

Kiểm định thang đo các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long

Đỗ Thị Mỹ Dung^{1*}, Đỗ Trọng Nghĩa¹, Trần Thị Mỹ Hạnh¹

¹ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây

TỪ KHOÁ

Cronbach's Alpha
Nhân tố khám phá
Thang đo
Mặt bằng thi công
Kiểm định Bartlett
Xây dựng dân dụng

TÓM TẮT

Bố trí tổng mặt bằng thi công là một nội dung có tính tổng hợp trong quản lý công trường, chịu ảnh hưởng đồng thời bởi điều kiện tự nhiên, đặc điểm công trình, công nghệ thi công, tổ chức sản xuất, bối cảnh kinh tế – xã hội và các yêu cầu pháp lý. Đối với khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, các đặc điểm như nền đất yếu, địa hình thấp trũng, mực nước ngầm cao, mùa mưa kéo dài và nguy cơ ngập úng làm cho việc đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công cần được tiếp cận bằng công cụ định lượng có độ tin cậy. Nghiên cứu này nhằm xây dựng và kiểm định thang đo các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long. Bộ thang đo ban đầu gồm 6 nhóm yếu tố và 28 biến quan sát, được hình thành từ tổng quan tài liệu, khảo sát thực tế và ý kiến chuyên gia. Dữ liệu từ 182 phiếu khảo sát hợp lệ được phân tích bằng thống kê mô tả, kiểm định Cronbach's Alpha và phân tích nhân tố khám phá. Kết quả cho thấy các nhóm thang đo đều đạt độ tin cậy với hệ số Cronbach's Alpha từ 0,779 đến 0,902; hệ số KMO đạt 0,768; kiểm định Bartlett có Sig. = 0,000; sáu nhân tố được rút trích với tổng phương sai giải thích đạt 65,907%. Kết quả nghiên cứu xác nhận cấu trúc thang đo gồm 6 nhóm yếu tố và cung cấp cơ sở định lượng cho việc đánh giá, quản lý và phát triển các mô hình nghiên cứu tiếp theo về bố trí tổng mặt bằng thi công trong điều kiện đặc thù của vùng.

KEYWORDS

Cronbach's Alpha
Exploratory factor
Measurement scale
Construction site
Bartlett's test
Civil building

ABSTRACT

Construction site layout planning is an integrated task in site management and is simultaneously affected by natural conditions, project characteristics, construction technologies, production organization, socio-economic context and legal requirements. In the Mekong Delta, soft soil, low-lying terrain, high groundwater level, prolonged rainy season and flooding risks require a reliable quantitative approach to evaluate the factors affecting construction site layout planning. This study aims to develop and validate a measurement scale of factors affecting construction site layout planning for civil building projects in the Mekong Delta. The initial scale consists of 6 factor groups and 28 observed variables, developed from literature review, field investigation and expert opinions. Data from 182 valid questionnaire responses were analyzed using descriptive statistics, Cronbach's Alpha reliability test and exploratory factor analysis. The results indicate that all factor groups achieve acceptable reliability, with Cronbach's Alpha values ranging from 0.779 to 0.902. The Kaiser-Meyer-Olkin value reaches 0.768, Bartlett's test is significant at 0.000, and six factors are extracted with a total explained variance of 65.907%. The study confirms the six-factor structure of the proposed measurement scale and provides a quantitative basis for evaluating, managing and developing further research models on construction site layout planning under the specific conditions of the Mekong Delta.

1. Giới thiệu

Bố trí tổng mặt bằng thi công là một nội dung quan trọng trong quản lý công trường, liên quan đến việc xác định vị trí, quy mô và mối quan hệ không gian giữa các công trình tạm, kho bãi vật liệu, bãi gia công, thiết bị thi công, tuyến vận chuyển, lối đi bộ, khu vực an toàn và các hạ tầng kỹ thuật tạm phục vụ thi công. Khác với mặt bằng công trình hoàn thiện, tổng mặt bằng thi công có tính tạm thời, biến

đổi theo tiến độ và chịu tác động bởi nhiều điều kiện ràng buộc của hiện trường. Zouein và Tommelein [1] đã chỉ ra rằng việc sử dụng không gian công trường thay đổi theo thời gian, do đó bố trí mặt bằng cần được xem xét trong mối quan hệ với lịch thi công và sự dịch chuyển của các nguồn lực. Quan điểm này đặt nền tảng cho hướng nghiên cứu bố trí mặt bằng động, thay vì xem tổng mặt bằng thi công là một bản vẽ cố định trong suốt vòng đời thi công.

Các nghiên cứu tiếp theo cho thấy tổng mặt bằng thi công có

*Liên hệ tác giả: dothimydung@mtu.edu.vn

Nhận ngày 16/06/2026, sửa xong ngày 29/06/2026, chấp nhận đăng ngày 30/06/2026

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2026.1408>

ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn, chi phí, năng suất và hiệu quả vận hành công trường. Elbeltagi và cộng sự [2] phát triển mô hình bố trí động các công trình tạm có xét đến yếu tố an toàn, qua đó cho thấy sự thay đổi vị trí kho bãi, thiết bị và đường di chuyển có thể làm giảm rủi ro trong quá trình thi công. El-Rayes và Khalafallah [3] tiếp cận bài toán bố trí tổng mặt bằng theo hướng đánh đổi giữa an toàn và chi phí, trong đó mục tiêu tối đa hóa an toàn cần được cân nhắc đồng thời với mục tiêu giảm chi phí di chuyển nội bộ. Sadeghpour và cộng sự [4] đề xuất mô hình hỗ trợ bố trí mặt bằng trong môi trường CAD, nhấn mạnh vai trò của công cụ máy tính trong việc xử lý các quan hệ không gian phức tạp. Sanad và cộng sự [5] tiếp tục mở rộng bài toán bằng cách xét đồng thời an toàn, môi trường và khoảng cách thực tế giữa các khu vực chức năng trên công trường. Những nghiên cứu này cho thấy bố trí tổng mặt bằng thi công không đơn thuần là vấn đề sắp xếp hình học, mà là bài toán ra quyết định đa tiêu chí trong điều kiện có nhiều ràng buộc.

Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, các mô hình bố trí tổng mặt bằng thi công ngày càng được mở rộng theo hướng động, không gian – thời gian và tích hợp dữ liệu số. Sebt và cộng sự [6] phân tích khả năng ứng dụng GIS trong bố trí các công trình tạm, qua đó cho thấy dữ liệu không gian có thể hỗ trợ đánh giá vị trí, khoảng cách và quan hệ giữa các đối tượng trên công trường. El-Rayes và Said [7] sử dụng lập trình động xấp xỉ để giải quyết bài toán bố trí mặt bằng động, cho phép xem xét sự thay đổi của nhu cầu không gian theo tiến độ. Ning và cộng sự [8] ứng dụng thuật toán max-min ant system cho bài toán bố trí mặt bằng động, thể hiện xu hướng sử dụng thuật toán tối ưu trong giải quyết các bài toán có nhiều phương án sắp xếp khác nhau. Andayesh và Sadeghpour [9] đề xuất phương pháp tối thiểu hóa tổng năng lượng tiềm năng để xử lý bài toán bố trí mặt bằng động, trong khi Sadeghpour và Andayesh [10] tổng quan các cấu phần của mô hình hóa bố trí mặt bằng và nhấn mạnh rằng các nghiên cứu trước đây thường khác nhau về cách biểu diễn không gian, thời gian, đối tượng và tiêu chí tối ưu.

Các tổng quan gần đây tiếp tục khẳng định sự phát triển mạnh của hướng nghiên cứu tối ưu hóa trong bố trí tổng mặt bằng thi công. Xu và cộng sự [11] tổng hợp các thuật toán tối ưu cho bài toán construction site layout planning và cho thấy phần lớn nghiên cứu tập trung vào lựa chọn thuật toán, hàm mục tiêu, cách biểu diễn lời giải và khả năng tìm kiếm phương án tối ưu. Salah và cộng sự [12] sử dụng phân tích mạng xã hội để nhận diện cấu trúc tri thức của lĩnh vực bố trí mặt bằng thi công, qua đó cho thấy các chủ đề nổi bật gồm tối ưu hóa, an toàn, chi phí vận chuyển, vị trí công trình tạm, BIM và mô phỏng. Wang và cộng sự [13] đề xuất mô hình tích hợp BIM, systematic layout planning và thuật toán di truyền cho bố trí mặt bằng công trình lắp ghép theo hướng kinh tế tuần hoàn. Nhìn chung, các nghiên cứu quốc tế đã cung cấp nhiều công cụ tối ưu hóa có giá trị, nhưng đa số bắt đầu từ các tiêu chí đầu vào đã được giả định trước. Điều này tạo ra một vấn đề quan trọng: trước khi tối ưu hóa, cần xác định bộ yếu tố ảnh hưởng nào phù hợp với bối cảnh công trình và điều kiện địa phương cụ thể.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về công nghệ số, quản lý xây dựng và điều kiện vùng đã bước đầu tạo cơ sở cho việc mở rộng nghiên cứu bố trí tổng mặt bằng thi công. Long và Phúc [14] khi nghiên cứu mua sắm bền vững trong các dự án xây dựng tại Đồng bằng sông Cửu Long đã cho thấy các quyết định quản lý trong dự án xây dựng vùng này chịu tác động bởi nhiều nhóm yếu tố liên quan đến điều kiện địa phương, năng lực tổ chức và yêu cầu phát triển bền vững. Hoàng và cộng sự [15] đề xuất ứng dụng mô hình thông tin công trình trong công tác bóc tách khối lượng cho các công trình xây dựng tại Việt Nam, qua đó cho thấy tiềm năng của BIM trong quản lý dữ liệu xây dựng và hỗ trợ các hoạt động kỹ thuật. Các nghiên cứu trong nước này gợi mở rằng việc quản lý công trường tại Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh Đồng bằng sông Cửu Long, cần được xem xét dưới góc độ dữ liệu, điều kiện thực tiễn và khả năng ứng dụng công nghệ.

