

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam

Lê Minh Thoa^{1*}

¹ Trường Đại học Thủy lợi

TỪ KHOÁ

Trí tuệ nhân tạo (AI)
Logistics
Vật liệu xây dựng
Chuỗi cung ứng
Việt Nam

TÓM TẮT

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng ở Việt Nam hiện nay rất quan trọng trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng. AI cho phép phân tích dữ liệu lớn từ tiến độ thi công, nhu cầu thị trường, điều kiện vận tải nhằm dự báo chính xác nhu cầu vật liệu, giảm tình trạng thiếu hụt hoặc tồn kho dư thừa, tối ưu hóa vận chuyển bằng cách lựa chọn tuyến đường hiệu quả, giảm chi phí nhiên liệu và thời gian giao hàng. Việc triển khai AI tại Việt Nam vẫn còn gặp nhiều thách thức như chi phí đầu tư cao, thiếu dữ liệu đồng bộ và nguồn nhân lực chất lượng cao. Bài viết phân tích các ứng dụng chủ yếu của AI, thực trạng triển khai tại Việt Nam trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu, những cơ hội và thách thức đặt ra.

KEYWORDS

AI
Logistics
Building materials
Supply chain
Vietnam

ABSTRACT

The application of artificial intelligence (AI) in the logistics of construction material supply in Vietnam is currently crucial in the digital transformation of the construction industry. AI enables the analysis of big data from construction progress, market demand, and transportation conditions to accurately forecast material needs, reduce shortages or excess inventory, optimize transportation by selecting efficient routes, and reduce fuel costs and delivery times. However, the implementation of AI in Vietnam still faces many challenges such as high investment costs, a lack of synchronized data, and a shortage of high-quality human resources. This article analyzes the main applications of AI, the current state of implementation in Vietnam's logistics of construction material supply, and the opportunities and challenges it presents.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, ngành xây dựng Việt Nam đã và đang phát triển mạnh mẽ, đóng vai trò quan trọng trong tăng trưởng kinh tế và quá trình đô thị hóa. Nhu cầu đầu tư vào cơ sở hạ tầng, nhà ở, khu công nghiệp và đô thị thông minh ngày càng gia tăng, kéo theo sự gia tăng đáng kể về nhu cầu nguyên vật liệu xây dựng như xi măng, thép, cát, đá và các vật liệu hoàn thiện. Trong bối cảnh đó, hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng trở thành một mắt xích then chốt, quyết định trực tiếp đến tiến độ, chất lượng và hiệu quả của các dự án xây dựng.

Thực tiễn cho thấy hệ thống logistics trong lĩnh vực xây dựng tại Việt Nam vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế. Chi phí logistics vẫn ở mức cao so với khu vực, chiếm tỷ trọng lớn trong tổng chi phí xây dựng. Hoạt động vận chuyển nguyên vật liệu thường chịu ảnh hưởng bởi tình trạng ùn tắc giao thông, đặc biệt tại các đô thị lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Bên cạnh đó, công tác quản lý kho bãi, điều phối cung ứng và dự báo nhu cầu vật liệu vẫn chủ yếu dựa vào kinh nghiệm và phương pháp truyền thống, dẫn đến tình trạng thiếu chính xác, gây dư thừa hoặc thiếu hụt vật liệu, làm gián đoạn quá trình thi công và gia tăng chi phí.

Cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đang diễn ra mạnh mẽ, trí tuệ nhân tạo (AI) nổi lên như một công nghệ cốt lõi, có khả năng thay đổi căn bản phương thức quản lý và vận hành trong nhiều lĩnh vực, trong đó có logistics. AI cho phép xử lý và phân tích khối lượng dữ liệu lớn trong thời gian ngắn, từ đó hỗ trợ ra quyết định nhanh chóng và chính xác hơn. Đối với logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng, AI có thể được ứng dụng trong nhiều khâu như dự báo nhu cầu vật liệu, tối ưu hóa tuyến đường vận chuyển, quản lý kho thông minh, điều phối nguồn lực và tự động hóa quy trình vận hành. Nhờ đó, doanh nghiệp có thể giảm chi phí, nâng cao hiệu quả hoạt động và tăng khả năng cạnh tranh trên thị trường.

Việc ứng dụng AI trong logistics nói chung và logistics xây dựng ở Việt Nam đã bắt đầu được quan tâm, đặc biệt trong các doanh nghiệp lớn và các dự án có quy mô lớn. Một số hệ thống quản lý vận tải (TMS), quản lý kho (WMS) và các nền tảng số đã bước đầu tích hợp các công nghệ AI để hỗ trợ vận hành. Tuy nhiên, mức độ ứng dụng vẫn còn hạn chế và chưa đồng đều giữa các doanh nghiệp. Nguyên nhân chủ yếu là do chi phí đầu tư ban đầu cao, thiếu nguồn nhân lực có chuyên môn về AI, cũng như hạn chế về hạ tầng dữ liệu và khả năng kết nối giữa các bên trong chuỗi cung ứng.

