

# Xác định các yếu tố rủi ro trong giai đoạn thi công lắp đặt dự án xây dựng mô-đun (MiC)

Hồ Lê Nguyên <sup>1,2</sup>, Đỗ Tiến Sỹ <sup>1,2</sup>, Nguyễn Thanh Việt <sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Bộ môn Thi công & Quản lý Xây dựng, Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM.

<sup>2</sup> Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh.

<sup>3</sup> Trường Đại học Công Nghiệp TP.HCM.

## TỪ KHOẢ

Xây dựng mô-đun  
Quản lý rủi ro  
Dân dụng và công nghiệp  
Cấu kiện lắp ghép  
Bê tông đúc sẵn  
Lắp đặt mô-đun

## TÓM TẮT

Trong bối cảnh xây dựng mô-đun (MiC) ngày càng áp dụng càng nhiều tại Việt Nam để giảm chi phí, tiến độ, cải thiện chất lượng dự án xây dựng và tích hợp với nền công nghiệp xây dựng 4.0 đang lan rộng và phát triển ở Việt Nam, việc quản lý và thực hiện các dự án xây dựng MiC thành công đòi hỏi sự hiệu quả trong việc đối phó với các yếu tố rủi ro. Dựa trên kết quả tổng hợp của các bài báo trên thế giới, phân tích dữ liệu của 158 bảng khảo sát cùng với việc phỏng vấn trực tiếp với 12 chuyên gia có kinh nghiệm từ 10-25 năm trong lĩnh vực xây dựng MiC. Kết quả phân tích dữ liệu đã nhận dạng được 35 yếu tố có ảnh hưởng đến việc thực hiện dự án xây dựng MiC giai đoạn thi công lắp đặt, và tiến hành phân tích nguyên nhân và biện pháp ứng phó rủi ro cho 5 yếu tố rủi ro có ảnh hưởng lớn nhất.

## KEYWORDS

Modular construction  
Risk management  
Civil and industrial  
Modular component  
Precast concrete  
Modular installation

## ABSTRACT

In the context of increasing adoption of Modular Construction (MiC) in Vietnam to reduce costs, accelerate timelines, improve project quality, and integrate with the growing and developing Construction 4.0 industry in Vietnam, effectively managing and implementing successful MiC construction projects requires efficient handling of risk factors. Based on the comprehensive results of worldwide articles, data analysis from 158 survey forms, along with direct interviews with 12 experienced experts with 10-25 years of experience in MiC construction, the data analysis identified 35 factors influencing the implementation of MiC construction projects during the installation and construction phase. Furthermore, an analysis of causes and measures to address risks was conducted for the five most significant risk factors.

## 1. Giới thiệu

Dự án xây dựng mô-đun (MiC) là một phương pháp xây dựng tiên tiến, trong đó các cấu kiện được sản xuất tại nhà máy sau đó được vận chuyển và lắp đặt tại công trường. MiC thường áp dụng công nghệ công nghiệp và quy trình chuẩn hóa để tạo ra các mô-đun xây dựng có kích thước tiêu chuẩn và chất lượng được kiểm soát cao. Các mô-đun xây dựng MiC có thể dạng khối tích (3D) hoặc dạng bản (panel), dạng thanh,... trong đó các hệ thống cơ điện và hoàn thiện đã được thực hiện tất cả hoặc thực hiện một phần (xem Hình 1.1). Chúng được thiết kế và sản xuất sẵn theo yêu cầu và kỹ thuật của dự án. Khi các mô-đun này được sản xuất xong, chúng được vận chuyển đến công trường và lắp ráp hoặc kết hợp lại thành công trình hoàn chỉnh. Ưu điểm chính của phương pháp MiC là tăng tốc độ xây dựng, giảm thiểu thời gian thi công và tối ưu hóa công nghệ xây dựng. Việc sản xuất các mô-đun trong một môi trường kiểm soát tại nhà máy giúp đảm bảo chất lượng và độ chính xác cao hơn so với việc xây dựng truyền thống trên công trường. Ngoài ra, việc sử dụng MiC cũng giảm thiểu lãng phí vật liệu, tăng tính bền vững và tiết kiệm tài nguyên.

Hình 1.2 thể hiện vòng đời của công trình xây dựng theo phương

án xây dựng thông thường và dự án xây dựng MiC. Hình 1.3 thể hiện các giai đoạn chính trong quá trình xây dựng mô-đun bao gồm: thiết kế, xin phép, phát triển dự án tại công trình và sản xuất tại nhà máy (thực hiện song song), sản xuất và tổ hợp một phần cấu kiện tại nhà máy, vận chuyển đến công trình, thi công lắp đặt.

Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu về dự án MiC, có thể đến một số nghiên cứu trong 5 năm trở lại đây: “Dự báo tiến độ thi công công trình lắp ghép bằng trí tuệ nhân tạo” [4], “Nhà lắp ghép và các yêu cầu để phát triển tại Việt Nam” [5], “Phát triển thuật toán lai ghép kiến sư từ (ALO) để tối ưu chi phí logistics cho cấu kiện bê tông đúc sẵn” [6], “Đánh giá kỹ thuật về nhà ở lắp ghép do công ty Vinaconex Xuân Mai thiết kế và thi công” [7]. Trên thực tế, số lượng các nghiên cứu MiC chưa phổ biến tại Việt Nam hiện nay, song song đó các nghiên cứu ở Việt Nam về rủi ro của dự án MiC cũng chưa được tiến hành, đặc biệt là trong giai đoạn thi công lắp đặt. Điều này tạo ra một hệ thống tri thức hạn chế và thiếu những biện pháp phòng ngừa rủi ro hiệu quả cho dự án xây dựng mô-đun trong giai đoạn thi công lắp đặt.