Từ các nghiên cứu đã công bố có thể rút ra một số nhận xét. Thứ nhất, các nghiên cứu quốc tế về bố trí tổng mặt bằng thi công đã phát triển sâu theo hướng tối ưu hóa, mô phỏng, thuật toán, GIS, BIM và bố trí động. Đây là nền tảng quan trọng cho việc xây dựng các mô hình hỗ trợ ra quyết định. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu này thường giả định trước các tiêu chí đánh giá hoặc tập trung vào bài toán tối ưu hóa vị trí công trình tạm, trong khi chưa đi sâu kiểm định cấu trúc thang đo các yếu tố ảnh hưởng trong một bối cảnh địa phương cụ thể. Thứ hai, các nghiên cứu trong nước đã đề cập đến BIM, quản lý dữ liệu xây dựng, mua sắm bền vững và các vấn đề quản lý dự án tại Đồng bằng sông Cửu Long, nhưng chưa có nhiều nghiên cứu xây dựng và kiểm định một bộ thang đo định lượng chuyên biệt cho bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng. Thứ ba, Đồng bằng sông Cửu Long có điều kiện thi công đặc thù như địa hình thấp trũng, nền đất yếu, mực nước ngầm cao, mùa mưa kéo dài, triều cường, ngập úng, mạng lưới sông rạch dày đặc và nhiều công trình dân dụng nằm trong khu dân cư hoặc trên mặt bằng hạn chế. Những điều kiện này có thể làm thay đổi mức độ ảnh hưởng của các yếu tố so với các bối cảnh nghiên cứu khác.

Khoảng trống nghiên cứu đặt ra là cần xây dựng và kiểm định một thang đo định lượng phản ánh các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng trong điều kiện Đồng bằng sông Cửu Long. Thang đo này cần bao quát đồng thời các nhóm yếu tố về điều kiện tự nhiên, quy mô và tính chất công trình, kỹ thuật – công nghệ – vật liệu – thiết bị, tổ chức thi công, kinh tế – xã hội, văn bản pháp lý và yêu cầu quản lý thi công. Việc kiểm định bằng Cronbach's Alpha và phân tích nhân tố khám phá sẽ giúp đánh giá độ tin cậy, khả năng hội tụ của các biến quan sát và cấu trúc nhân tố tiềm ẩn, từ đó tạo cơ sở định lượng cho các nghiên cứu tiếp theo về mô hình hóa, xếp hạng, dự báo hoặc tối ưu hóa bố trí tổng mặt bằng thi công.

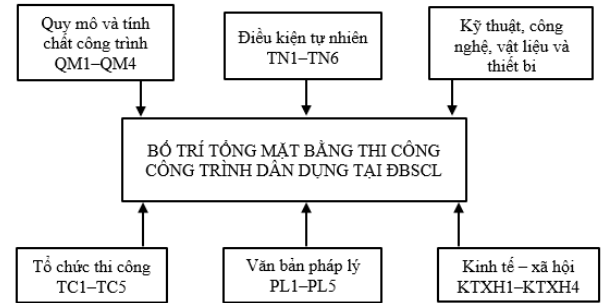
Trên cơ sở đó, nghiên cứu này nhằm kiểm định thang đo các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu khảo sát từ các cá nhân có kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng dân dụng tại khu vực nghiên cứu; kiểm định độ tin cậy thang đo bằng

Cronbach's Alpha; đánh giá điều kiện phân tích nhân tố thông qua KMO và Bartlett; rút trích cấu trúc nhân tố bằng phân tích nhân tố khám phá; đồng thời xác định mức độ ảnh hưởng của từng nhóm yếu tố. Đóng góp của nghiên cứu là cung cấp một bộ thang đo đã được kiểm định định lượng, làm cơ sở cho việc đánh giá, quản lý và phát triển các mô hình hỗ trợ ra quyết định về bố trí tổng mặt bằng thi công phù hợp với điều kiện đặc thù của Đồng bằng sông Cửu Long.

2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết và phát triển thang đo

Bố trí tổng mặt bằng thi công là quá trình sắp xếp các khu vực chức năng tạm thời trên công trường như công trình tạm, kho vật liệu, bãi gia công, tuyến vận chuyển, vị trí thiết bị, hệ thống kỹ thuật tạm, khu vực an toàn và không gian phục vụ người lao động. Đây là bài toán có tính không gian – thời gian, vì nhu cầu sử dụng mặt bằng thay đổi theo tiến độ, biện pháp thi công và mức độ huy động nguồn lực [1, 7, 8]. Trên cơ sở tổng quan tài liệu, khảo sát thực tế và ý kiến chuyên gia, nghiên cứu đề xuất mô hình thang đo gồm 6 nhóm yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long, như trình bày ở Hình 1.



Hình 1. Mô hình thang đo các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công.

Cơ sở hình thành các nhóm yếu tố được trình bày ở Bảng 1. Các nhóm này được kế thừa từ các nghiên cứu về bố trí mặt bằng thi công, logistics công trường, an toàn, bố trí động và công nghệ số, đồng thời được điều chỉnh theo đặc điểm thi công dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long như nền đất yếu, địa hình thấp trũng, mực nước ngầm cao, mùa mưa kéo dài, triều cường, mặt bằng hạn chế và yêu cầu hạn chế ảnh hưởng đến khu dân cư xung quanh.

Bảng 1. Cơ sở hình thành các nhóm yếu tố trong thang đo.

