

Phân tích các yếu tố rủi ro và đề xuất tích hợp mô hình thông tin công trình (BIM) với cấu trúc phân chia rủi ro (RBS) trong giai đoạn thi công dự án nhà cao tầng tại Việt Nam

Nguyễn Anh Thư^{1,2}, Lê Hoàng Minh Đăng^{1,2*}

¹ Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa

² Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh

TỪ KHOÁ

Quản lý rủi ro
Mô hình thông tin công trình (BIM)
Cấu trúc phân chia rủi ro (RBS)
Giai đoạn thi công

TÓM TẮT

Trong bối cảnh ngành xây dựng ngày càng phát triển, với nhiều dự án nhà cao tầng phức tạp, việc quản lý rủi ro trở thành yếu tố then chốt nhằm đảm bảo tiến độ, chất lượng và chi phí. Với mục tiêu nâng cao hiệu quả công tác quản lý rủi ro trong các dự án, nghiên cứu này nhằm mục đích xác định các rủi ro ảnh hưởng đến quá trình thi công dự án nhà cao tầng và phân tích tác động của chúng. Để thực hiện nghiên cứu, tổng cộng 41 yếu tố rủi ro được xác định từ các nghiên cứu trước đây, kết hợp cùng phỏng vấn chuyên sâu các chuyên gia đã có nhiều năm kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng. Sau khi xây dựng bảng câu hỏi và gửi đến 70 đối tượng khảo sát, thu về 63 phản hồi hợp lệ đưa vào phân tích. Từ kết quả phân tích, sắp xếp các yếu tố rủi ro theo thứ tự mức độ ảnh hưởng từ cao đến thấp trong giai đoạn thi công của dự án. Những phát hiện này cung cấp cơ sở cho việc đề xuất xây dựng một mô hình tích hợp Mô hình Thông tin Công trình (BIM) và Cấu trúc Phân chia Rủi ro (RBS), giúp hỗ trợ nhận diện và phân tích rủi ro hiệu quả, góp phần nâng cao hiệu suất và chất lượng trong ngành xây dựng tại Việt Nam.

KEYWORDS

Risk Management
Building Information Modeling (BIM)
Risk Breakdown Structure (RBS)
Construction Phase

ABSTRACT

In the context of a rapidly growing construction industry with increasingly complex high-rise building projects, risk management has become a critical factor in ensuring project schedule, quality, and cost control. Aiming to enhance the effectiveness of risk management practices in such projects, this study seeks to identify the risks affecting the construction phase of high-rise developments and analyze their impacts. A total of 41 risk factors were identified based on a review of previous studies, combined with in-depth interviews with industry experts who have extensive experience in the construction field. A structured questionnaire was then developed and distributed to 70 respondents, resulting in 63 valid responses used for analysis. Based on the analysis, the risk factors were ranked in descending order of impact during the construction phase. These findings serve as a foundation for proposing an integrated model that combines Building Information Modeling (BIM) and the Risk Breakdown Structure (RBS), aimed at supporting effective risk identification and analysis, thereby contributing to improved performance and quality in Vietnam's construction industry.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, ngành xây dựng tại Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức trong việc đảm bảo tiến độ, chất lượng và chi phí dự án, đặc biệt là ở các công trình nhà cao tầng với quy mô và mức độ phức tạp ngày càng tăng [1]. Một trong những yếu tố then chốt ảnh hưởng đến sự thành công của dự án chính là năng lực quản lý rủi ro trong giai đoạn thi công [2]. Tuy nhiên, thực tế cho thấy các phương pháp quản lý rủi ro truyền thống vẫn còn hạn chế về tính trực quan, khả năng dự đoán và mức độ phối hợp giữa các bên liên quan [3]. Các yếu tố rủi ro có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng, tiến độ và chi phí dự án. Theo thống kê của Bộ Lao động –

Thương binh và Xã hội, năm 2024 ghi nhận hơn 8200 vụ tai nạn lao động tại Việt Nam, gây ra 727 trường hợp tử vong và 1690 người bị thương, trong đó 30 % thuộc lĩnh vực xây dựng, với nguyên nhân từ phía người sử dụng lao động chiếm đến 46,91 % [4]. Những con số này phản ánh mức độ rủi ro cao và nhấn mạnh tính cấp thiết của việc triển khai các biện pháp quản lý rủi ro hiệu quả trong xây dựng.