Trên thế giới trong vòng 10 năm trở lại đây, đã có các nghiên cứu tổng quan về rủi ro trong dự án MiC, một số nghiên cứu sâu về rủi ro

\*Liên hệ tác giả: nguyenthanhviet@iuh.edu.vn

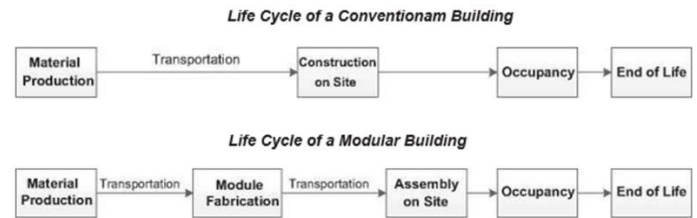
Nhận ngày 12/04/2023, sửa xong ngày 18/05/2023, chấp nhận đăng 20/06/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2023.503>

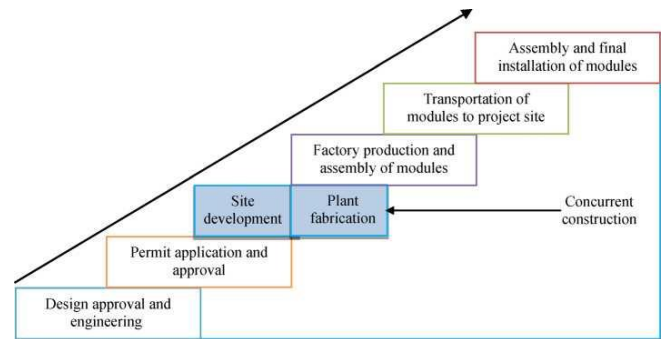
trong quá trình sản xuất và vận chuyển; tuy nhiên hạn chế ở các nghiên cứu này chỉ liệt kê được các yếu tố rủi ro ảnh hưởng đến dự án MiC, nhưng chưa đưa ra được nguồn gốc, nguyên nhân của yếu tố rủi ro và cũng chưa đưa ra được giải pháp ứng phó cho các yếu tố rủi ro được tìm thấy, và cũng chưa có nghiên cứu tập trung đánh giá rủi ro trong giai đoạn thi công lắp đặt của dự án MiC.



Hình 1. Một số dạng của cấu kiện mô-đun [1].



Hình 2. Vòng đời của công trình xây dựng theo phương án xây dựng thông thường và xây dựng mô-đun [2].



Hình 3. Các giai đoạn chính trong quá trình xây dựng mô-đun [3].

## 2. Tổng hợp các yếu tố rủi ro

Theo tổng hợp các bài báo trên thế giới và tham vấn ý kiến của 12 chuyên gia (là những người có kinh nghiệm từ 10 đến 25 năm về dự án MiC), bước đầu tổng hợp có 35 yếu tố rủi ro có ảnh hưởng đến việc thực hiện dự án xây dựng MiC giai đoạn thi công lắp đặt như Bảng 1.

Bảng 1. Các yếu tố rủi ro trong giai đoạn lắp đặt dự án MiC.

STT	Yếu tố rủi ro	Mã hóa	Nguồn tham khảo
1	Thiết bị nâng bị hư hỏng hoặc gặp sự cố hoặc bảo trì	RR1	[8], [9], [10], [11], [12]
2	Trình tự lắp đặt, tổ hợp cấu kiện không hiệu quả hoặc không phù hợp	RR2	[8],
3	Thiếu công nhân lành nghề trong thi công lắp đặt cấu kiện mô-đun	RR3	[8], [13]
4	Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm về dự án xây dựng mô-đun	RR4	[13], [14]
5	Sai số kích thước hình học của mô-đun nằm ngoài giới hạn cho phép	RR5	[9], [13], [10]
6	Lựa chọn thiết bị nâng không phù hợp	RR6	[15], [10]
7	Lỗi kết nối giữa cấu kiện sản xuất ở nhà máy với nhau khi tổ hợp hoặc với cấu kiện đổ tại công trình	RR7	[15], [10]
8	Thi công lại do sự khác biệt hoặc gián đoạn giữa các bản vẽ	RR8	[10], [15]
9	Kế hoạch sản xuất không phù hợp với tình hình thực tế công trình	RR9	[10]
10	Quy trình nghiệm thu chất lượng cấu kiện đầu vào chậm hoặc dư thừa	RR10	[10], [11]
11	Vị trí tập kết cấu kiện mô-đun không phù hợp do sự bất cẩn	RR11	[11]
12	Ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết: gió, mưa, nhiệt độ,...	RR12	[16], [12], [13], [10]
13	Thi công ảnh hưởng đến khu dân cư, môi trường xung quanh	RR13	[16]
14	Cấu kiện bị biến dạng, cong vênh hoặc hư hỏng khi đến công trình do quá trình vận chuyển và nâng hạ	RR14	[9]
15	Kế hoạch và tiến độ thi công không chính xác hoặc không hiệu quả	RR15	[8], [9], [10], [12], [14]
16	Chậm trễ trong việc vận chuyển cấu kiện đến công trình hoặc thông tin vận chuyển không chính xác	RR16	[11], [9], [10]

STT	Yếu tố rủi ro	Mã hóa	Nguồn tham khảo
17	Thay đổi thiết kế hoặc phạm vi công việc	RR17	[12], [10], [9], [14]
18	Sự phối hợp và giao tiếp kém giữa các đơn vị thi công dự án	RR18	[14], [15], [9], [13]
19	Xác minh không rõ ràng cấu kiện mô-đun do nhân bị mất hoặc nhầm thông tin	RR19	[11], [10]
20	Khoảng cách từ công trình đến nhà máy sản xuất cấu kiện	RR20	[15], [10]
21	Mặt bằng bố trí thiết bị nâng chưa hiệu quả	RR21	[8]
22	Lỗi trong quá trình lắp đặt cấu kiện mô-đun và sửa chữa phức tạp	RR22	[13], [10], [9], [14]
23	Ước lượng chi phí lắp đặt không chính xác	RR23	[13]
24	Sự thay đổi không mong muốn của giá vật liệu	RR24	[15]
25	Tai nạn lao động do vận hành thiết bị nâng hoặc do thao tác của công nhân	RR25	Đề xuất từ chuyên gia
26	Biện pháp thi công không hiệu quả hoặc không phù hợp	RR26	Đề xuất từ chuyên gia
27	Không bố trí đủ vật tư, dụng cụ, thiết bị thi công	RR27	Đề xuất từ chuyên gia
28	Chậm trễ trong việc phê duyệt hồ sơ của Tư vấn giám sát, Ban quản lý, Chủ đầu tư	RR28	Đề xuất từ chuyên gia
29	Khu vực thi công lắp đặt bị giao nhau với các công tác thi công khác	RR29	Đề xuất từ chuyên gia
30	Trì hoãn thời gian thực hiện dự án do vấn đề pháp lý của Chủ đầu tư	RR30	Đề xuất từ chuyên gia
31	Năng lực tài chính của chủ đầu tư hoặc nhà thầu chính kém	RR31	Đề xuất từ chuyên gia
32	Lạm phát, biến động lãi suất vay hoặc giá cả trên thị trường	RR32	Đề xuất từ chuyên gia
33	Rủi ro trong việc lắp đặt hoặc tháo dỡ thiết bị nâng	RR33	Đề xuất từ chuyên gia
34	Các yếu tố bất khả kháng: dịch bệnh, chiến tranh, thiên tai,...	RR34	Đề xuất từ chuyên gia
35	Các thay đổi / cập nhật chính sách của Nhà nước, Chính phủ hoặc các Ban ngành liên quan dẫn đến việc trì hoãn hoặc dừng dự án	RR35	Đề xuất từ chuyên gia