Nhóm yếu tố	Ký hiệu	Ý nghĩa đối với bố trí tổng mặt bằng thi công
Điều kiện tự nhiên	TN	Ảnh hưởng đến cao độ bố trí, thoát nước tạm, đường công vụ, kho bãi và vị trí thiết bị nặng
Quy mô và tính chất công trình	QM	Quy định nhu cầu không gian, công trình tạm, kho bãi, thiết bị và mức độ phức tạp bố trí
Kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị	KT	Ảnh hưởng đến bãi gia công, bãi tập kết, vùng hoạt động thiết bị và tuyến vận chuyển
Tổ chức thi công	TC	Quyết định hiệu quả vận hành mặt bằng theo trình tự và tiến độ thi công
Kinh tế – xã hội	KTXH	Ảnh hưởng đến tính khả thi, chi phí, nguồn cung, lao động và mức độ tác động cộng đồng
Văn bản pháp lý	PL	Tạo ràng buộc về an toàn, phòng cháy chữa cháy, môi trường, quy hoạch và quản lý thi công

Từ 6 nhóm yếu tố ở Bảng 1, nghiên cứu phát triển bộ thang đo gồm 28 biến quan sát, được mã hóa theo từng nhóm để phục vụ khảo sát và xử lý dữ liệu định lượng. Nội dung các biến quan sát được trình bày ở Bảng 2. Mỗi biến được đánh giá bằng thang đo Likert 5 mức, trong đó mức 1 thể hiện ảnh hưởng rất thấp và mức 5 thể hiện ảnh hưởng rất cao.

Bảng 2. Thang đo đề xuất và mã hóa các biến quan sát.

Nhóm	Mã hóa	Biến quan sát
TN	TN1	Cao độ tự nhiên của khu đất xây dựng
TN	TN2	Nền đất yếu
TN	TN3	Độ dốc nhỏ và khả năng thoát nước mặt kém
TN	TN4	Mực nước ngầm cao
TN	TN5	Lũ, triều cường và xâm nhập mặn
TN	TN6	Mùa mưa kéo dài

Nhóm	Mã hóa	Biến quan sát
QM	QM1	Quy mô công trình
QM	QM2	Loại và chức năng công trình
QM	QM3	Vị trí xây dựng công trình
QM	QM4	Mức độ phức tạp về kiến trúc và kết cấu
KT	KT1	Giải pháp kết cấu và biện pháp thi công
KT	KT2	Loại thiết bị thi công
KT	KT3	Chủng loại và khối lượng vật liệu
KT	KT4	Mức độ cơ giới hóa, tự động hóa
TC	TC1	Trình tự và tiến độ thi công
TC	TC2	Tổ chức nhân lực trên công trường
TC	TC3	Tuyến vận chuyển và phân luồng giao thông nội bộ
TC	TC4	Công trình tạm, kho bãi, bãi gia công và khu tập kết

Nhóm	Mã hóa	Biến quan sát
TC	TC5	Yêu cầu an toàn lao động và vệ sinh môi trường
KTXH	KTXH1	Năng lực tài chính của nhà thầu
KTXH	KTXH2	Giá nhân công, vật liệu và thiết bị tại địa phương
KTXH	KTXH3	Dân cư xung quanh công trình
KTXH	KTXH4	Tập quán lao động địa phương
PL	PL1	Quy định về an toàn lao động
PL	PL2	Quy định về phòng cháy chữa cháy
PL	PL3	Quy định về môi trường và quản lý chất thải
PL	PL4	Quy định về quản lý chất lượng và thi công xây dựng
PL	PL5	Quy hoạch, chỉ giới xây dựng và quy định địa phương

Mô hình ở Hình 1 và thang đo ở Bảng 2 là cơ sở để kiểm định độ tin cậy và cấu trúc nhân tố ở các bước tiếp theo. Các biến quan sát thuộc cùng một nhóm yếu tố được kỳ vọng có tương quan với nhau và cùng phản ánh một nhân tố tiềm ẩn. Do đó, nghiên cứu sử dụng Cronbach's Alpha để kiểm định độ tin cậy thang đo và phân tích nhân tố khám phá để đánh giá khả năng hội tụ của 28 biến quan sát thành 6 nhóm yếu tố đề xuất.

2.2. Thiết kế nghiên cứu và thu thập dữ liệu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp định lượng nhằm kiểm định thang đo các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long. Quy trình nghiên cứu gồm bốn bước chính: tổng quan tài liệu và hình thành thang đo sơ bộ; tham khảo ý kiến chuyên gia để hiệu chỉnh biến quan sát; khảo sát bằng bảng hỏi; và xử lý dữ liệu bằng các phương pháp thống kê.

Bảng hỏi khảo sát được thiết kế trên cơ sở 28 biến quan sát đã trình bày ở Bảng 2. Mỗi biến được đánh giá bằng thang đo Likert 5

mức, trong đó 1 là ảnh hưởng rất thấp và 5 là ảnh hưởng rất cao. Đối tượng khảo sát là các cá nhân có kinh nghiệm tham gia quản lý, tư vấn, giám sát hoặc thi công công trình dân dụng tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long.

Sau quá trình thu thập và kiểm tra dữ liệu, nghiên cứu thu được 182 phiếu khảo sát hợp lệ. Đặc điểm mẫu khảo sát được trình bày ở Bảng 3. Mẫu khảo sát có sự tham gia của cán bộ kỹ thuật, chỉ huy trưởng công trình, giám sát, đại diện nhà thầu, tư vấn và chủ đầu tư, qua đó phản ánh được nhiều góc nhìn trong quá trình lập và vận hành tổng mặt bằng thi công.

Bảng 3. Đặc điểm mẫu khảo sát.