Mặt khác, Việt Nam cũng có nhiều điều kiện thuận lợi để thúc

*Liên hệ tác giả: thoalm@tlu.edu.vn

Nhận ngày 29/03/2026, sửa xong ngày 25/04/2026, chấp nhận đăng ngày 28/04/2026

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2026.1331>

đẩy ứng dụng AI trong logistics xây dựng. Chính phủ đang đẩy mạnh chương trình chuyển đổi số quốc gia, khuyến khích doanh nghiệp đổi mới sáng tạo và ứng dụng công nghệ hiện đại. Đồng thời, nhu cầu tối ưu hóa chi phí và nâng cao hiệu quả trong ngành xây dựng ngày càng trở nên cấp thiết trong bối cảnh cạnh tranh ngày càng gay gắt và yêu cầu phát triển bền vững.

Xuất phát từ những vấn đề nêu trên, việc nghiên cứu “Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng ở Việt Nam hiện nay” là cần thiết và có ý nghĩa cả về mặt lý luận và thực tiễn. Nghiên cứu này nhằm làm rõ vai trò của AI trong logistics xây dựng, phân tích thực trạng ứng dụng tại Việt Nam, từ đó đề xuất các giải pháp nhằm thúc đẩy việc triển khai hiệu quả công nghệ AI, góp phần nâng cao năng lực quản lý, giảm chi phí và hướng tới phát triển ngành xây dựng theo hướng hiện đại, thông minh và bền vững.

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, tài liệu thứ cấp từ báo cáo ngành xây dựng và logistics tại Việt Nam; các tài liệu của Bộ Xây dựng; các công trình nghiên cứu khoa học, bài báo, tạp chí chuyên ngành; các nguồn dữ liệu từ doanh nghiệp logistics và xây dựng. Dữ liệu sơ cấp được thu thập thông qua khảo sát doanh nghiệp xây dựng và logistics; phỏng vấn chuyên gia trong lĩnh vực logistics và công nghệ AI

(ii) Phương pháp phân tích, tổng hợp: Nhóm tác giả tiến hành phân tích các dữ liệu thu thập được nhằm làm rõ vai trò của AI trong logistics; các ứng dụng cụ thể trong cung ứng vật liệu xây dựng; thực trạng triển khai tại Việt Nam. Sau đó, tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đó và dữ liệu thực tế để đưa ra nhận định chung, đảm bảo tính hệ thống và logic cho bài nghiên cứu.

(iii) Phương pháp so sánh: Nhóm tác giả so sánh trước khi ứng dụng AI và sau khi ứng dụng AI trong hoạt động logistics; phân tích mức độ ứng dụng AI giữa các doanh nghiệp; kinh nghiệm quốc tế và thực tiễn tại Việt Nam nhằm đánh giá hiệu quả và mức độ phát triển của AI trong logistics xây dựng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Cơ sở lý luận về ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng

Xây dựng trên nền tảng của các lý thuyết về công nghệ thông minh, quản trị chuỗi cung ứng và tối ưu hóa hệ thống vận hành. Cụ thể:

Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence - AI) được hiểu là tập hợp các công nghệ cho phép máy móc mô phỏng các quá trình tư duy của con người như học tập (machine learning), suy luận và ra quyết định. Trong lĩnh vực logistics, AI đóng vai trò như một công cụ phân tích dữ liệu lớn (Big Data), giúp dự báo nhu cầu, tối ưu hóa lộ trình vận chuyển và tự động hóa các hoạt động kho bãi. Theo lý thuyết hệ

thống thông minh, AI giúp nâng cao khả năng thích ứng và ra quyết định trong môi trường có nhiều biến động - đặc trưng của chuỗi cung ứng vật liệu xây dựng.

Logistics trong ngành xây dựng là quá trình lập kế hoạch, tổ chức, thực hiện và kiểm soát dòng chảy của nguyên vật liệu (xi măng, thép, cát, đá...) từ nhà cung cấp đến công trường nhằm đảm bảo đúng tiến độ, đúng chất lượng và tối ưu chi phí. Khác với các ngành khác, logistics xây dựng mang tính chất phân tán, phụ thuộc nhiều vào vị trí địa lý và tiến độ thi công, do đó đòi hỏi mức độ phối hợp và dự báo cao. Theo lý thuyết quản trị chuỗi cung ứng (Supply Chain Management), hiệu quả logistics phụ thuộc vào khả năng đồng bộ thông tin, tối ưu tồn kho và giảm thiểu gián đoạn trong vận chuyển.

