



THÁCH THỨC VÀ CƠ HỘI KHI TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ TỰ ĐỘNG HÓA TRONG XÂY DỰNG DÂN DỤNG

Ths. Vũ Thị Khánh Chi¹

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR DEPLOYMENT OF AUTOMATION TECHNOLOGY IN CIVIL CONSTRUCTION

Tóm tắt: Tự động hóa đang thay đổi cách thức hoạt động trong xây dựng dân dụng, mở ra những cơ hội lớn về năng suất, chất lượng và an toàn lao động. Tuy nhiên, tự động hóa cũng đối mặt với các rào cản như chi phí đầu tư cao, yêu cầu bảo trì phức tạp, và khả năng thích ứng với môi trường thi công đa dạng. Bài báo phân tích các cơ hội và thách thức khi triển khai công nghệ tự động hóa, bao gồm việc tăng cường năng suất lao động, giảm chi phí dài hạn, và cải thiện chất lượng công trình.

Từ khóa: Tự động hóa trong xây dựng, công nghệ xây dựng, phát triển bền vững.

Abstract: Automation is transforming the way the civil and industrial construction industry operates, creating significant opportunities in terms of productivity, quality, and labor safety. However, automation also faces barriers such as high investment costs, complex maintenance requirements, and adaptability to diverse construction environments. This paper analyzes the opportunities and challenges of implementing automation technologies, including enhancing labor productivity,

reducing long-term costs, and improving construction quality.

Key words: Construction automation, construction technology, sustainable development.

Nhận bài ngày 10/1/2025, chỉnh sửa ngày 25/2/2025, chấp nhận đăng ngày 20/3/2025.

1. Cơ hội khi triển khai công nghệ tự động hóa trong xây dựng dân dụng

Trong vài thập kỷ gần đây, ngành Xây dựng đã chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ của các công nghệ mới, tự động hóa đã nổi lên như một xu hướng mang tính cách mạng. Tự động hóa không chỉ mở ra những khả năng mới trong thiết kế và thi công, mà còn góp phần thay đổi cách thức quản lý, vận hành và giám sát công trình. Sự kết hợp giữa các hệ thống tự động và các công nghệ như robot, in 3D, drone, và trí tuệ nhân tạo (AI) đang giúp nâng cao năng suất và tối ưu hóa quy trình xây dựng. Đặc biệt, trong lĩnh vực xây dựng dân dụng, nơi yêu cầu về tốc độ, chất lượng và chi phí luôn được đặt lên hàng đầu, tự động hóa có tiềm năng mang đến những thay đổi

đột phá. Từ việc tăng cường độ chính xác trong thi công, tối ưu hóa nguồn lực, đến việc giảm thiểu rủi ro cho người lao động, tự động hóa đang mở ra nhiều cơ hội mới cho ngành. Tuy nhiên, để khai thác được toàn bộ tiềm năng này, việc nhận diện rõ những cơ hội mà tự động hóa mang lại là điều vô cùng quan trọng.

1.1. Tăng năng suất lao động và hiệu quả lao động

Một trong những lợi ích nổi bật nhất của việc áp dụng tự động hóa vào xây dựng dân dụng là khả năng gia tăng đáng kể năng suất và hiệu quả lao động. Các hệ thống tự động hóa giúp thực hiện công việc nhanh hơn, chính xác hơn và ít phụ thuộc vào yếu tố con người, từ đó giúp tối ưu hóa quy trình thi công và đạt được tiến độ dự án một cách nhanh chóng.

Trước tiên, công nghệ này cho phép thực hiện các công đoạn thi công với tốc độ nhanh hơn nhiều so với phương pháp thủ công, giúp đẩy nhanh tiến độ dự án, đặc biệt là các dự án lớn yêu cầu tiến độ khẩn trương. Đồng thời, tự động hóa giảm thiểu sai sót và nâng cao chất lượng công việc nhờ độ chính xác cao của robot và

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam
Email: Khanhchi.ctt@vimaru.edu.vn



Hình 1. Ứng dụng drone trong giám sát công trường xây dựng

máy móc, từ đó tiết kiệm thời gian sửa chữa và tài nguyên. Hơn nữa, tự động hóa tối ưu hóa quy trình làm việc, kết hợp với các hệ thống thông minh như BIM để giám sát và điều chỉnh các công đoạn kịp thời, giúp tăng hiệu suất tổng thể. Ngoài ra, nó còn sử dụng hiệu quả nguồn nhân lực, giải phóng công nhân khỏi các công việc nặng nhọc, lặp đi lặp lại để họ có thể tập trung vào các nhiệm vụ sáng tạo và quản lý. Cuối cùng, nhờ khả năng hoạt động liên tục, 24/7, tự động hóa giúp duy trì tiến độ công trình mà không bị ảnh hưởng bởi điều kiện ngoại cảnh, đảm bảo hoàn thành dự án một cách nhanh chóng và chất lượng.

