

Nhà nước cần tiếp tục hoàn thiện cơ chế và chính sách hỗ trợ phù hợp với xu hướng chuyển đổi số và phát triển bền vững. Nhà nước cần ban hành và hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan đến chuyển đổi số trong xây dựng nhằm tạo cơ sở pháp lý và định hướng thống nhất cho việc ứng dụng các công nghệ như BIM, AI, IoT và các nền tảng quản lý số trong thực tiễn. Bên cạnh đó, cần có các cơ chế hỗ trợ tài chính, ưu đãi đầu tư và chính sách khuyến khích nhằm giúp doanh nghiệp giảm bớt khó khăn trong quá trình triển khai công nghệ mới, đặc biệt đối với các doanh nghiệp vừa và nhỏ. Đồng thời, cần tăng cường các chính sách khuyến khích phát triển công trình xanh, sử dụng vật liệu thân thiện với môi trường và thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn trong ngành Xây dựng.

Bên cạnh đó, cần tăng cường hợp tác và đổi mới sáng tạo giữa các bên liên quan trong ngành xây dựng. Việc thúc đẩy hợp tác giữa doanh nghiệp, cơ

quan quản lý nhà nước và các cơ sở nghiên cứu sẽ góp phần tăng cường chia sẻ tri thức, chuyển giao công nghệ và nâng cao hiệu quả ứng dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến trong thực tiễn. Đồng thời, cần khuyến khích hoạt động nghiên cứu và phát triển các công nghệ xây dựng hiện đại, thân thiện với môi trường và phù hợp với điều kiện thực tiễn tại Việt Nam nhằm nâng cao năng suất, tối ưu hóa sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động môi trường. Việc xây dựng hệ sinh thái đổi mới sáng tạo trong ngành Xây dựng thông qua kết nối giữa các trường đại học, viện nghiên cứu, doanh nghiệp và cơ quan quản lý sẽ tạo nền tảng thúc đẩy chuyển đổi số, nâng cao năng lực cạnh tranh và hỗ trợ phát triển bền vững của ngành Xây dựng theo định hướng kinh tế tuần hoàn trong tương lai.

6. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh chuyển đổi số và phát triển bền vững đang trở thành xu hướng tất yếu, nghiên cứu đã khẳng định tiềm năng quan trọng của việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như BIM, AI, IoT và Big Data nhằm nâng cao hiệu quả quản lý trong ngành Xây dựng, hướng đến nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam. Thông qua phương pháp nghiên cứu tổng quan kết hợp khảo sát thực tiễn với 92 giảng viên, chuyên gia và kỹ sư xây dựng, nghiên cứu đã nhận diện bốn nhóm nhân tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý xây dựng gồm công nghệ số, năng lực quản lý, cơ chế chính sách hỗ trợ và nguồn nhân lực, trong đó nhóm công nghệ số được đánh giá có mức độ ảnh hưởng lớn nhất. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc ứng dụng công nghệ tiên tiến không chỉ giúp nâng cao hiệu quả quản lý dự án, kiểm soát tiến độ, chi phí và chất lượng công trình mà còn góp phần tối ưu hóa sử dụng tài nguyên, giảm phát sinh chất thải và thúc đẩy phát triển bền vững trong ngành Xây dựng.

Tuy nhiên, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng quá trình ứng dụng công nghệ tiên tiến trong ngành Xây dựng tại Việt Nam vẫn còn gặp nhiều khó khăn như hạn chế về nguồn nhân lực chất lượng cao, chi phí đầu tư công nghệ lớn, hạ tầng số chưa đồng bộ và thiếu các chính sách hỗ trợ hiệu quả. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các giải pháp trọng tâm gồm: đẩy mạnh ứng dụng công nghệ số, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, hoàn thiện cơ chế, chính sách hỗ trợ và tăng cường hợp tác đổi mới sáng tạo trong ngành xây dựng. Những giải pháp này được kỳ vọng sẽ góp phần thúc đẩy chuyển đổi số, nâng cao hiệu quả quản lý xây dựng và phát triển nền kinh tế tuần hoàn bền vững tại Việt Nam trong tương lai. Đồng thời, các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng phạm vi khảo sát và

áp dụng các phương pháp phân tích chuyên sâu hơn nhằm nâng cao tính thực tiễn và khả năng ứng dụng của kết quả nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ghufuran, M., Khan, K. I. A., Ullah, F., Nasir, A. R., Al Alahmadi, A. A., Alzaed, A. N., & Alwetaishi, M. (2022). Circular economy in the construction industry: A step towards sustainable development. *Buildings*, 12(7), 1004.
- [2] Chen, X., Chang-Richards, A. Y., Pelosi, A., Jia, Y., Shen, X., Siddiqui, M. K., & Yang, N. (2022). Implementation of technologies in the construction industry: a systematic review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(8), 3181-3209.
- [3] Osobajo, O. A., Oke, A., Omotayo, T., & Obi, L. I. (2022). A systematic review of circular economy research in the construction industry. *Smart and Sustainable Built Environment*, 11(1), 39-64.
- [4] Illankoon, C., & Vithanage, S. C. (2023). Closing the loop in the construction industry: A systematic literature review on the development of circular economy. *Journal of Building Engineering*, 107362.
- [5] Casini, M. (2021). *Construction 4.0: Advanced technology, tools and materials for the digital transformation of the construction industry*. Woodhead Publishing.
- [6] Vilutiene, T., Hosseini, M. R., Pellicer, E., & Zavadskas, E. K. (2019). Advanced BIM applications in the construction industry.
- [7] Torgautov, B., Zhanabayev, A., Tleuken, A., Turkyilmaz, A., Mustafa, M., & Karaca, F. (2021). Circular economy: Challenges and opportunities in the construction sector of Kazakhstan. *Buildings*, 11(11), 501.