### 3. Phương pháp nghiên cứu

Tuy các yếu tố rủi ro tìm được là kết quả của các đề tài, báo cáo, nghiên cứu, nhưng các đề tài nghiên cứu này được thực hiện tại nhiều nơi với các đặc điểm về kinh tế - xã hội khác với điều kiện Việt Nam hiện tại. Để chắc chắn các yếu tố rủi ro này là phù hợp, chúng được khảo sát, xem xét lại bởi nhóm chuyên gia thứ nhất gồm 5 thành viên mà có trên nhiều năm kinh nghiệm và đang giữ những vai trò chính trong đơn vị, công ty đã từng tham gia thi công dự án xây dựng mô-đun MIC.

Cuộc phỏng vấn được thực hiện trực tiếp cùng lúc với cả 5 thành viên. Nhóm chuyên gia sẽ được giải thích cặn kẽ vấn đề nghiên cứu và sẽ được cung cấp một danh sách các yếu tố. Sau đó, từ kinh nghiệm của mình, các chuyên gia tiến hành thảo luận về tính thực tiễn và hợp lý của từng yếu tố trong điều kiện các dự án xây dựng mô-đun ở Việt Nam. Cuối cùng, nhóm chuyên gia và tác giả sẽ thống nhất lại bảng tổng hợp các yếu tố rủi ro. Kết quả, một bảng tổng hợp gồm 35 yếu tố rủi ro (Bảng 1) sẽ được xác định để tiến hành bước khảo sát thử nghiệm.

Quá trình thực hiện khảo sát thử nghiệm cần thu thập đủ số liệu để thử nghiệm chạy kết quả thống kê. Sau khi khảo sát xong, tiến hành nhập toàn bộ dữ liệu vào phần mềm SPSS và bắt đầu tiến hành kiểm thử tất cả những phân tích, thống kê. Bước này mục đích kiểm tra việc khảo sát có lỗi xuất phát từ nguồn dữ liệu hay có vấn đề gì hay không, từ đó có thể hiệu chỉnh lại và thực hiện bước thử nghiệm lần thứ 2 để vấn đề được giải quyết.

Thang đo khảo sát:

Với mục tiêu là nhận dạng các yếu tố rủi ro để áp dụng phương pháp phân tích nhân tố nên nghiên cứu này sử dụng thang đo Likert

ứng với 5 mức độ quen thuộc để thu thập dữ liệu. Các mức độ cụ thể của thang đo đã được mô tả trong Hình 2.1.



Hình 4. Thang đo Likert 5 mức độ.

Quy tắc kinh nghiệm để xác định cỡ mẫu cho phân tích nhân tố chính thì thông thường số quan sát (kích thước mẫu) ít nhất phải bằng 4 hoặc 5 lần số biến trong phân tích nhân tố [17]. Nghiên cứu đạt kết quả cao và có giá trị khi mẫu được thu thập, phân tích phải có tính đại diện cho tổng thể. Vì vậy số lượng mẫu giữ vai trò quan trọng quyết định kết quả của nghiên cứu. Theo như nghiên cứu này có 35 biến quan sát thì số lượng mẫu tối thiểu cần thiết là  $4 \times 35$ . Vậy cần tối thiểu 140 bảng câu hỏi hợp lệ.

Phương pháp lấy mẫu được sử dụng là lấy mẫu thuận tiện (convenience sampling).

Thu thập dữ liệu là một phần vô cùng quan trọng của đề tài nghiên cứu vì độ chính xác của mẫu dữ liệu có liên quan một cách trực tiếp đến thành bại của nghiên cứu này. Dữ liệu được lấy thông qua bảng khảo sát dưới 2 dạng: bảng câu hỏi khảo sát trực tiếp và khảo sát bằng Googledocs. Dữ liệu thu về được sàng lọc và phân tích.

Phương thức duyệt bảng khảo sát: Sau khi thu được bảng trả lời khảo sát, tác giả sẽ xem xét và loại những bảng khảo sát có khả năng gây nhiễu trong quá trình phân tích như sau:

- Các bảng khảo sát cho cùng một thang điểm cho các câu hỏi khảo sát;

- Các bảng khảo sát trả lời nhưng theo quy luật;
- Những đối tượng chưa tham gia thực hiện dự án xây dựng mô-đun.

Kết quả đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố rủi ro đến việc thực hiện dự án xây dựng mô-đun được thể hiện thông qua xếp hạng trị trung bình. Sau đó tiến hành phỏng vấn 12 chuyên gia kể trên để đưa ra nguyên nhân, giải pháp ứng phó cho 5 yếu tố rủi ro có ảnh hưởng lớn nhất.

#### 4. Kết quả và diễn giải

##### 4.1. Thông tin cá nhân của đối tượng khảo sát

Sau khi gửi đi phiếu khảo sát, nghiên cứu nhận được 144 phiếu trả lời đầy đủ sau khi đã loại bỏ 14 phiếu không hợp lệ: gồm 10 phiếu khảo sát lựa chọn không tham gia thực hiện dự án xây dựng MiC và 4 phiếu khảo sát chọn cùng một mức độ đánh giá.