Với khả năng tăng tốc độ thi công, giảm thiểu sai sót, tối ưu hóa quy trình và sử dụng hiệu quả nguồn nhân lực, tự động hóa đã và đang mang lại những lợi ích to lớn trong việc nâng cao năng suất và hiệu quả lao động trong xây dựng dân dụng. Đây là yếu tố quan trọng giúp các doanh nghiệp xây dựng duy trì tính cạnh tranh và hoàn thành dự án một cách nhanh chóng, chất lượng và hiệu quả hơn.

1.2. Giảm chi phí dài hạn

Mặc dù đầu tư vào công nghệ tự động hóa ban đầu có thể đòi hỏi chi phí đáng kể, nhưng khi xem xét về lâu dài, tự động hóa mang lại lợi ích lớn về mặt kinh tế. Các khoản tiết kiệm này không chỉ đến từ việc cắt giảm chi phí nhân công, mà còn nhờ vào việc giảm thiểu lỗi thi công, tối ưu hóa sử dụng tài nguyên và giảm

thời gian hoàn thiện công trình, từ đó tạo ra sự hiệu quả toàn diện cho các doanh nghiệp xây dựng.

Tự động hóa trong xây dựng giúp giảm đáng kể chi phí dài hạn thông qua nhiều cách. Trước tiên, nó giảm chi phí nhân công bằng cách thay thế các công việc lặp đi lặp lại và nặng nhọc bằng máy móc và robot có năng suất cao hơn, từ đó tiết kiệm chi phí lao động. Tiếp theo, tự động hóa giảm thiểu sai sót trong thi công nhờ độ chính xác cao, giúp tiết kiệm chi phí sửa chữa và điều chỉnh. Đồng thời, việc sử dụng máy móc như in 3D và gia công CNC còn giúp tối ưu hóa tài nguyên, giảm lãng phí vật liệu. Tự động hóa còn đảm bảo chất lượng công trình tốt hơn, giảm thiểu các vấn đề bảo trì trong tương lai, giúp tiết kiệm chi phí bảo dưỡng trong suốt vòng đời của công trình.

1.3. An toàn lao động

Tự động hóa trong xây dựng giúp giảm thiểu đáng kể tai nạn lao động nhờ giảm sự tham gia của con người vào các công việc nguy hiểm, chẳng hạn như nâng hạ vật liệu nặng hoặc thi công ở độ cao, từ đó hạn chế rủi ro tai nạn nghiêm trọng. Ngoài ra, tự động hóa còn giúp hạn chế tiếp xúc của công nhân với các vật liệu độc hại và công việc nguy hiểm, nhờ việc sử dụng robot trong các nhiệm vụ như phá dỡ công trình hoặc xử lý hóa chất. Công nghệ này cũng cải thiện giám sát an toàn bằng các hệ thống cảm biến và drone, giúp phát hiện kịp thời những

rủi ro tiềm ẩn và bảo vệ công nhân khỏi các môi trường làm việc nguy hiểm. Hơn nữa, tự động hóa giảm mệt mỏi cho công nhân bằng cách thay thế họ trong các công việc nặng nhọc, cho phép họ tập trung vào những nhiệm vụ ít rủi ro hơn. Cuối cùng, hệ thống tự động giúp doanh nghiệp tuân thủ chặt chẽ các quy định an toàn, từ kiểm soát tải trọng đến giám sát điều kiện làm việc, giảm thiểu các vi phạm và chi phí phát sinh.

Công nghệ tự động hóa đang đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện an toàn lao động tại các công trường xây dựng dân dụng. Bằng cách giảm thiểu sự tham gia của con người vào các công việc nguy hiểm, hạn chế tiếp xúc với vật liệu độc hại, và hỗ trợ giám sát môi trường làm việc, tự động hóa không chỉ giảm nguy cơ tai nạn lao động mà còn tạo ra một môi trường làm việc an toàn và hiệu quả hơn cho công nhân. Đây là một trong những lợi ích lớn mà tự động hóa mang lại cho ngành Xây dựng, giúp giảm thiểu cả về mặt nhân lực lẫn chi phí liên quan đến an toàn lao động.