Việc ứng dụng AI trong logistics xây dựng được lý giải thông qua lý thuyết tối ưu hóa và ra quyết định. Các thuật toán AI như học máy (Machine Learning), học sâu (Deep Learning) và tối ưu hóa bầy đàn (Swarm Optimization) cho phép xử lý khối lượng lớn dữ liệu để đưa ra các quyết định tối ưu trong thời gian thực. Ví dụ, AI có thể dự báo nhu cầu vật liệu dựa trên dữ liệu lịch sử và tiến độ thi công, từ đó giảm tình trạng thiếu hụt hoặc dư thừa vật tư. Đồng thời, các thuật toán định tuyến giúp lựa chọn phương án vận chuyển tối ưu nhằm giảm chi phí và thời gian.

Lý thuyết chuyển đổi số (Digital Transformation) cũng là nền tảng quan trọng giải thích xu hướng ứng dụng AI trong logistics. Theo lý thuyết này, việc tích hợp công nghệ số như AI, Internet vạn vật (IoT) và hệ thống thông tin doanh nghiệp giúp nâng cao tính minh bạch, khả năng kết nối và hiệu quả vận hành của chuỗi cung ứng. Trong ngành xây dựng, AI thường được kết hợp với mô hình thông tin công trình (BIM) để tạo ra hệ sinh thái quản lý thông minh, hỗ trợ lập kế hoạch và kiểm soát logistics một cách toàn diện.

Tóm lại, cơ sở lý luận cho thấy AI là công cụ quan trọng giúp nâng cao hiệu quả logistics trong ngành xây dựng thông qua việc tối ưu hóa vận hành, cải thiện dự báo và tăng cường khả năng ra quyết định. Đây là nền tảng để phân tích thực trạng và đề xuất giải pháp ứng dụng AI trong logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam.

3.2. Thực trạng ứng dụng AI trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng ở Việt Nam

Trong bối cảnh chuyển đổi số và cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0, việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong hoạt động logistics tại Việt Nam đang từng bước được triển khai, đặc biệt trong các lĩnh vực có nhu cầu vận chuyển lớn như xây dựng. Tuy nhiên, mức độ ứng dụng còn chưa đồng đều, chủ yếu tập trung ở các doanh nghiệp lớn và các trung tâm logistics hiện đại.

a) Mức độ ứng dụng AI trong hoạt động logistics tại Việt Nam

Mức độ ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong hoạt động logistics tại Việt Nam đã có sự gia tăng rõ rệt, phản ánh xu hướng chuyển đổi

số mạnh mẽ trong nền kinh tế. Tuy nhiên, xét một cách tổng thể, việc ứng dụng AI vẫn đang ở giai đoạn đầu và chưa đồng đều giữa các doanh nghiệp cũng như các phân khúc logistics.

Về tỷ lệ doanh nghiệp ứng dụng AI, các nghiên cứu gần đây cho thấy khoảng 18 % doanh nghiệp Việt Nam đã triển khai AI, với tốc độ tăng trưởng lên tới 39 %/năm. Điều này cho thấy AI đang dần trở thành công cụ quan trọng trong hoạt động sản xuất – kinh doanh, trong đó có lĩnh vực logistics. Tuy nhiên, phần lớn doanh nghiệp mới chỉ dừng ở mức ứng dụng cơ bản, với khoảng 74 % doanh nghiệp sử dụng AI chủ yếu để tối ưu quy trình và nâng cao hiệu quả vận hành, thay vì phát triển các hệ thống AI nâng cao hoặc đổi mới sáng tạo.

Trong lĩnh vực logistics, mức độ ứng dụng AI có sự khác biệt giữa các nhóm doanh nghiệp. Các doanh nghiệp lớn và có vốn đầu tư nước ngoài như Viettel Post, VNPost hay Gemadept đã bắt đầu triển khai AI trong các hoạt động như: Quản lý kho thông minh; tối ưu hóa vận tải; dự báo nhu cầu; theo dõi đơn hàng theo thời gian thực. Trong khi đó, các doanh nghiệp nhỏ và vừa – chiếm đa số trong ngành logistics Việt Nam – vẫn chủ yếu sử dụng các công cụ truyền thống hoặc phần mềm quản lý đơn giản, chưa có khả năng tích hợp AI vào hệ thống vận hành.

Ứng dụng AI trong logistics Việt Nam có thể chia thành ba cấp độ chính:

Cấp độ 1 - Ứng dụng cơ bản: Doanh nghiệp sử dụng AI để tự động hóa một số tác vụ đơn giản như nhập liệu, quản lý đơn hàng, chatbot chăm sóc khách hàng. Đây là mức phổ biến nhất hiện nay.