Đối với vị trí công tác, số lượng người khảo sát đang công tác ở vị trí Kỹ sư công trình là 55/144 người, chiếm tỉ lệ cao nhất là 38 %; và Quản lý dự án/ Giám đốc dự án đạt 49/144 người, chiếm tỷ lệ 34 %; còn vị trí Chỉ huy trưởng/Chỉ huy phó là 22/144 người, chiếm tỉ lệ 15 %; và phần còn lại chiếm 13 % là nhóm các vị trí khác như là: kỹ sư QA/QC, kỹ sư QS, kỹ sư thiết kế,... Như vậy, số lượng các nhóm khảo sát đang làm việc ở các vị trí phù hợp với việc thi công lắp đặt dự án MiC, và đa dạng các quan điểm để đánh giá bằng câu hỏi.

Đối với đơn vị công tác, có 88/144 người làm việc cho đơn vị thi công, chiếm 61 %; làm việc cho đơn vị Chủ đầu tư/ Ban QLDA và đơn vị tư vấn thiết kế/ lập dự án lần lượt có số lượng người là 20/144 người và 18/144 người, tương ứng với tỉ lệ lần lượt là 14 % và 13 %; số người

làm trong các đơn vị tư vấn giám sát/ QLDA là 10/144 người, chiếm tỉ lệ nhỏ với 7 %; còn lại là các cá nhân làm việc trong các đơn vị Sở, ban, ngành và làm việc trong các đơn vị khác đều có số người là 4/144 người, với tỉ lệ chiếm nhỏ nhất là 3 %. Với tỷ lệ phân bố đa dạng các thành phần khảo sát, với số lượng hợp lý, nhiều nhất là đơn vị thi công, như vậy là đủ độ tin cậy cho bảng khảo sát tổng hợp.

Đối với số năm kinh nghiệm, trong số những người khảo sát thì có 64/144 người tham gia hoạt động trong lĩnh vực xây dựng từ 5-10 năm, chiếm tỷ lệ cao 44 %; và có 70/144 người hoạt động trên 10 năm, chiếm 49 %. Như vậy phần lớn những người tham gia khảo sát đều có nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực thi công lắp dựng dự án MiC.

Đối với quy mô dự án, các đáp viên được khảo sát thực hiện dự án xây dựng MiC với quy mô của dự án chủ yếu tập trung trong khoảng 50-500 tỷ có 51/144 người tham gia, chiếm tỷ lệ cao nhất 35 %; tiếp đến quy mô dự án dưới 50 tỷ, từ 500 tỷ đến 1000 tỷ, và trên 1000 tỷ có số lượng người tham gia gần tương đồng nhau với 30~32 người, chiếm tỉ lệ 21~22 %. Các tỉ lệ trên là khá đồng đều, cho thấy dự án xây dựng MiC có thể được áp dụng cho các dự án với các quy mô khác nhau.

##### 4.2. Phân tích trị trung bình và xếp hạng yếu tố rủi ro

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích thống kê mô tả gồm giá trị trung bình và độ lệch cho 35 yếu tố rủi ro; sau đó tiến hành xếp hạng theo giá trị trung bình (Bảng 2). Từ đó, lọc ra 5 yếu tố rủi ro có ảnh hưởng lớn nhất đến việc thực hiện dự án xây dựng MiC giai đoạn thi công lắp đặt gồm RR1, RR7, RR8, RR9 và RR4; và 5 yếu tố rủi ro có ảnh hưởng ít nhất gồm RR20, RR21, RR13, RR11 và RR22.

**Bảng 2.** Trị trung bình và xếp hạng yếu tố rủi ro.

Mã rủi ro	Yếu tố rủi ro	Trị trung bình	Xếp hạng
RR1	Thiết bị nâng bị hư hỏng hoặc gặp sự cố hoặc bảo trì	4,354	1
RR7	Lỗi kết nối giữa cấu kiện sản xuất ở nhà máy với nhau khi tổ hợp hoặc với cấu kiện đổ tại công trình	4,313	2
RR8	Thi công lại do sự khác biệt hoặc gián đoạn giữa các bản vẽ	4,257	3
RR9	Kế hoạch sản xuất không phù hợp với tình hình thực tế công trình	4,257	4
RR4	Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm về dự án xây dựng mô-đun	4,188	5
RR6	Lựa chọn thiết bị nâng không phù hợp	4,181	6
RR2	Trình tự lắp đặt, tổ hợp cấu kiện không hiệu quả hoặc không phù hợp	4,167	7
RR19	Xác minh không rõ ràng cấu kiện mô-đun do nhân bị mất hoặc nhầm thông tin	4,083	8
RR12	Ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết: gió, mưa, nhiệt độ,...	4,076	9
RR16	Chậm trễ trong việc vận chuyển cấu kiện đến công trình hoặc thông tin vận chuyển không chính xác	4,056	10
RR17	Thay đổi thiết kế hoặc phạm vi công việc	4,035	11
RR3	Thiếu công nhân lành nghề trong thi công lắp đặt cấu kiện mô-đun	4,028	12
RR25	Tai nạn lao động do vận hành thiết bị nâng hoặc do thao tác của công nhân	4,021	13
RR23	Ước lượng chi phí lắp đặt không chính xác	3,993	14
RR31	Năng lực tài chính của chủ đầu tư hoặc nhà thầu chính kém	3,993	15
RR30	Trì hoãn thời gian thực hiện dự án do vấn đề pháp lý của Chủ đầu tư	3,972	16

RR33	Rủi ro trong việc lắp đặt hoặc tháo dỡ thiết bị nâng	3,958	17
RR10	Quy trình nghiệm thu chất lượng cấu kiện đầu vào chậm hoặc dư thừa	3,938	18
RR24	Sự thay đổi không mong muốn của giá vật liệu	3,938	19
RR27	Không bố trí đủ vật tư, dụng cụ, thiết bị thi công	3,903	20
RR32	Lạm phát, biến động lãi suất vay hoặc giá cả trên thị trường	3,903	21
RR28	Chậm trễ trong việc phê duyệt hồ sơ của Tư vấn giám sát, Ban quản lý, Chủ đầu tư	3,896	22
RR35	Các thay đổi / cập nhật chính sách của Nhà nước, Chính phủ hoặc các Ban ngành liên quan dẫn đến việc trì hoãn hoặc dừng dự án	3,889	23
RR18	Sự phối hợp và giao tiếp kém giữa các đơn vị thi công dự án	3,882	24
RR26	Biện pháp thi công không hiệu quả hoặc không phù hợp	3,882	25
RR34	Các yếu tố bất khả kháng: dịch bệnh, chiến tranh, thiên tai,...	3,882	26
RR15	Kế hoạch và tiến độ thi công không chính xác hoặc không hiệu quả	3,875	27
RR5	Sai số kích thước hình học của mô-đun nằm ngoài giới hạn cho phép	3,854	28
RR29	Khu vực thi công lắp đặt bị giao nhau với các công tác thi công khác	3,847	29
RR14	Cấu kiện bị biến dạng, cong vênh hoặc hư hỏng khi đến công trình do quá trình vận chuyển và nâng hạ	3,833	30
RR20	Khoảng cách từ công trình đến nhà máy sản xuất cấu kiện	3,819	31
RR21	Mặt bằng bố trí thiết bị nâng chưa hiệu quả	3,819	32
RR13	Thi công ảnh hưởng đến khu dân cư, môi trường xung quanh	3,792	33
RR11	Vị trí tập kết cấu kiện mô-đun không phù hợp do sự bất cẩn	2,938	34
RR22	Lỗi trong quá trình lắp đặt cấu kiện mô-đun và sửa chữa phức tạp	2,063	35