Cùng với xu hướng số hóa trong xây dựng, Mô hình Thông tin Công trình (Building Information Modeling - BIM) đã và đang được công nhận như một công cụ hiệu quả trong công tác quản lý dự án [5]. Khi được tích hợp với Cấu trúc Phân chia Rủi ro (Risk Breakdown Structure – RBS), BIM không chỉ giúp mô hình hóa và trực quan hóa các yếu tố rủi ro mà còn cung cấp một hệ thống phân tích có cấu trúc, hỗ trợ ra quyết

*Liên hệ tác giả: lhmdang.sdh212@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 09/05/2025, sửa xong ngày 05/06/2025, chấp nhận đăng ngày 10/06/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2025.974>

định một cách chính xác và kịp thời [6]. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định và đánh giá các yếu tố rủi ro ảnh hưởng đến dự án, từ đó đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả ứng dụng BIM tích hợp RBS trong công tác quản lý, góp phần hoàn thiện quy trình quản lý rủi ro phù hợp với điều kiện thực tế của ngành xây dựng trong nước.

2. Tổng quan về BIM và cấu trúc phân chia rủi ro trong xây dựng

Mô hình thông tin xây dựng (BIM) là một quy trình tích hợp nhằm tạo lập và quản lý các mô hình thông tin kỹ thuật số trong suốt vòng đời của công trình [5]. BIM đóng vai trò như một cơ sở dữ liệu thiết kế số hóa, bao gồm tập hợp các tệp thông tin có cấu trúc, mô tả chi tiết các yếu tố hình học, kích thước, vật liệu, số lượng và mối liên hệ không gian giữa các cấu kiện, bộ phận của công trình. Những thông tin này được kết nối chặt chẽ thông qua các phần mềm chuyên dụng, cho phép các bên liên quan dễ dàng truy cập, trao đổi và cập nhật dữ liệu trong thời gian thực, từ đó hỗ trợ hiệu quả quá trình ra quyết định và quản lý dự án [7].

Theo TS. Tạ Ngọc Bình (Viện Kinh tế Xây dựng – Bộ Xây dựng), “BIM được xem là xu thế tất yếu của ngành xây dựng hiện đại và Việt Nam hiện là thành viên của mạng lưới BIM toàn cầu”. Nhiều tiêu chuẩn quốc tế như ISO 12911, ISO 12006, ISO 16739 hay bộ tiêu chuẩn ISO 19650 đã được áp dụng để thiết lập khung vận hành, trao đổi dữ liệu và quản lý vòng đời công trình [8]. Việt Nam đã ban hành các văn bản quan trọng như Quyết định 348/QĐ-BXD (2021) và 258/QĐ-TTg (2023) để triển khai lộ trình áp dụng BIM, bắt đầu từ năm 2023 đối với các công trình cấp I, cấp đặc biệt sử dụng vốn nhà nước. Việc ứng dụng BIM giúp nâng cao chất lượng thiết kế, hỗ trợ tổ chức thi công, kiểm soát chất lượng, tối ưu quản lý tài nguyên và vận hành công trình, đồng thời là công cụ hữu hiệu phục vụ công tác quản lý trong xây dựng [7].

Cấu trúc phân chia rủi ro (RBS) là một công cụ thể hiện các rủi ro dự án theo dạng cây phân cấp, từ các nhóm rủi ro chung như kỹ thuật, quản lý, lập kế hoạch đến các rủi ro chi tiết hơn ở cấp thấp hơn. RBS giúp sắp xếp rủi ro theo nguyên nhân, cung cấp cái nhìn tổng thể, hỗ trợ đánh giá và lập kế hoạch ứng phó hiệu quả. Với tính linh hoạt và khả năng cập nhật dễ dàng, RBS còn có thể tích hợp với Cấu trúc phân chia công việc (WBS) để tạo ra Ma trận phân chia rủi ro (RBM), cho phép xác định rủi ro cụ thể theo từng hạng mục công việc [9].

Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin trong xây dựng, xu hướng tích hợp quản lý rủi ro, đặc biệt thông qua BIM ngày càng được quan tâm. Nhiều nghiên cứu đã khai thác RBS để thiết kế cơ sở dữ liệu rủi ro và hỗ trợ phân tích, giám sát thông tin rủi ro, như Tah & Carr (2001) [10] hay Shen & Marks (2016) với mô hình trực quan hóa dữ liệu sự cố xảy ra trên BIM [6]. Một số nguyên mẫu khác như của Shim và cộng sự (2012); Ding và cộng sự (2016) tập trung vào mô phỏng rủi ro và liên kết thông tin rủi ro với đối tượng BIM, tuy nhiên còn hạn chế về khả năng tương tác và tính ứng dụng do mô hình phức tạp [11].