1.4. Chất lượng công trình

Việc đảm bảo chất lượng công trình là một trong những mục tiêu cốt lõi của mọi dự án xây dựng dân dụng. Công nghệ tự động hóa đang dần trở thành giải pháp tối ưu giúp nâng cao chất lượng công trình thông qua việc cải thiện độ chính xác, tính nhất quán, và kiểm soát tốt hơn các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tổng thể. So với phương pháp truyền thống, tự động hóa giúp loại bỏ các yếu tố thiếu chính xác do con người gây ra, từ đó mang lại sản phẩm cuối cùng với chất lượng vượt trội.

Tự động hóa trong xây dựng giúp nâng cao độ chính xác thi công, từ lắp đặt cấu kiện đến hoàn thiện bề mặt, đảm bảo các phần quan trọng như cột, dầm, tường và sàn được thực hiện đúng theo thiết kế, tăng tính ổn định và khả năng chịu lực của công trình. Hơn nữa, tự động hóa duy trì tính nhất quán trong suốt quá trình, không bị ảnh hưởng bởi sự mệt mỏi hay sai sót của con người, đặc biệt quan trọng với các dự án lớn đòi hỏi sự đồng đều cao. Tự động hóa cũng giảm thiểu các lỗi kỹ thuật nhờ khả năng giám

sát và kiểm soát chính xác, phát hiện và khắc phục sai sót sớm. Các công trình thi công tự động có độ bền vững cao hơn, ít gặp vấn đề về kết cấu, kéo dài tuổi thọ và giảm chi phí bảo trì. Ngoài ra, công nghệ này còn tối ưu hóa việc sử dụng vật liệu, giảm lãng phí và bảo vệ môi trường. Khi kết hợp với hệ thống BIM, tự động hóa cung cấp khả năng quản lý chất lượng toàn diện từ thiết kế đến hoàn thiện, giúp giám sát, điều chỉnh và đảm bảo chất lượng công trình một cách chính xác và hiệu quả.

2. Thách thức khi triển khai tự động hóa trong xây dựng dân dụng

Một trong những thách thức lớn nhất khi triển khai công nghệ tự động hóa trong xây dựng dân dụng là chi phí đầu tư ban đầu cao. Việc trang bị các hệ thống tự động, máy móc hiện đại như robot, máy in 3D, và các phần mềm quản lý thông minh đòi hỏi nguồn vốn lớn. Điều này đặc biệt gây khó khăn cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ khi họ phải cân nhắc chi phí đầu tư so với lợi nhuận tiềm năng trong tương lai. Ngoài ra, chi phí không chỉ đến từ việc mua sắm thiết bị mà còn bao gồm việc đào tạo nhân lực để vận hành các công nghệ này, bảo trì và nâng cấp hệ thống định kỳ. Mặc dù về lâu dài, tự động hóa có thể mang lại nhiều lợi ích về hiệu suất và giảm chi phí, nhưng rào cản tài chính ban đầu là yếu tố khiến nhiều doanh nghiệp do dự trong việc áp dụng công nghệ này. Khó khăn trong việc thay đổi quy trình và lực lượng lao động.

Một thách thức khác khi triển khai tự động hóa trong xây dựng dân dụng là sự phụ thuộc vào công nghệ và nhu cầu bảo trì thường xuyên. Các hệ thống tự động, như robot và máy in 3D, yêu cầu sự bảo trì định kỳ và kỹ lưỡng để đảm bảo chúng hoạt động ổn định và hiệu quả. Nếu không được bảo trì đúng cách, máy móc có thể gặp trục trặc hoặc hỏng hóc, gây gián đoạn quá trình thi công và ảnh hưởng đến tiến độ dự án. Ngoài ra, các thiết bị hiện đại này thường đi kèm với chi phí bảo trì cao, bao gồm phụ tùng thay thế và đội ngũ kỹ thuật viên có trình độ cao để xử lý các vấn đề phức tạp. Điều này có thể làm tăng chi phí vận



Hình 2. Robot thi công phá dỡ bê tông tại công trình dân dụng

hành và tạo ra sự phụ thuộc lớn vào nhà cung cấp thiết bị, gây áp lực tài chính và rủi ro nếu không thể sửa chữa kịp thời.