4.3. Diễn giải nội dung nhóm 5 nhân tố ảnh hưởng lớn nhất

Yếu tố rủi ro RR1: Thiết bị nâng bị hư hỏng hoặc gặp sự cố hoặc bảo trì, với điểm trung bình tổng thể là 4,354. Yếu tố này xếp hạng cao nhất trong số tất cả các yếu tố rủi ro, là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến việc thực hiện dự án MJC giai đoạn thi công lắp đặt. Thiết bị nâng là một phần quan trọng trong quá trình thi công và nếu gặp sự cố, hư hỏng hoặc cần bảo trì, có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến tiến độ và chất lượng công trình. Một số nguyên nhân gây ra yếu tố rủi ro RR1 có thể kể đến là:

- Thiết bị nâng có thể bị hư hỏng do sử dụng không đúng cách, quá tải hoặc tuổi thọ của nó đã hết;
- Thiết bị nâng có thể gặp sự cố do lỗi kỹ thuật hoặc hỏng hóc trong quá trình vận hành;
- Bảo trì thiết bị nâng không được thực hiện đúng kỹ thuật hoặc không đảm bảo đủ định kỳ, dẫn đến sự cố không mong muốn.

Yếu tố rủi ro RR7: Lỗi kết nối giữa cấu kiện sản xuất ở nhà máy với nhau khi tổ hợp hoặc với cấu kiện đổ tại công trình, với điểm trung bình tổng thể là 4,313. Yếu tố này được xếp hạng thứ hai và có trị trung bình cao và gần như ngang bằng với yếu tố đứng đầu. Lỗi kết nối giữa các cấu kiện sản xuất tại nhà máy hoặc với cấu kiện đổ tại công trình có thể gây ra sự cố trong quá trình thi công và làm ảnh hưởng đến chất lượng và độ bền của công trình. Một số nguyên nhân gây ra yếu tố rủi ro RR7 có thể kể đến là:

- Sự thiếu sót trong quy trình kết nối hoặc hướng dẫn kỹ thuật;
- Sai sót trong việc chuẩn bị hoặc sắp xếp các cấu kiện trước khi thực hiện kết nối;

- Lỗi trong quá trình vận chuyển hoặc xử lý các cấu kiện, dẫn đến sự cố kết nối không thành công.

Yếu tố rủi ro RR8: Thi công lại do sự khác biệt hoặc gián đoạn giữa các bản vẽ, với điểm trung bình tổng thể là 4,257. Yếu tố này được xếp hạng thứ ba, sự khác biệt hoặc gián đoạn giữa các bản vẽ có thể dẫn đến việc thi công lại và gây lãng phí thời gian và nguồn lực của dự án. Một số nguyên nhân gây ra yếu tố rủi ro RR8 có thể kể đến là:

- Thiếu sự phối hợp hoặc truyền thông đầy đủ giữa các bộ phận trong dự án;
- Sự thay đổi hoặc bất đồng trong các bản vẽ thiết kế;
- Thiếu sót trong quá trình kiểm tra và xác nhận bản vẽ trước khi bắt đầu thi công.

Yếu tố rủi ro RR9: Kế hoạch sản xuất không phù hợp với tình hình thực tế công trình, với điểm trung bình tổng thể là 4,257. Yếu tố này cũng có trị trung bình tương đồng với yếu tố ở vị trí thứ ba. Kế hoạch sản xuất không phù hợp với tình hình thực tế công trình có thể gây ra sự không hiệu quả và ảnh hưởng đến tiến độ và chất lượng của dự án. Một số nguyên nhân gây ra yếu tố rủi ro RR9 có thể kể đến là:

- Đánh giá không chính xác về khối lượng công việc và thời gian thực hiện;
- Thiếu thông tin hoặc không chính xác về tình hình hiện trạng công trình;
- Sự thay đổi hoặc biến động trong yêu cầu dự án, dẫn đến không phù hợp giữa kế hoạch và thực tế.

Yếu tố rủi ro RR4: Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm về dự án xây dựng mô-đun, với điểm trung bình tổng thể là 4.188. Yếu tố này được xếp thứ 5 trong 35 yếu tố rủi ro được xác định trong nghiên cứu.

Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm về dự án xây dựng MiC có thể gây ra sự không chắc chắn và khả năng xử lý các vấn đề đặc thù của dự án. Một số nguyên nhân gây ra yếu tố rủi ro RR4 có thể kể đến là:

- Đơn vị thi công chưa từng tham gia vào các dự án xây dựng mô-đun trước đó;
- Thiếu quá trình đào tạo và hỗ trợ đầy đủ cho đơn vị thi công;
- Thiếu kinh nghiệm trong việc xử lý các vấn đề đặc thù của dự án xây dựng MiC.