Tại Việt Nam, quản lý rủi ro trong xây dựng ngày càng được quan tâm nhưng hiệu quả vẫn chưa cao, do cách tiếp cận rủi ro còn phân tán

và thiếu tính hệ thống [1]. Công nghệ BIM với ưu điểm trực quan và tích hợp dữ liệu đã được đề xuất như một giải pháp tiềm năng để nâng cao hiệu quả quản lý rủi ro trong toàn bộ vòng đời dự án [5]. Tuy nhiên, việc ứng dụng BIM vào thực tế còn gặp nhiều hạn chế và phần lớn các nghiên cứu vẫn dừng ở mức khái niệm hoặc nguyên mẫu [11]. Tác giả nhận thấy có hai hướng tiếp cận chính: định hướng sản phẩm (trực quan hóa rủi ro trên mô hình BIM) và định hướng quy trình (tích hợp BIM vào quy trình quản lý truyền thống). Với mong muốn tìm ra quy trình quản lý rủi ro khả thi, tiết kiệm và hiệu quả, nghiên cứu nhằm mục đích xác định chính xác các nguyên nhân rủi ro có mức độ tác động đáng kể đến dự án xây dựng trong giai đoạn thi công.

3. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện nghiên cứu này, tác giả đã dùng phương pháp phân tích định lượng kết hợp với phân tích dữ liệu để đánh giá các yếu tố rủi ro ảnh hưởng đến tiến độ, chi phí và chất lượng của dự án. Cụ thể, nghiên cứu tập trung vào các rủi ro trong giai đoạn thi công của dự án.

Đầu tiên, danh sách rủi ro được sơ bộ thiết lập thông qua cơ sở lý thuyết, tổng quan tài liệu về các nghiên cứu đã công bố trước đây, kết hợp với phỏng vấn chuyên sâu, lấy ý kiến từ các chuyên gia. Tiến hành thu thập dữ liệu qua Google Form thông qua bảng khảo sát đã được thiết kế, sử dụng thang đo Likert 5 mức độ nhằm đo lường về khả năng xảy ra và mức độ tác động của từng yếu tố rủi ro. Sau khi tổng hợp dữ liệu, tiến hành phân tích, kiểm tra độ tin cậy của thang đo bằng hệ số Cronbach's Alpha. Tiếp theo, đánh giá rủi ro qua việc đo lường khả năng xuất hiện cũng như tác động của rủi ro đến dự án. Phát triển từ phương pháp PI (Theo Zhi, 1995) [12], sử dụng phương pháp đo lường trị số rủi ro RF để thực hiện đánh giá rủi ro bằng việc xếp hạng và phân tích mức độ ảnh hưởng [13]. Cuối cùng là đưa ra kết luận và kiến nghị.

$$\text{Công thức: } RF = P + I - P * I$$

Trong đó: RF là mức độ rủi ro

P là khả năng xảy ra rủi ro trong khoảng từ 0 đến 1

I là mức độ tác động của rủi ro trong khoảng từ 0 đến 1

Sau khi tiến hành tham khảo và tổng hợp từ các tài liệu hiện có và tham vấn ý kiến từ các chuyên gia có nhiều năm kinh nghiệm trong lĩnh vực, nghiên cứu đã tổng hợp được một danh sách gồm 41 yếu tố rủi ro có khả năng xảy ra và mức độ ảnh hưởng đáng kể đến giai đoạn thi công các dự án xây dựng trong nước.

4. Kết quả nghiên cứu

Kết quả sau vòng khảo sát chính thức thông qua Google Form nhận về 65 phản hồi trên tổng số 70 phiếu khảo sát đã gửi đến các chuyên gia, kỹ sư có kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng. Trong đó, sau khi loại 2 phiếu trả lời không hợp lệ do đáp viên không trả lời đầy đủ thông tin khảo sát, tiến hành phân tích thống kê với 63 phản hồi hợp lệ.

Bảng 1. Danh sách các yếu tố rủi ro.