Cấp độ 2 - Ứng dụng phân tích: AI được sử dụng để phân tích dữ liệu lớn (Big Data), dự báo nhu cầu vận tải, tối ưu tồn kho và lập kế hoạch vận chuyển. Một số doanh nghiệp logistics lớn đã đạt được cấp độ này.

Cấp độ 3 - Ứng dụng thông minh toàn diện: AI được tích hợp xuyên suốt chuỗi cung ứng, kết hợp với IoT, hệ thống quản lý vận tải (TMS) và mô hình dữ liệu thời gian thực. Tuy nhiên, cấp độ này vẫn còn rất hạn chế tại Việt Nam.

Ngoài ra, xét theo mức độ phổ biến công nghệ trong ngành logistics, một số số liệu cho thấy khoảng 61 % doanh nghiệp logistics đã áp dụng các công nghệ số (bao gồm AI, IoT, Big Data) ở các mức độ khác nhau; các ứng dụng AI chuyên sâu như logistics thông minh (Smart Logistics) chỉ chiếm khoảng 6,1 %, cho thấy mức độ triển khai còn rất thấp. Điều này phản ánh thực tế rằng mặc dù chuyển đổi số đang diễn ra mạnh mẽ, nhưng việc chuyển từ số hóa sang “trí tuệ hóa” (AI-driven) vẫn còn nhiều hạn chế. Việt Nam hiện xếp thứ 38 thế giới về mức độ ứng dụng AI, cho thấy đã có tiến bộ nhưng vẫn còn khoảng cách đáng kể so với các quốc gia phát triển. Điều này cũng phản ánh mức độ ứng dụng AI trong logistics chưa tương xứng với tiềm năng phát triển của ngành.

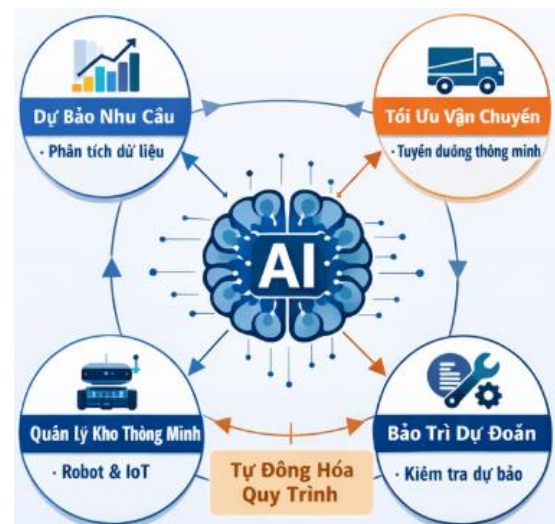
Một đặc điểm đáng chú ý khác là sự chênh lệch giữa “áp dụng” và “khai thác hiệu quả” AI. Nhiều doanh nghiệp đã bắt đầu thử nghiệm AI, nhưng chưa tích hợp sâu vào hoạt động logistics. AI thường được sử dụng ở mức hỗ trợ, chưa trở thành công cụ ra quyết định cốt lõi. Điều này dẫn đến hiệu quả ứng dụng chưa cao và chưa

tạo ra sự đột phá trong chuỗi cung ứng.

Tóm lại, mức độ ứng dụng AI trong hoạt động logistics tại Việt Nam có thể được đánh giá như sau: Đang tăng trưởng nhanh, đặc biệt trong bối cảnh chuyển đổi số, chủ yếu ở mức cơ bản và trung bình, chưa phổ biến ở mức nâng cao, tập trung ở doanh nghiệp lớn, trong khi doanh nghiệp nhỏ còn hạn chế, chưa đồng bộ và thiếu chiều sâu, đặc biệt trong logistics vật liệu xây dựng. Đây chính là cơ sở quan trọng để tiếp tục nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng và đề xuất giải pháp nhằm nâng cao mức độ ứng dụng AI trong logistics tại Việt Nam trong thời gian tới.

b) Ứng dụng AI trong cung ứng nguyên vật liệu xây dựng

Trong chuỗi cung ứng ngành xây dựng, hoạt động logistics đóng vai trò then chốt do đặc thù vật liệu có khối lượng lớn, giá trị cao và phụ thuộc chặt chẽ vào tiến độ thi công. Việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam đang dần hình thành và phát triển, tập trung vào các khâu cốt lõi như dự báo nhu cầu, vận tải, quản lý kho và giám sát chuỗi cung ứng. Mô hình AI trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng được thể hiện như hình sau:



Hình 1. Mô hình AI trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng.