## 5. Giải pháp, kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo

### 5.1. Giải pháp và đề xuất

Dựa vào kết quả phân tích kết hợp với phỏng vấn các chuyên gia, nghiên cứu tổng hợp và đề xuất một số nhóm biện pháp ứng phó gồm: giữ lại rủi ro, chuyển giao rủi ro, giảm thiểu rủi ro, tránh rủi ro ứng với mỗi yếu tố rủi ro trong số 5 yếu tố rủi ro được xác định kể trên có ảnh hưởng lớn nhất đến việc thực hiện dự án xây dựng MiC giai đoạn thi công lắp ghép:

**Yếu tố rủi ro RR1: Thiết bị nâng bị hư hỏng hoặc gặp sự cố hoặc bảo trì:**

- Giữ lại rủi ro: Xây dựng một kế hoạch dự phòng cho các thiết bị nâng, bao gồm việc có sẵn thiết bị dự phòng để sử dụng trong trường hợp thiết bị chính gặp sự cố hoặc hư hỏng; Thực hiện kiểm tra định kỳ và bảo dưỡng thiết bị nâng để đảm bảo chúng hoạt động tốt và tránh các sự cố không mong muốn.

- Chuyển giao rủi ro: Ký kết hợp đồng bảo trì và sửa chữa với nhà cung cấp thiết bị nâng, đảm bảo rằng họ chịu trách nhiệm trong việc duy trì và khắc phục các sự cố hoặc hư hỏng của thiết bị; Chuyển giao phần hoặc toàn bộ trách nhiệm bảo trì và sửa chữa thiết bị nâng cho nhà thầu chuyên về dịch vụ này, để đảm bảo rằng các công việc bảo trì được thực hiện chính xác và kịp thời.

- Giảm thiểu rủi ro: Đào tạo công nhân và nhân viên liên quan về việc sử dụng và bảo trì thiết bị nâng một cách đúng quy trình và an toàn; Xác định và tuân thủ các quy định về kiểm tra an toàn và bảo trì định kỳ của các thiết bị nâng, bao gồm kiểm tra dầu, đồng bộ hóa và hiệu chuẩn các phụ tùng quan trọng.

- Tránh rủi ro: Đảm bảo rằng chỉ có những thiết bị nâng chất lượng tốt và đáng tin cậy được sử dụng trong dự án, bằng cách lựa chọn nhà cung cấp uy tín và có kinh nghiệm; Kiểm tra đánh giá kỹ thuật và bảo đảm rằng các thiết bị nâng đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn và hiệu suất yêu cầu trước khi sử dụng.

**Yếu tố rủi ro RR7: Lỗi kết nối giữa cấu kiện sản xuất ở nhà máy với nhau khi tổ hợp hoặc với cấu kiện đổ tại công trình:**

- Giữ lại rủi ro: "- Thiết lập quy trình kiểm tra và xác minh kết nối: Xác định quy trình kiểm tra kỹ lưỡng và xác minh chính xác các kết nối giữa các cấu kiện sản xuất ở nhà máy và khi lắp đặt tại công trường.

- Sử dụng công nghệ theo dõi: Áp dụng công nghệ tiên tiến như hệ thống giám sát tự động, cảm biến và hệ thống theo dõi để theo dõi quá trình kết nối và phát hiện lỗi kết nối kịp thời."

- Chuyển giao rủi ro: Đào tạo công nhân về quy trình kết nối cấu kiện mô-đun chính xác và đảm bảo sự chuyển giao kiến thức và kỹ năng từ nhà máy đến công trường; Cung cấp hướng dẫn và tài liệu chi tiết về quy trình kết nối, bao gồm hình ảnh, sơ đồ và hướng dẫn bước theo dõi để đảm bảo kết nối đúng và chính xác.

- Giảm thiểu rủi ro: Thực hiện kiểm tra định kỳ và xác minh kết nối giữa các cấu kiện sản xuất và khi lắp đặt tại công trường để phát hiện sớm các lỗi kết nối và khắc phục chúng kịp thời; Xây dựng danh sách kiểm tra chi tiết để đảm bảo tất cả các kết nối được kiểm tra và xác minh chính xác trước khi tiến hành công việc tiếp theo.

- Tránh rủi ro: Sử dụng công nghệ mô phỏng 3D để thiết kế và kiểm tra trước các kết nối giữa các cấu kiện sản xuất và công trường, từ đó tránh được lỗi kết nối từ giai đoạn thiết kế; Tạo một hệ thống liên lạc và giao tiếp hiệu quả giữa các bên liên quan, bao gồm nhà máy sản xuất, công trường thi công và bộ phận quản lý dự án, để đảm bảo thông tin về kết nối được chia sẻ và hiểu rõ.

**Yếu tố rủi ro RR8: Thi công lại do sự khác biệt hoặc gián đoạn giữa các bản vẽ:**

- Giữ lại rủi ro: Thực hiện kiểm tra và đánh giá đầy đủ về các bản vẽ thiết kế và hồ sơ kỹ thuật để xác định sự khác biệt và gián đoạn có thể xảy ra; Lập kế hoạch cụ thể để xử lý sự khác biệt và gián đoạn khi xảy ra, bao gồm việc chuẩn bị tài liệu phục vụ cho việc thi công lại.

- Chuyển giao rủi ro: Thiết lập các quy trình liên lạc chặt chẽ giữa các bên liên quan, bao gồm nhà thầu, đơn vị thiết kế, tư vấn giám sát, chủ đầu tư,... để đảm bảo thông tin được chuyển giao một cách chính xác và kịp thời; Tạo ra hợp đồng rõ ràng và minh bạch giữa các bên để chia sẻ trách nhiệm và rủi ro liên quan đến sự khác biệt và gián đoạn.

- Giảm thiểu rủi ro: Đảm bảo rằng quá trình xây dựng mô-đun được thực hiện theo quy trình kiểm soát chất lượng chặt chẽ, bao gồm kiểm tra định kỳ và kiểm tra sau khi hoàn thành mỗi giai đoạn; Sử dụng công nghệ hiện đại và các phương pháp lắp đặt tiên tiến để giảm thiểu sai sót và sự khác biệt giữa các bản vẽ.

- Tránh rủi ro: Thực hiện việc đánh giá rủi ro và lập kế hoạch trước khi bắt đầu công việc, để xác định các yếu tố tiềm năng có thể dẫn đến sự khác biệt và gián đoạn; Đảm bảo rằng đội ngũ thi công được đào tạo đầy đủ và có kinh nghiệm về dự án xây dựng mô-đun, để tránh các sai sót và vấn đề liên quan đến sự khác biệt và gián đoạn bản vẽ.