Nội dung	Nhóm phân loại	Số lượng	Tỷ lệ (%)
Vị trí công tác	Cán bộ kỹ thuật	143	78,6
	Chỉ huy trưởng công trình	27	14,8
	Giám sát	12	6,6
Vai trò đơn vị	Đơn vị thi công	89	48,9
	Đơn vị tư vấn	58	31,9
	Chủ đầu tư	35	19,2
Kinh nghiệm làm việc	Dưới 5 năm	55	30,2
	5–7 năm	85	46,7
	7–10 năm	20	11,0
	Trên 10 năm	22	12,1

2.3. Phương pháp xử lý và phân tích dữ liệu

Dữ liệu khảo sát được mã hóa theo các nhóm biến TN, QM, KT, TC, KTXH và PL. Các bước phân tích gồm thống kê mô tả, kiểm định độ tin cậy thang đo bằng Cronbach's Alpha [16], kiểm định KMO [17] và Bartlett [18], phân tích nhân tố khám phá theo các khuyến nghị về phát triển thang đo, và tính giá trị trung bình của từng nhóm yếu tố. Các tiêu chí phân tích được tóm tắt ở Bảng 4.

Bảng 4. Tiêu chí xử lý và phân tích dữ liệu.

Nội dung phân tích	Tiêu chí sử dụng	Mục đích
Thống kê mô tả	Tần suất, tỷ lệ, giá trị trung bình	Mô tả mẫu khảo sát và mức độ ảnh hưởng của các nhóm yếu tố
Độ tin cậy thang đo	Cronbach's Alpha $\geq 0,7$; tương quan biến – tổng $\geq 0,3$	Kiểm tra sự nhất quán nội tại của các biến quan sát
Điều kiện phân tích nhân tố	KMO $> 0,5$; Bartlett có Sig. $< 0,05$	Đánh giá mức độ phù hợp của dữ liệu để phân tích nhân tố
Rút trích nhân tố	Eigenvalue > 1 ; tổng phương sai trích $> 50 \%$	Xác định số nhân tố đại diện cho bộ thang đo
Đánh giá mức độ ảnh hưởng	Giá trị trung bình theo thang Likert 5 mức	Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhóm yếu tố

Như thể hiện ở Bảng 4, Cronbach's Alpha được sử dụng để đánh giá độ tin cậy của từng nhóm thang đo trước khi phân tích nhân

tố. Các biến quan sát không đạt yêu cầu về tương quan biến – tổng sẽ được xem xét loại bỏ. Phân tích nhân tố khám phá được sử dụng để

kiểm tra khả năng hội tụ của các biến quan sát và xác định cấu trúc nhân tố của thang đo. Mức độ ảnh hưởng được quy ước theo thang Likert 5 mức, trong đó khoảng 4,21–5,00 được xem là mức ảnh hưởng rất cao. Cuối cùng, giá trị trung bình của từng nhóm yếu tố được tính toán để so sánh và xếp hạng mức độ ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả kiểm định độ tin cậy thang đo

Kết quả kiểm định độ tin cậy bằng Cronbach's Alpha được trình bày ở Bảng 5. Tất cả 6 nhóm thang đo đều có hệ số Cronbach's Alpha lớn hơn 0,7, cho thấy các biến quan sát trong từng nhóm có sự nhất quán nội tại và đạt yêu cầu để tiếp tục phân tích nhân tố khám phá.

Bảng 5. Kết quả kiểm định độ tin cậy Cronbach's Alpha.

Nhóm thang đo	Số biến quan sát	Cronbach's Alpha	Đánh giá
Điều kiện tự nhiên	6	0,856	Đạt
Quy mô và tính chất công trình	4	0,877	Đạt
Kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị	4	0,857	Đạt
Tổ chức thi công	5	0,813	Đạt
Kinh tế – xã hội	4	0,902	Đạt
Văn bản pháp lý	5	0,779	Đạt

Như thể hiện ở Bảng 5, nhóm kinh tế – xã hội có hệ số Cronbach's Alpha cao nhất, đạt 0,902, thể hiện mức độ nhất quán rất tốt giữa các biến quan sát thuộc nhóm này. Nhóm văn bản pháp lý có hệ số thấp nhất, đạt 0,779, nhưng vẫn lớn hơn ngưỡng 0,7 nên được chấp nhận. Hệ số tương quan biến – tổng hiệu chỉnh của các biến quan sát đều lớn hơn 0,3, do đó toàn bộ 28 biến quan sát được giữ lại để phân tích nhân tố khám phá.

3.2. Kết quả kiểm định KMO và Bartlett

Sau khi các nhóm thang đo đạt yêu cầu về độ tin cậy, nghiên cứu thực hiện kiểm định KMO và Bartlett để đánh giá mức độ phù hợp của dữ liệu đối với phân tích nhân tố. Kết quả kiểm định được trình bày ở Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả kiểm định KMO và Bartlett.

Chỉ tiêu kiểm định	Giá trị
KMO	0,768
Bartlett's Test – Approx. Chi-Square	2532,711
df	378
Sig.	0,000

Theo Bảng 6, hệ số KMO đạt 0,768, lớn hơn 0,5, cho thấy dữ liệu khảo sát phù hợp để phân tích nhân tố. Kiểm định Bartlett có Sig. = 0,000, nhỏ hơn 0,05, chứng tỏ các biến quan sát có tương quan tuyến tính với nhau trong tổng thể. Như vậy, dữ liệu đáp ứng điều kiện để thực hiện phân tích nhân tố khám phá.