(1) Ứng dụng AI trong dự báo nhu cầu vật liệu xây dựng: Dự báo nhu cầu là khâu quan trọng nhất trong logistics vật liệu xây dựng, bởi sai lệch trong dự báo có thể dẫn đến thiếu hụt hoặc dư thừa vật tư, gây gián đoạn tiến độ thi công và tăng chi phí. AI sử dụng các mô hình học máy (Machine Learning) để phân tích dữ liệu lịch sử, tiến độ dự án, điều kiện thời tiết và biến động thị trường nhằm dự báo chính xác nhu cầu vật liệu như xi măng, thép, cát, đá. Các hệ thống AI có khả năng học từ dữ liệu quá khứ và liên tục cập nhật dự báo theo thời gian thực, từ đó giúp doanh nghiệp chủ động trong kế hoạch cung ứng. Theo các nghiên cứu, AI có thể cải thiện đáng kể độ chính xác dự báo và hỗ trợ

ra quyết định trong quản lý chuỗi cung ứng. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các dự án xây dựng quy mô lớn tại Việt Nam, nơi nhu cầu vật liệu biến động mạnh theo từng giai đoạn thi công.

(2) Ứng dụng AI trong tối ưu hóa vận tải vật liệu: Vận chuyển vật liệu xây dựng chiếm tỷ trọng lớn trong chi phí logistics, đặc biệt đối với các vật liệu nặng như cát, đá và thép. AI được ứng dụng để tối ưu hóa hoạt động vận tải thông qua các chức năng: Lựa chọn tuyến đường tối ưu dựa trên dữ liệu giao thông thời gian thực; tối ưu hóa tải trọng phương tiện; lập kế hoạch vận chuyển đa điểm (multi-drop routing); giảm thời gian chờ và chi phí nhiên liệu. Các hệ thống AI có thể phân tích hàng nghìn phương án vận chuyển trong thời gian ngắn để đưa ra phương án tối ưu. Thực tế cho thấy việc ứng dụng công nghệ trong logistics có thể giúp giảm chi phí giao hàng khoảng 14 % và tăng hiệu suất vận chuyển. Trong lĩnh vực xây dựng, điều này giúp đảm bảo vật liệu được cung ứng đúng thời điểm (Just-in-time), hạn chế tồn kho tại công trường và giảm ùn tắc trong vận chuyển.

(3) Ứng dụng AI trong quản lý kho vật liệu xây dựng: Quản lý kho là một trong những khâu phức tạp trong logistics vật liệu xây dựng do đặc thù vật liệu đa dạng, cồng kềnh và dễ hao hụt. AI được ứng dụng kết hợp với công nghệ IoT và tự động hóa để xây dựng kho thông minh (Smart Warehouse) với các chức năng: Theo dõi tồn kho theo thời gian thực; tự động phân loại và sắp xếp vật liệu; tối ưu hóa không gian lưu trữ; dự báo mức tồn kho tối ưu. Các hệ thống như ASRS (Automated Storage and Retrieval System), robot kho và drone kiểm kê đang được triển khai tại một số trung tâm logistics hiện đại ở Việt Nam. Ví dụ, tại mô hình “siêu cảng logistics”, công nghệ AI giúp tối ưu không gian lưu trữ gấp nhiều lần và giảm đáng kể thời gian xử lý hàng hóa. Việc ứng dụng AI trong quản lý kho không chỉ giúp giảm chi phí lưu trữ mà còn hạn chế thất thoát vật liệu – một vấn đề phổ biến trong ngành xây dựng.



Hình 2. Chuỗi cung ứng nguyên vật liệu xây dựng.

(4) Ứng dụng AI trong giám sát và điều phối chuỗi cung ứng: AI đóng vai trò quan trọng trong việc giám sát toàn bộ chuỗi cung ứng vật liệu xây dựng từ nhà cung cấp đến công trường. Các hệ thống AI có thể: Theo dõi hành trình vận chuyển theo thời gian thực; phát hiện chậm trễ hoặc rủi ro trong chuỗi cung ứng; tự động điều phối nguồn lực khi có biến động; phân tích hiệu suất chuỗi cung ứng. Tại một số

trung tâm logistics thông minh ở Việt Nam, AI được sử dụng như “bộ não điều hành”, giúp kiểm soát toàn bộ quy trình từ nhập hàng, lưu kho đến phân phối. Trong ngành xây dựng, điều này giúp nâng cao khả năng phối hợp giữa các bên (nhà thầu, nhà cung cấp, đơn vị vận chuyển), từ đó giảm thiểu gián đoạn và nâng cao hiệu quả dự án. Thể hiện qua chuỗi cung ứng nguyên vật liệu xây dựng trên.