**Yếu tố rủi ro RR9: Kế hoạch sản xuất không phù hợp với tình hình thực tế công trình:**

- Giữ lại rủi ro: Đảm bảo sự chuẩn bị đầy đủ về tài chính, nhân lực và thiết bị để ứng phó với các tình huống bất lợi; Thực hiện quản lý rủi ro liên quan đến kế hoạch sản xuất; Xác định ngưỡng rủi ro và thiết lập kế hoạch dự phòng để đối phó với các tình huống không mong muốn.

- Chuyển giao rủi ro: Ký kết hợp đồng với nhà thầu phụ hoặc các bên thứ ba để chuyển giao trách nhiệm và tài sản liên quan đến rủi ro; Đảm bảo rõ ràng về trách nhiệm và quyền lợi của các bên liên quan trong việc chuyển giao rủi ro.

- Giảm thiểu rủi ro: Xây dựng kế hoạch sản xuất chi tiết và cụ thể, đảm bảo sự phù hợp với tình hình thực tế công trình; Đầu tư vào

công nghệ và thiết bị hiện đại để tăng khả năng sản xuất, giảm thời gian và tối ưu hóa quy trình công việc; Đào tạo và nâng cao năng lực của nhân viên liên quan đến quản lý sản xuất, để đảm bảo sự am hiểu và thực hiện kế hoạch một cách hiệu quả; Thiết lập hệ thống giám sát và phản hồi liên tục để theo dõi tiến trình sản xuất và điều chỉnh kế hoạch theo tình hình thực tế.

- Tránh rủi ro: Đánh giá và phân tích cẩn thận các yếu tố liên quan đến kế hoạch sản xuất trước khi thi công, để tránh xảy ra những rủi ro không cần thiết; Thực hiện đánh giá và chọn lựa đối tác, nhà thầu, nhà cung cấp,... đáng tin cậy, có kinh nghiệm và có khả năng thực hiện kế hoạch sản xuất một cách chính xác và đúng hẹn; Đảm bảo tính khả thi của kế hoạch sản xuất trước khi tiến hành, bằng cách kiểm tra và đánh giá các yếu tố kỹ thuật, tài chính và nhân lực cần thiết.

Yếu tố rủi ro RR4: Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm về dự án xây dựng mô-đun:

- Giữ lại rủi ro: Xem xét kỹ lưỡng khả năng và kinh nghiệm của đơn vị thi công trong việc thực hiện các dự án tương tự và xác định rủi ro có thể phát sinh do thiếu kinh nghiệm; Đảm bảo hợp đồng với đơn vị thi công bao gồm các điều khoản liên quan đến kinh nghiệm, chất lượng và đội ngũ nhân viên đảm bảo rằng đơn vị thi công đáp ứng đủ yêu cầu.

- Chuyển giao rủi ro: Hợp tác với đơn vị có kinh nghiệm trong lĩnh vực thi công mô-đun để chuyển giao kiến thức và kỹ năng thi công; Cung cấp khóa đào tạo và hướng dẫn cho đơn vị thi công về các quy trình, phương pháp và kỹ năng thi công mô-đun.

- Giảm thiểu rủi ro: Áp dụng quy trình quản lý dự án nghiêm ngặt để theo dõi tiến độ, chất lượng và hiệu suất của đơn vị thi công; Thực hiện kiểm tra định kỳ và đánh giá quá trình thi công để phát hiện và khắc phục sự thiếu kinh nghiệm và lỗi hệ thống kịp thời.

- Tránh rủi ro: Chọn đối tác có kinh nghiệm trong thi công mô-đun để tránh rủi ro do thiếu kinh nghiệm của đơn vị thi công; Xây dựng đội ngũ chuyên gia có kinh nghiệm trong thi công mô-đun để hỗ trợ đơn vị thi công và đảm bảo chất lượng và hiệu suất của công trình.

## 5.2. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được 35 yếu tố rủi ro ảnh hưởng đến việc thực hiện dự án xây dựng MiC giai đoạn thi công lắp ghép, đồng thời phân tích nguyên nhân và biện pháp ứng phó cụ thể cho 5 yếu tố rủi ro có ảnh hưởng lớn nhất. Kết quả này đóng góp vào việc nâng cao hiểu biết về các yếu tố rủi ro trong quá trình thi công lắp đặt dự án MiC và những chiến lược đối phó, từ đó hỗ trợ Nhà quản lý ra quyết định thông minh và thúc đẩy sự phát triển bền vững trong mảng xây dựng mô-đun nói riêng và nền xây dựng Việt Nam nói chung.

Giới hạn về phạm vi nghiên cứu: Nghiên cứu tập trung vào giai đoạn thi công lắp đặt dự án xây dựng mô-đun, do đó, không bao gồm các giai đoạn khác trong vòng đời của dự án. Điều này có thể bỏ qua các yếu tố rủi ro có thể phát sinh trong các giai đoạn khác như lập kế hoạch, thiết kế, vận hành, và bảo trì.

## 5.3. Đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo

Nghiên cứu đề xuất một số đề tài nghiên cứu tiếp theo:

a) Đề tài: Đánh giá và quản lý rủi ro trong giai đoạn vận hành và bảo trì dự án xây dựng mô-đun (MiC)

Mô tả: Nghiên cứu các yếu tố rủi ro và hiệu quả của quản lý rủi ro trong giai đoạn vận hành và bảo trì của dự án xây dựng mô-đun. Đề xuất phương pháp và công cụ để đánh giá, giảm thiểu và quản lý rủi ro trong giai đoạn này.

Mục tiêu nghiên cứu: Phân tích các yếu tố rủi ro, xây dựng mô hình quản lý rủi ro, đề xuất các biện pháp ứng phó rủi ro, áp dụng và đánh giá hiệu quả trong thực tế.

b) Đề tài: Ứng dụng công nghệ Blockchain trong quản lý rủi ro dự án xây dựng mô-đun (MiC) giai đoạn thi công lắp đặt

Mô tả: Nghiên cứu tiềm năng và ứng dụng của công nghệ Blockchain trong việc quản lý rủi ro trong dự án xây dựng mô-đun. Xây dựng hệ thống quản lý rủi ro dựa trên Blockchain để tăng tính minh bạch, bảo mật và đáng tin cậy cho quá trình quản lý rủi ro.