3.3. Kết quả phân tích nhân tố khám phá

Kết quả phân tích nhân tố khám phá cho thấy có 6 nhân tố được rút trích tại Eigenvalue lớn hơn 1. Tổng phương sai trích đạt 65,907 %, lớn hơn mức yêu cầu 50 %, cho thấy 6 nhân tố giải thích được phần lớn biến thiên của dữ liệu khảo sát. Kết quả tổng phương sai trích được trình bày ở Bảng 7.

Bảng 7. Tổng phương sai trích của các nhân tố.

Nhân tố	Eigenvalue	Phương sai trích (%)	Phương sai tích lũy (%)
1	4,885	17,446	17,446
2	3,596	12,841	30,287
3	2,808	10,027	40,314
4	2,728	9,745	50,059
5	2,428	8,671	58,730
6	2,009	7,177	65,907

Như trình bày ở Bảng 7, nhân tố thứ nhất có Eigenvalue lớn nhất, đạt 4,885 và giải thích 17,446 % phương sai dữ liệu. Các nhân tố còn lại có Eigenvalue dao động từ 2,009 đến 3,596. Tổng phương sai tích lũy của 6 nhân tố đạt 65,907 %, cho thấy cấu trúc 6 nhân tố có khả năng đại diện tốt cho bộ thang đo đề xuất.

Sau phép xoay nhân tố, các biến quan sát hội tụ theo đúng 6 nhóm yếu tố lý thuyết. Hệ số tải nhân tố của các nhóm đều đạt yêu cầu, trong đó nhóm điều kiện tự nhiên có hệ số tải từ 0,572 đến 0,836; nhóm quy mô và tính chất công trình từ 0,739 đến 0,890; nhóm kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị từ 0,704 đến 0,862; nhóm tổ chức thi công từ 0,691 đến 0,831; nhóm kinh tế – xã hội từ 0,806 đến 0,905; và nhóm văn bản pháp lý từ 0,664 đến 0,775. Kết quả này được tóm tắt ở Bảng 8.

Bảng 8. Khoảng hệ số tải nhân tố sau phép xoay.

Nhóm nhân tố	Số biến quan sát	Khoảng hệ số tải nhân tố
Điều kiện tự nhiên	6	0,572–0,836
Quy mô và tính chất công trình	4	0,739–0,890
Kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị	4	0,704–0,862
Tổ chức thi công	5	0,691–0,831
Kinh tế – xã hội	4	0,806–0,905
Văn bản pháp lý	5	0,664–0,775

Bảng 8 cho thấy các biến quan sát đều có hệ số tải nhân tố đạt yêu cầu và hội tụ về các nhóm nhân tố phù hợp với mô hình thang đo đề xuất. Nhóm kinh tế – xã hội có khoảng hệ số tải cao nhất, từ 0,806 đến 0,905, thể hiện mức độ hội tụ mạnh giữa các biến quan sát. Nhóm văn bản pháp lý có khoảng hệ số tải thấp hơn nhưng vẫn đạt yêu cầu. Như vậy, kết quả phân tích nhân tố khám phá xác nhận cấu trúc thang đo gồm 6 nhóm yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long.

3.4. Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhóm yếu tố

Sau khi cấu trúc thang đo được xác nhận, nghiên cứu tính giá trị trung bình của từng nhóm yếu tố để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công. Kết quả xếp hạng được trình bày ở Bảng 9.

Bảng 9. Xếp hạng mức độ ảnh hưởng của các nhóm yếu tố.

Xếp hạng	Nhóm yếu tố	Giá trị trung bình	Mức độ ảnh hưởng
1	Tổ chức thi công	4,497	Rất cao
2	Văn bản pháp lý	4,465	Rất cao
3	Kinh tế – xã hội	4,452	Rất cao
4	Điều kiện tự nhiên	4,421	Rất cao
5	Kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị	4,319	Rất cao
6	Quy mô và tính chất công trình	4,304	Rất cao

Theo Bảng 9, cả 6 nhóm yếu tố đều có giá trị trung bình lớn hơn 4,21, tương ứng mức ảnh hưởng rất cao. Nhóm tổ chức thi công có giá trị trung bình cao nhất, đạt 4,497, cho thấy cách tổ chức trình tự thi công, nhân lực, tuyển vận chuyển, kho bãi, công trình tạm, an toàn và môi trường có ảnh hưởng nổi bật đến bố trí tổng mặt bằng thi công. Nhóm quy mô và tính chất công trình có giá trị trung bình thấp nhất trong 6 nhóm, đạt 4,304, nhưng vẫn thuộc mức ảnh hưởng rất cao. Kết quả này cho thấy bố trí tổng mặt bằng thi công tại Đồng bằng sông Cửu Long là vấn đề chịu tác động đồng thời của nhiều nhóm yếu tố, trong đó yếu tố tổ chức và quản lý công trường đóng vai trò đặc biệt quan trọng.

3.5. Thảo luận

Kết quả kiểm định thang đo cho thấy 6 nhóm yếu tố đề xuất đều đạt độ tin cậy và được xác nhận thông qua phân tích nhân tố khám phá. Điều này chứng tỏ bộ thang đo gồm 28 biến quan sát có khả năng phản ánh tương đối đầy đủ các khía cạnh ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long. So với các nghiên cứu quốc tế thường tập trung vào tối ưu hóa vị trí công trình tạm, giảm chi phí vận chuyển hoặc bố trí mặt bằng động, kết quả

nghiên cứu này nhấn mạnh bước nền tảng là nhận diện và kiểm định cấu trúc thang đo trong một bối cảnh địa phương cụ thể.