(5) Ứng dụng AI kết hợp BIM trong logistics xây dựng: Một xu hướng mới là tích hợp AI với mô hình thông tin công trình (BIM) để tạo ra hệ thống quản lý logistics thông minh. AI có thể khai thác dữ liệu từ BIM để: Lập kế hoạch cung ứng vật liệu theo tiến độ thi công; dự báo nhu cầu vật liệu theo từng hạng mục; phát hiện xung đột trong kế hoạch cung ứng; tối ưu hóa lịch trình vận chuyển. Theo các nghiên cứu, AI có khả năng phát hiện sai sót và hỗ trợ quản lý tiến độ, chi phí trong xây dựng. Việc kết hợp AI và BIM giúp nâng cao tính đồng bộ và minh bạch trong logistics xây dựng.

(6) Ứng dụng AI trong phân tích rủi ro và ra quyết định: Trong chuỗi cung ứng vật liệu xây dựng, rủi ro có thể phát sinh từ nhiều yếu tố như biến động giá vật liệu, gián đoạn vận chuyển hoặc thay đổi tiến độ dự án. AI được sử dụng để: Phân tích dữ liệu và dự báo rủi ro; đưa ra cảnh báo sớm; hỗ trợ ra quyết định trong điều kiện không chắc chắn. AI giúp doanh nghiệp nâng cao khả năng thích ứng và giảm thiểu tác động tiêu cực của rủi ro trong chuỗi cung ứng.

Như vậy, ứng dụng AI trong cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam có những đặc điểm chính: (i) Tập trung vào các khâu trọng yếu: dự báo, vận tải, kho bãi và giám sát; (ii) Chủ yếu được triển khai tại các doanh nghiệp lớn và trung tâm logistics hiện đại; (iii) Đang chuyển từ giai đoạn thử nghiệm sang ứng dụng thực tế; (iv) Có tiềm năng lớn trong việc giảm chi phí và nâng cao hiệu quả.

Tuy nhiên, mức độ ứng dụng vẫn còn hạn chế và chưa phổ biến rộng rãi trong toàn ngành. Điều này đặt ra yêu cầu cần tiếp tục nghiên cứu và thúc đẩy triển khai AI trong logistics xây dựng nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững của ngành xây dựng tại Việt Nam.

c) Ứng dụng AI trong logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng: các trường hợp cụ thể tại Việt Nam

Nghiên cứu được thực hiện theo hướng kết hợp định tính và định lượng, trong đó phương pháp định lượng đóng vai trò chủ đạo nhằm đo lường mức độ tác động của trí tuệ nhân tạo (AI) đến hiệu quả logistics trong cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam. Thông qua việc xây dựng mô hình nghiên cứu; xác định các biến quan sát; hiệu chỉnh bảng câu hỏi khảo sát; tiếp đó triển khai thông qua khảo sát thực tế các doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực xây dựng và logistics tại Hà Nội và một số tỉnh công nghiệp lân cận như Bắc Ninh, Hải Phòng. Dữ liệu thu thập được xử lý bằng các phần mềm thống kê như SPSS và AMOS để thực hiện phân tích hồi quy và mô hình cấu trúc SEM.

Thiết kế mẫu nghiên cứu là bước quan trọng nhằm đảm bảo tính đại diện và độ tin cậy của dữ liệu thu thập, từ đó nâng cao giá trị khoa học của kết quả phân tích. Trong nghiên cứu này, mẫu được xây

được dựa trên đặc thù của ngành logistics và xây dựng tại Việt Nam, tập trung chủ yếu tại Hà Nội và các khu vực kinh tế trọng điểm phía Bắc. Nghiên cứu sử dụng phương pháp chọn mẫu phi xác suất, kết hợp giữa: Chọn mẫu thuận tiện (Convenience sampling): tiếp cận các doanh nghiệp dễ tiếp cận. Chọn mẫu có chủ đích (Purposive sampling): lựa chọn các đối tượng có kinh nghiệm trong logistics và cung ứng vật liệu. Cách tiếp cận này phù hợp với nghiên cứu thực nghiệm trong bối cảnh khó tiếp cận toàn bộ tổng thể doanh nghiệp, do đó cần đảm bảo người trả lời có chuyên môn và hiểu biết về AI.

Kích thước mẫu được xác định dựa trên yêu cầu của các phương pháp phân tích định lượng, đặc biệt là hồi quy và mô hình SEM. Với 120 doanh nghiệp và ≥ 5 lần số biến quan sát thì cỡ mẫu 120 được đánh giá là đủ lớn và phù hợp để đảm bảo độ tin cậy thống kê.