Mục tiêu nghiên cứu: Nghiên cứu các khía cạnh và cơ chế của công nghệ Blockchain, phát triển hệ thống quản lý rủi ro dựa trên Blockchain, đánh giá hiệu quả và tiềm năng ứng dụng trong dự án xây dựng mô-đun.

c) Đề tài: Tối ưu hóa quản lý rủi ro trong dự án xây dựng mô-đun (MiC) giai đoạn thi công lắp đặt sử dụng trí tuệ nhân tạo và máy học

Mô tả: Áp dụng các phương pháp trí tuệ nhân tạo và học máy để tối ưu hóa quá trình quản lý rủi ro trong dự án xây dựng mô-đun. Sử dụng dữ liệu lịch sử và mô hình học máy để dự đoán, đánh giá và đề xuất các biện pháp quản lý rủi ro tối ưu.

Mục tiêu nghiên cứu: Áp dụng trí tuệ nhân tạo và học máy trong quản lý rủi ro, xây dựng mô hình dự đoán rủi ro, đề xuất biện pháp quản lý rủi ro tối ưu, đánh giá hiệu quả của mô hình trong thực tế.

d) Đề tài: Tích hợp Building Information Modeling (BIM) vào quản lý rủi ro dự án xây dựng mô-đun (MiC) giai đoạn thi công lắp đặt

Mô tả: Nghiên cứu tích hợp công nghệ Building Information Modeling (BIM) vào quá trình quản lý rủi ro của dự án xây dựng mô-đun. Sử dụng BIM để tạo ra mô hình 3D, quản lý thông tin và phân tích rủi ro để cải thiện khả năng dự đoán và quản lý rủi ro.

Mục tiêu nghiên cứu: Nghiên cứu tích hợp BIM vào quản lý rủi ro, phát triển công cụ và phương pháp quản lý rủi ro dựa trên mô hình BIM, đánh giá hiệu quả và ứng dụng trong dự án xây dựng mô-đun.

Đề tài nghiên cứu này sẽ đóng góp vào việc mở rộng kiến thức về quản lý rủi ro trong dự án xây dựng mô-đun và đưa ra các phương pháp, công cụ mới để cải thiện hiệu quả quản lý rủi ro trong lĩnh vực này.

## Lời cảm ơn

“Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.”

**Tài liệu tham khảo**

- [1] Indochine Engineering, “Why modular construction? Process Typical modular structure construction phrases Typical modular structure assembling process.”
- [2] M. Kamali and K. Hewage, “Life cycle performance of modular buildings: A critical review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 62. Elsevier Ltd, pp. 1171–1183, Sep. 01, 2016. doi: 10.1016/j.rser.2016.05.031.
- [3] I. Y. Wuni, G. Q. Shen, and B.-G. Hwang, “Rủi ro khi xây dựng tích hợp mô-đun: Đánh giá và hướng nghiên cứu trong tương lai,” *Front of Engineering and Management*, 2019.
- [4] H. N. Tuệ, “Dự báo tiến độ thi công trình lắp ghép bằng trí tuệ nhân tạo,” Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM, 2018.
- [5] L. V. Thông and T. K. Tường, “Nhà lắp ghép và các yêu cầu để phát triển tại Việt Nam,” *Tạp san UAH*, 2019, [Online]. Available: <http://www.uah.edu.vn>
- [6] P. V. H. Sơn and H. T. Hiếu, “Phát triển thuật toán lai ghép kiến sư từ (ALO) để tối ưu chi phí logistic cho cấu kiện bê tông đúc sẵn,” *Tạp chí khoa học công nghệ xây dựng, ĐHXDHN*, vol. 16, no. 1V, pp. 48–63, 2021, doi: 10.31814/stce.huice(nuce)2022-16(1V)-05.
- [7] N. H. Hà and N. T. Giang, “Đánh giá kỹ thuật về nhà ở lắp ghép do công ty Vinaconex Xuân Mai thiết kế và thi công,” *Viện KHCN Xây dựng*.
- [8] A. A. Khan, R. Yu, T. Liu, S. Sepasgozar, and C. Chen, “A Systematic Review of Risks in Modular Integrated Construction Practice.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/356160962>
- [9] I. Y. Wuni, G. Q. Shen, and B.-G. Hwang, “Risks of modular integrated construction: A review and future research directions,” *Frontiers of Engineering Management*, vol. 7, no. 1, pp. 63–80, Mar. 2020, doi: 10.1007/s42524-019-0059-7.
- [10] I. Y. Wuni and G. Q. P. Shen, “Risks Identification and Allocation in the Supply Chain of Modular Integrated Construction (MiC).”
- [11] C. Z. Li, G. Q. Shen, F. Xue, L. Luo, X. Xu, and L. Sommer, “Schedule risk modeling in prefabrication housing production,” *J Clean Prod*, vol. 153, pp. 692–706, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.11.028.
- [12] H. Xian Li, M. Al-Hussein, Z. Lei, and Z. Ajweh Hong Xian Li, “Risk identification and assessment of modular construction utilizing fuzzy analytic hierarchy process (AHP) and simulation.” [Online]. Available: [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com)
- [13] I. Y. Wuni, G. Q. P. Shen, and A. T. Mahmud, “Critical risk factors in the application of modular integrated construction: a systematic review,” *International Journal of Construction Management*, vol. 22, no. 2, pp. 133–147, 2019, doi: 10.1080/15623599.2019.1613212.
- [14] I. Y. Wuni, G. Q. Shen, R. Osei-Kyei, and S. Agyeman-Yeboah, “Modelling the critical risk factors for modular integrated construction projects,” *International Journal of Construction Management*, vol. 22, no. 11, pp. 2013–2026, 2020, doi: 10.1080/15623599.2020.1763049.
- [15] J. S. Lee and Y. S. Kim, “Analysis of cost-increasing risk factors in modular construction in Korea using FMEA,” *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 21, no. 6, pp. 1999–2010, Sep. 2017, doi: 10.1007/s12205-016-0194-1.
- [16] S. G. Brissi, L. Debs, and E. Elwakil, “A review on the factors affecting the use of offsite construction in multifamily housing in the united states,” *Buildings*, vol. 11, no. 1. MDPI AG, pp. 1–23, Jan. 01, 2021. doi: 10.3390/buildings11010005.
- [17] H. Trọng and C. N. M. Ngọc, *Phân Tích Dữ Liệu Nghiên Cứu Với SPSS*. NXB Thống Kê, 2005.