Nhóm tổ chức thi công có giá trị trung bình cao nhất, cho thấy hiệu quả bố trí tổng mặt bằng thi công phụ thuộc lớn vào cách nhà thầu tổ chức trình tự thi công, bố trí nhân lực, phân luồng giao thông nội bộ, quản lý kho bãi và kiểm soát an toàn – môi trường. Kết quả này phù hợp với đặc điểm của các công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long, nơi mặt bằng thi công thường hạn chế, điều kiện giao thông nội bộ phức tạp và nhu cầu điều chỉnh mặt bằng theo từng giai đoạn thi công tương đối lớn.

Nhóm văn bản pháp lý xếp thứ hai về mức độ ảnh hưởng, phản ánh vai trò ngày càng quan trọng của các yêu cầu về an toàn lao động, phòng cháy chữa cháy, môi trường, quản lý chất lượng, quy hoạch và quy định địa phương. Kết quả này cho thấy tổng mặt bằng thi công không chỉ phục vụ nhu cầu kỹ thuật của nhà thầu, mà còn là công cụ thể hiện sự tuân thủ trong quá trình thi công. Khi lập tổng mặt bằng, các khu vực nguy hiểm, lối đi, vị trí thiết bị, điểm tập kết chất thải, hệ thống kỹ thuật tạm và phương án phòng cháy chữa cháy cần được xem xét như những thành phần bắt buộc.

Nhóm kinh tế – xã hội và nhóm điều kiện tự nhiên cũng có mức ảnh hưởng rất cao. Điều này phản ánh đặc điểm riêng của Đồng bằng sông Cửu Long, nơi nhiều công trình nằm trong khu dân cư, gần kênh rạch, trên nền đất yếu hoặc khu vực có nguy cơ ngập trong mùa mưa. Do đó, phương án bố trí kho bãi, đường công vụ, cổng ra vào, tuyến vận chuyển và vị trí thiết bị nặng cần được xem xét đồng thời với khả năng cung ứng vật tư, chi phí địa phương, ảnh hưởng cộng đồng và điều kiện thoát nước tạm.

Nhóm kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị cùng nhóm quy mô và tính chất công trình tuy có giá trị trung bình thấp hơn các nhóm còn lại nhưng vẫn thuộc mức ảnh hưởng rất cao. Điều này cho thấy các đặc điểm về loại công trình, biện pháp thi công, thiết bị sử dụng, chủng loại vật liệu và mức độ cơ giới hóa vẫn là cơ sở quan trọng để xác định nhu cầu không gian công trường. Tuy nhiên, trong điều kiện thực tế tại khu vực nghiên cứu, các yếu tố này có thể phát huy tác động thông qua cách tổ chức thi công và khả năng điều chỉnh mặt bằng của nhà thầu.

Về mặt lý thuyết, nghiên cứu đóng góp một bộ thang đo đã được kiểm định định lượng cho bài toán bố trí tổng mặt bằng thi công trong điều kiện địa phương cụ thể. Bộ thang đo này có thể được sử dụng làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về mô hình hóa, xếp hạng, hồi quy hoặc tối ưu hóa bố trí tổng mặt bằng thi công. Về mặt thực tiễn, kết quả nghiên cứu gợi ý rằng khi lập tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long, các bên tham gia dự án cần ưu tiên nhóm yếu tố tổ chức thi công, đồng thời tích hợp yêu cầu pháp lý, điều kiện kinh tế – xã hội và điều kiện tự nhiên ngay từ giai đoạn chuẩn bị thi công.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng và kiểm định thang đo các yếu tố ảnh

hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Trên cơ sở tổng quan tài liệu, khảo sát thực tế và ý kiến chuyên gia, bộ thang đo được đề xuất gồm 6 nhóm yếu tố với 28 biến quan sát, bao gồm: điều kiện tự nhiên; quy mô và tính chất công trình; kỹ thuật, công nghệ, vật liệu và thiết bị; tổ chức thi công; kinh tế – xã hội; và văn bản pháp lý.

Kết quả phân tích 182 phiếu khảo sát hợp lệ cho thấy các nhóm thang đo đều đạt độ tin cậy, với hệ số Cronbach's Alpha dao động từ 0,779 đến 0,902. Phân tích nhân tố khám phá cho kết quả KMO đạt 0,768, kiểm định Bartlett có Sig. = 0,000 và 6 nhân tố được rút trích với tổng phương sai giải thích đạt 65,907 %. Các biến quan sát hội tụ phù hợp với cấu trúc 6 nhóm yếu tố đề xuất, cho thấy thang đo có thể sử dụng để đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến bố trí tổng mặt bằng thi công trong điều kiện nghiên cứu.

Kết quả xếp hạng mức độ ảnh hưởng cho thấy cả 6 nhóm yếu tố đều thuộc mức ảnh hưởng rất cao. Trong đó, tổ chức thi công có giá trị trung bình cao nhất, tiếp theo là văn bản pháp lý, kinh tế – xã hội, điều kiện tự nhiên, kỹ thuật – công nghệ – vật liệu – thiết bị, và quy mô – tính chất công trình. Kết quả này cho thấy bố trí tổng mặt bằng thi công tại Đồng bằng sông Cửu Long không chỉ phụ thuộc vào đặc điểm công trình và công nghệ thi công, mà còn chịu tác động mạnh bởi cách tổ chức công trường, yêu cầu quản lý, điều kiện địa phương và bối cảnh kinh tế – xã hội.