Mẫu nghiên cứu tập trung vào các chủ thể chính trong chuỗi logistics cung ứng vật liệu xây dựng: Nhà thầu xây dựng; Doanh nghiệp logistics; Nhà cung cấp vật liệu xây dựng. Người trả lời bảng hỏi là: Quản lý logistics; Kỹ sư dự án; Cán bộ phụ trách cung ứng. Đây là những người trực tiếp tham gia vào quá trình ra quyết định và vận hành logistics, do đó có khả năng cung cấp thông tin chính xác và có giá trị.

Thiết kế bảng hỏi và thang đo: Bảng hỏi được xây dựng dựa trên thang đo Likert 5 mức độ (1 – hoàn toàn không đồng ý đến 5 – hoàn toàn đồng ý). Các biến quan sát được kế thừa và điều chỉnh từ các nghiên cứu trước, phù hợp với điều kiện thực tiễn tại Việt Nam. Các biến nghiên cứu chính được thể hiện ở bảng sau:

Bảng 1. Các nhân tố nghiên cứu.

Nhân tố	Ký hiệu	Nội dung
AI dự báo nhu cầu	X_1	Khả năng dự đoán nhu cầu vật liệu
AI tối ưu vận tải	X_2	Tối ưu tuyến đường, chi phí vận chuyển
AI quản lý kho	X_3	Kiểm soát tồn kho, giảm thất thoát
Tích hợp dữ liệu AI	X_4	Kết nối hệ thống thông tin
Hiệu quả logistics	Y	Chi phí, thời gian, độ chính xác

Mô hình hồi quy

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

Bảng 2. Kết quả phân tích hồi quy.

Biến	Hệ số β	Sig.	VIF
X1	0.35	0.000	1.8
X2	0.30	0.001	1.7
X3	0.24	0.002	1.5
X4	0.19	0.008	1.6

Từ bảng 2 cho thấy mô hình nghiên cứu có mức độ phù hợp cao với $R^2 = 0.73$, nghĩa là các biến độc lập (ứng dụng AI) giải thích

được khoảng 73 % sự biến thiên của hiệu quả logistics trong cung ứng nguyên vật liệu xây dựng. Đây là mức giải thích khá cao, cho thấy mô hình có giá trị thực tiễn và ý nghĩa thống kê tốt.

Xét về mức độ ảnh hưởng của từng biến, AI trong dự báo nhu cầu (X_1) có hệ số $\beta = 0.35$ và giá trị Sig. < 0.001 , cho thấy đây là nhân tố có tác động mạnh nhất đến hiệu quả logistics. Điều này phản ánh đúng thực tế tại các doanh nghiệp xây dựng ở Hà Nội, nơi nhu cầu vật liệu phụ thuộc chặt chẽ vào tiến độ thi công, do đó việc dự báo chính xác giúp giảm thiểu hụt hoặc dư thừa vật tư. AI tối ưu vận tải (X_2) có hệ số $\beta = 0.30$ (Sig. < 0.01), cho thấy vai trò quan trọng trong việc giảm chi phí vận chuyển và tối ưu hóa tuyến đường giao hàng. Đây là yếu tố đặc biệt quan trọng trong bối cảnh chi phí logistics tại Việt Nam còn ở mức cao. AI trong quản lý kho (X_3) với $\beta = 0.24$ (Sig. < 0.01) cũng có ảnh hưởng đáng kể, giúp doanh nghiệp kiểm soát tồn kho hiệu quả hơn, hạn chế thất thoát và giảm chi phí lưu kho. Trong khi đó, tích hợp dữ liệu AI (X_4) có hệ số $\beta = 0.19$ (Sig. < 0.05), tuy có tác động thấp hơn nhưng vẫn có ý nghĩa thống kê, đóng vai trò nền tảng trong việc kết nối thông tin giữa các khâu trong chuỗi cung ứng.

Kết quả hồi quy khẳng định rằng việc ứng dụng AI có tác động tích cực đến hiệu quả logistics, trong đó dự báo nhu cầu và tối ưu vận tải là hai yếu tố then chốt, cần được ưu tiên đầu tư trong thực tiễn doanh nghiệp xây dựng tại Việt Nam.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã phân tích một cách toàn diện thực trạng và mức độ ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong hoạt động logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam, với trọng tâm khảo sát tại Hà Nội và các khu vực kinh tế trọng điểm phía Bắc. Trên cơ sở kết hợp giữa phân tích định tính và định lượng (hồi quy và mô hình SEM), nghiên cứu đã đạt được các kết luận chính như sau:

(1) Việc ứng dụng AI trong logistics ngành xây dựng tại Việt Nam đang trong giai đoạn phát triển, với mức độ triển khai chưa đồng đều giữa các doanh nghiệp. Phần lớn doanh nghiệp mới áp dụng AI ở mức cơ bản như dự báo nhu cầu, tối ưu vận tải và quản lý kho, trong khi các ứng dụng nâng cao như tích hợp dữ liệu và tự động hóa toàn diện còn hạn chế.