Cuối cùng là những khó khăn trong việc thích ứng với môi trường xây dựng phức tạp. Các công trường xây dựng thường có địa hình không bằng phẳng, điều kiện thời tiết thất thường, và nhiều yếu tố bất ngờ khác. Máy móc và hệ thống tự động thường được lập trình để hoạt động trong những điều kiện lý tưởng, nhưng khi phải thi công ở những môi trường phức tạp, chúng có thể gặp khó khăn trong việc điều chỉnh và vận hành hiệu quả. Điều này đòi hỏi phải có những điều chỉnh linh hoạt và chi phí bổ sung để đảm bảo hệ thống tự động hóa có thể hoạt động hiệu quả trong mọi điều kiện thi công. [3]

3. Định hướng tương lai và giải pháp khắc phục thách thức

Mặc dù tự động hóa mang lại nhiều lợi ích vượt trội cho ngành Xây dựng, các thách thức như chi phí đầu tư ban đầu cao, nhu cầu bảo trì phức tạp, khả năng thích ứng với môi trường thi công đa dạng vẫn là những rào cản lớn. Để vượt qua những khó khăn này, các doanh nghiệp cần có những chiến lược dài hạn và những giải pháp cụ thể nhằm tối ưu hóa việc triển khai công nghệ tự động. Trong bối cảnh công nghệ không ngừng phát triển, việc nâng cao năng lực đội ngũ, đầu tư vào nghiên cứu và phát triển, cũng như thúc đẩy hợp tác giữa các bên liên quan đóng vai trò quan trọng trong

việc đảm bảo tính khả thi và hiệu quả của quá trình tự động hóa. Phần này sẽ tập trung vào các định hướng chiến lược và giải pháp thiết thực nhằm giúp doanh nghiệp khai thác tối đa tiềm năng của tự động hóa, đồng thời đối phó hiệu quả với những thách thức hiện tại.

3.1 Nâng cao trình độ chuyên môn đào tạo

Việc triển khai tự động hóa trong xây dựng dân dụng không chỉ phụ thuộc vào thiết bị hiện đại mà còn đòi hỏi đội ngũ nhân lực có chuyên môn phù hợp. Đào tạo là yếu tố then chốt giúp khai thác hiệu quả các công nghệ tiên tiến. Bao gồm:

- Đào tạo kỹ năng vận hành & bảo trì: Công nhân cần nắm vững cách sử dụng robot, máy in 3D, drone và các thiết bị tự động, đảm bảo thi công hiệu quả và an toàn.

- Nâng cao năng lực công nghệ số: Kỹ sư, cán bộ quản lý cần am hiểu các hệ thống BIM, IoT, dữ liệu thời gian thực để ra quyết định kịp thời và chính xác.

- Phát triển kỹ năng quản lý dự án tự động hóa: Đội ngũ quản lý cần biết điều phối giữa người và máy, lập kế hoạch thi công tối ưu.

- Hợp tác đào tạo: Doanh nghiệp nên liên kết với trường đại học, viện nghiên cứu và nhà cung cấp công nghệ để tổ chức các khóa huấn luyện thực tế.

- Đào tạo liên tục: Cập nhật thường xuyên các công nghệ mới như AI, Big Data giúp đội ngũ sẵn sàng thích nghi và làm chủ hệ thống tự động.

Như vậy, đầu tư cho đào tạo nhân lực là điều kiện tiên quyết để tự động hóa thành công và bền vững trong xây dựng dân dụng.

3.2. Phát triển hệ thống tự động linh hoạt hơn

Trong xây dựng dân dụng, môi trường thi công thường phức tạp và biến đổi, đòi hỏi các hệ thống tự động phải linh hoạt để thích nghi hiệu quả. Để đạt được điều này, cần tập trung vào các giải pháp sau:

- Tối ưu hóa phần mềm và cảm biến: Hệ thống cần tích hợp cảm biến hiện đại với phần mềm điều khiển thông minh để nhận diện địa hình và điều kiện thực tế.

- Phát triển robot đa nhiệm, có khả năng tự học: Ứng dụng AI và machine learning giúp robot thích nghi tốt hơn với các tình huống thi công thực tế.

- Thiết kế phù hợp nhiều loại công trình: Hệ thống cần dễ điều chỉnh để thi công từ nhà dân dụng đến công nghiệp và hạ tầng.

- Tăng khả năng di động & thao tác trong không gian hẹp: Robot cần nhỏ gọn nhưng mạnh mẽ, phù hợp công trường có diện tích hạn chế.