Đóng góp chính của nghiên cứu là cung cấp một bộ thang đo đã được kiểm định định lượng, làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về mô hình hóa, dự báo hoặc xây dựng công cụ hỗ trợ ra quyết định về bố trí tổng mặt bằng thi công công trình dân dụng. Về thực tiễn, kết quả nghiên cứu có thể hỗ trợ chủ đầu tư, tư vấn và nhà thầu trong việc nhận diện các nhóm yếu tố cần ưu tiên khi lập, kiểm tra và điều chỉnh tổng mặt bằng thi công tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long.

Nghiên cứu còn một số hạn chế. Dữ liệu khảo sát được thu thập trong phạm vi công trình dân dụng tại Đồng bằng sông Cửu Long nên kết quả có thể chưa phản ánh đầy đủ các loại công trình hoặc vùng địa lý khác. Ngoài ra, nghiên cứu mới dừng ở kiểm định độ tin cậy và phân tích nhân tố khám phá. Các nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng quy mô mẫu, bổ sung biến phụ thuộc về hiệu quả bố trí tổng mặt bằng thi công và sử dụng các phương pháp như hồi quy đa biến, phân tích nhân tố khẳng định hoặc mô hình cấu trúc tuyến tính để kiểm định sâu hơn mối quan hệ giữa các nhóm yếu tố.

Tài liệu tham khảo

- [1]. P.P. Zouein and I.D. Tommelein, "Dynamic layout planning using a hybrid incremental solution method," *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(6), 400–408, 1999. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(1999)125:6(400)
- [2]. E. Elbeltagi, T. Hegazy, and A. Eldosouky, "Dynamic layout of construction temporary facilities considering safety," *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(4), 534–541, 2004. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:4(534)
- [3]. K. El-Rayes and A. Khalafallah, "Trade-off between safety and cost in planning construction site layouts," *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(11), 1186–1195, 2005. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:11(1186)
- [4]. F. Sadeghpour, O. Moselhi, and S. Alkass, "Computer-aided site layout planning," *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2), 143–151, 2006. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:2(143)
- [5]. H.M. Sanad, M.A. Ammar, and M.E. Ibrahim, "Optimal construction site layout considering safety and environmental aspects," *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(7), 536–544, 2008. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:7(536)
- [6]. M.H. Sebt, E. Parvaresh Karan, and M.R. Delavar, "Potential application of GIS to layout of construction temporary facilities," *International Journal of Civil Engineering*, 6(4), 235–245, 2008.
- [7]. K. El-Rayes and H. Said, "Dynamic site layout planning using approximate dynamic programming," *Journal of Computing in Civil Engineering*, 23(2), 119–127, 2009. DOI: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2009)23:2(119)
- [8]. X. Ning, K.C. Lam, and M.C.K. Lam, "Dynamic construction site layout planning using max-min ant system," *Automation in Construction*, 19(1), 55–65, 2010. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.09.002
- [9]. M. Andayesh and F. Sadeghpour, "Dynamic site layout planning through minimization of total potential energy," *Automation in Construction*, 31, 92–102, 2013. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.11.039
- [10]. F. Sadeghpour and M. Andayesh, "The constructs of site layout modeling: an overview," *Canadian Journal of Civil Engineering*, 42(3), 199–212, 2015. DOI: 10.1139/cjce-2014-0303
- [11]. M. Xu, Z. Mei, S. Luo, and Y. Tan, "Optimization algorithms for construction site layout planning: a systematic literature review," *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(8), 1913–1938, 2020. DOI: 10.1108/ECAM-08-2019-0457
- [12]. M. Salah, R. Khallaf, E. Elbeltagi, and H. Wefki, "Construction site layout planning: a social network analysis," *Buildings*, 13(10), 2637, 2023. DOI: 10.3390/buildings13102637
- [13]. L. Wang, Q. Wang, S. Dong, Y. Cao, and L. Wang, "Facilitating circular transition in the construction industry: optimizing a prefabricated construction site layout using a novel BIM-integrated SLP-GA model," *Buildings*, 14(9), 2841, 2024. DOI: 10.3390/buildings14092841
- [14]. L.Đ. Long và N.T. Phúc, "Nhận diện và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến việc mua sắm bền vững trong các dự án xây dựng tại Đồng bằng sông Cửu Long," *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, 16(1), 149–156, 2026. DOI: 10.54772/jomc.01.2026.1212
- [15]. Đ.H. Hoàng, N.Q. Tuấn và T.Đ. Quang, "Đề xuất ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong công tác bóc tách khối lượng cho các công trình xây dựng tại Việt Nam," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Trường Đại học Xây dựng Miền Tây*, 1, 54–62, 2022
- [16]. L.J. Cronbach, "Coefficient alpha and the internal structure of tests," *Psychometrika*, 16(3), 297–334, 1951. DOI: 10.1007/BF02310555
- [17]. H.F. Kaiser, "An index of factorial simplicity," *Psychometrika*, 39(1), 31–36, 1974. DOI: 10.1007/BF02291575
- [18]. M.S. Bartlett, "A note on the multiplying factors for various χ^2 approximations," *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 16(2), 296–298, 1954.