(2) Kết quả phân tích định lượng cho thấy các yếu tố ứng dụng AI đều có tác động tích cực và có ý nghĩa thống kê đến hiệu quả logistics. Trong đó, AI trong dự báo nhu cầu và AI tối ưu vận tải là hai nhân tố có ảnh hưởng mạnh nhất, giúp doanh nghiệp giảm chi phí, nâng cao độ chính xác trong cung ứng và cải thiện tiến độ dự án. Các yếu tố như quản lý kho bằng AI và tích hợp dữ liệu cũng đóng vai trò quan trọng nhưng mang tính hỗ trợ và nền tảng.

(3) Mô hình nghiên cứu có độ phù hợp cao (R^2 đạt trên 70 %, các chỉ số SEM đạt chuẩn), chứng minh rằng việc ứng dụng AI là một giải pháp hiệu quả để nâng cao hiệu quả logistics trong cung ứng nguyên vật liệu xây dựng. Điều này đặc biệt có ý nghĩa trong bối cảnh ngành xây dựng tại Việt Nam đang chuyển đổi theo hướng số hóa và

thông minh hóa.

(4) Nghiên cứu chỉ ra rằng các doanh nghiệp cần ưu tiên đầu tư vào các ứng dụng AI có tác động trực tiếp như dự báo nhu cầu và tối ưu vận tải, đồng thời xây dựng hệ thống dữ liệu đồng bộ để hỗ trợ triển khai AI hiệu quả. Bên cạnh đó, việc kết hợp AI với các công nghệ như BIM và IoT sẽ tạo ra giá trị gia tăng lớn trong quản lý chuỗi cung ứng. Nghiên cứu đã khẳng định vai trò quan trọng của AI trong việc nâng cao hiệu quả logistics cung ứng nguyên vật liệu xây dựng tại Việt Nam, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn cho các doanh nghiệp và nhà hoạch định chính sách trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Công Thương (2024), Báo cáo Logistics Việt Nam 2024: Khu thương mại tự do.
- [2]. Hiệp hội Doanh nghiệp Logistics Việt Nam (2024), Báo cáo thường niên ngành logistics Việt Nam.
- [3]. Lê Hoàng Nam (2024), Chuyển đổi số trong logistics Việt Nam dưới tác động của công nghệ AI, Tạp chí Công Thương.
- [4]. Bùi Cẩm Vân (2025), Logistics thông minh: Bước chuyển nâng cao năng lực cạnh tranh của Việt Nam trong chuỗi cung ứng toàn cầu, Tạp chí Kinh tế - Tài chính.
- [5]. Nguyễn Thị Vi (2023), Phát triển ngành dịch vụ logistics Việt Nam trong bối cảnh hiện nay, Tạp chí Kinh tế và Dự báo.
- [6]. Đặng Đình Đào & Đặng Thế Hùng (2023), Nâng cao vai trò của ngành logistics Việt Nam trong bối cảnh mới, Tạp chí Logistics Việt Nam.
- [7]. Phạm Quang Huy, Nguyễn Đức Long (2025), Ứng dụng AI trong quản lý vận tải và kho bãi tại doanh nghiệp Việt Nam. Tạp chí Giao thông Vận tải.
- [8]. Trần Minh Tuấn (2023), Ứng dụng công nghệ số trong ngành xây dựng Việt Nam, Tạp chí Xây dựng.
- [9]. Đỗ Thị Hồng Nhung (2024), Nghiên cứu ứng dụng AI trong quản lý vật liệu xây dựng tại các dự án xây dựng, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng.
- [10]. Lê Thùy Linh (2022), Xu hướng ứng dụng công nghệ trong logistics và thực trạng tại Việt Nam, Tạp chí Tài chính.
- [11]. Chen, W., Men, Y., Fuster, N., Osorio, C., & Juan, A.A. (2024), Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria. *Sustainability*, 16(21), 9145.
- [12]. Boute, R. N., & Udenio, M. (2023), AI in Logistics and Supply Chain Management. In *Global Logistics and Supply Chain Strategies for the 2020s*. Springer.
- [13]. Zhang, Y., et al. (2024), Artificial intelligence for production, operations and logistics management in modular construction industry: A systematic review. *Information Fusion*, 109, 102423.
- [14]. Khazzar, A., Sekaki, Y., Lachhab, Y., & El-marzouki, S. (2025), Artificial Intelligence in Port Logistics: A Bibliometric Analysis. *arXiv preprint*.
- [15]. Liang, C.J., et al. (2023), Ethics of Artificial Intelligence and Robotics in the AEC Industry. *Automation in Construction*.