- Thích ứng với điều kiện thời tiết khắc nghiệt: Máy móc cần bền bỉ, hoạt động liên tục trong môi trường bất lợi.

- Tích hợp Big Data và AI: Thu thập, phân tích dữ liệu thời gian thực từ nhiều công trường giúp tối ưu quy trình và dự báo rủi ro.

Có thể nói, Hệ thống tự động linh hoạt là chìa khóa để đảm bảo hiệu quả, an toàn và chất lượng trong thi công xây dựng dân dụng hiện đại.

3.3. Hợp tác giữa các bên liên quan

Việc triển khai tự động hóa hiệu quả trong xây dựng dân dụng đòi hỏi sự hợp tác chặt chẽ giữa các bên: Doanh nghiệp, nhà cung cấp công nghệ, viện nghiên cứu và chính phủ. Mỗi bên đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy đổi mới, chia sẻ nguồn lực và giảm thiểu rủi ro khi áp dụng công nghệ mới. Cụ thể như:

- Doanh nghiệp và nhà cung cấp công nghệ: Hợp tác để tiếp cận thiết bị hiện đại, tùy chỉnh theo điều kiện thi công thực tế, nhận hỗ trợ kỹ thuật.

- Doanh nghiệp và viện nghiên cứu: Cùng phát triển công nghệ phù hợp, đồng thời đào tạo nhân lực chuyên môn cao cho hệ thống tự động.

- Doanh nghiệp với doanh nghiệp: Chia sẻ kinh nghiệm, dữ liệu, thiết bị để giảm chi phí đầu tư và rủi ro khi thử nghiệm công nghệ mới.

- Chính phủ: Hỗ trợ qua chính sách ưu đãi, tài trợ nghiên cứu, xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật và thúc đẩy chuyển giao công nghệ.

- Mạng lưới hợp tác: Tạo diễn đàn trao đổi kiến thức, tăng tốc ứng dụng tự động hóa và phát triển bền vững toàn ngành.

Như vậy, hợp tác đa chiều là nền tảng để thúc đẩy tự động hóa xây dựng một cách toàn diện, hiệu quả và lâu dài.

4. Kết luận

Tự động hóa đang mang đến những cơ hội to lớn cho ngành Xây dựng dân dụng, từ việc tăng năng suất lao động, giảm chi phí dài hạn, nâng cao chất lượng công trình, cho đến đảm bảo an toàn lao động. Tuy nhiên, việc triển khai công nghệ này không phải là một quá trình dễ dàng khi các doanh nghiệp phải đối mặt với những thách thức như chi phí đầu tư cao, nhu cầu bảo trì phức tạp và khả năng thích ứng với môi trường xây dựng đa dạng. Để vượt qua các rào cản này, sự hợp tác chặt chẽ giữa các doanh nghiệp xây dựng, nhà cung cấp công nghệ, viện nghiên cứu và chính phủ là vô cùng cần thiết. Đồng thời, việc nâng cao trình độ chuyên môn

và phát triển các hệ thống tự động linh hoạt hơn sẽ giúp ngành xây dựng tiếp cận những tiến bộ công nghệ một cách hiệu quả và bền vững hơn. Trong tương lai, với những giải pháp và định hướng phù hợp, tự động hóa sẽ trở thành động lực chính thúc đẩy sự phát triển của ngành xây dựng, tạo ra những công trình chất lượng, an toàn và có hiệu suất cao hơn.

Tài liệu tham khảo:

1. Autodesk (2021). The Role of Automation in Construction: A Guide to the Future of Building. Autodesk Whitepaper. Retrieved from: <https://www.autodesk.com>
2. Bechthold, M., Kane, A., & King, N. (2018). Construction Automation: Robotization and Emerging Technologies in Construction. Elsevier.
3. Deloitte (2019). Automation in Construction: Opportunities and Challenges. Deloitte Insights Report. Retrieved from: <https://www.deloitte.com>
4. Pan, Z., Zhang, G., Zhu, C., & Lin, Z. (2018). The Future of Robotics in Construction: Current Trends and Innovations. International Journal of Construction Management, 25(1), 45-58.
5. World Economic Forum (2020). Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology. Retrieved from: <https://www.weforum.org>



Nâng cao trình độ chuyên môn và phát triển các hệ thống tự động linh hoạt giúp ngành Xây dựng tiếp cận những tiến bộ công nghệ hiệu quả và bền vững