STT	Rủi ro	Yếu tố rủi ro	Các nghiên cứu tham khảo
1	RR1	Tình hình tài chính của chủ đầu tư	[14], [3], [15], [16], [17]
2	RR2	Nhà cung cấp thiếu năng lực tài chính	[18], [14], [19], [20]
3	RR3	Tình hình tài chính của nhà thầu	[2], [14], [19]
4	RR4	Năng lực chủ đầu tư	[14], [21]
5	RR5	Thái độ làm việc của bộ máy cấp cao	[2], [14], [16], [17]
6	RR6	Bàn giao mặt bằng thi công	[2], [3], [22]
7	RR7	Năng lực đơn vị tư vấn giám sát	[3], [18], [16], [2]
8	RR8	Giải quyết mâu thuẫn trong dự án	[3], [2], [23], [24], [25]
9	RR9	Sự phối hợp, trao đổi thông tin giữa các bên trong dự án	[23], [25], [24], [16], [19], [20]
10	RR10	Sự quản lý, phối hợp trên công trường	[3], [16], [19], [18]
11	RR11	Vấn đề điều chỉnh tiến độ dự án	[21], [3], [19], [16], [26]
12	RR12	Thời gian phát hành thiết kế (hạng mục chưa rõ ràng, phát sinh)	[21], [26], [22]
13	RR13	Thời gian phê duyệt hồ sơ, bản vẽ	Chuyên gia đề xuất
14	RR14	Yêu cầu thay đổi (thiết kế, phạm vi công việc)	[2], [19], [16], [26]
15	RR15	Vấn đề thiết kế (hợp lý, khả thi)	[2], [15], [23], [24], [25], [27]
16	RR16	Sai sót trong thiết kế	[25], [24], [16], [19]
17	RR17	Hợp đồng thanh toán không rõ ràng	[3], [26], [18], [21], [17]
18	RR18	Quản lý hợp đồng	[3], [26], [18], [21], [17]
19	RR19	Sự khác biệt giữa các điều kiện thực tế so với khi khảo sát, thiết kế	[18], [27], [22]
20	RR20	Thay đổi đặc tính vật liệu	[26], [17]
21	RR21	Sự cung ứng vật tư của đơn vị cung ứng (thời gian, chất lượng)	[21], [3], [23], [25], [24], [20]
22	RR22	Quản lý vật tư trên công trường	[21], [24], [19], [16], [26], [18]
23	RR23	Sự vận hành của máy móc, thiết bị thi công quan trọng	[2], [18], [23], [25], [24]
24	RR24	Thiếu nhân sự chuyên môn cao	Chuyên gia đề xuất
25	RR25	Năng lực, kinh nghiệm của nhà thầu	[3], [23], [25], [26], [18], [27]
26	RR26	Quản lý kỹ thuật trong thi công	[3], [16], [26], [21]
27	RR27	Biện pháp thi công không phù hợp	[16], [26]
28	RR28	Vấn đề an toàn lao động	[3], [14], [23], [25], [24], [17]
29	RR29	Đình công lao động, thiếu hụt nhân công	[16], [25], [24], [26], [21], [27]
30	RR30	Vấn đề tham nhũng hối lộ	[21], [2]
31	RR31	Thay đổi lãi suất	[21], [3], [14], [27], [22]
32	RR32	Vấn đề lạm phát	[3], [14], [23], [24], [27]
33	RR33	Biến động thị trường	[25], [24], [16], [26]
34	RR34	Giá vật tư tăng	[19], [16], [26], [18], [27]
35	RR35	Sự phê duyệt các giấy phép của cơ quan hành chính	[2], [21], [3], [23], [25], [24]
36	RR36	Tham nhũng và hối lộ	Chuyên gia đề xuất
37	RR37	Thay đổi chính sách, pháp luật tác động tới dự án	[2], [21], [3], [23], [25], [24]
38	RR38	Công nghệ mới	[3], [25], [24], [17]
39	RR39	Các hoạt động có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường	[3], [23], [25]
40	RR40	Điều kiện địa chất công trình	[21], [3], [14], [22]
41	RR41	Thời tiết	[21], [3], [14], [19], [27], [17]

4.1. Kết quả kiểm tra độ tin cậy của thang đo bằng hệ số Cronbach's Alpha

Kết quả kiểm định độ tin cậy của thang đo cho thấy hệ số Cronbach's Alpha cho tổng thể thang đo khả năng xảy ra và mức độ tác

động lần lượt là $0,933 > 0,8$ và $0,943 > 0,8$; kết quả cho thấy thang đo là đáng tin cậy và có thể sử dụng để tiến hành phân tích các bước tiếp theo. Mặt khác, hầu hết các biến đều đạt hệ số tương quan biến tổng lớn hơn 0,3; chỉ có biến RR18 có hệ số tương quan biến tổng bằng $0,223 <$

0,3; cho thấy biến này không đo lường cùng một khái niệm với các biến còn lại, nhưng xét thấy nếu loại biến này thì hệ số tương quan biến tổng sau khi loại biến tăng lên không đáng kể, sau khi tham khảo ý kiến chuyên gia, tác giả quyết định giữ lại yếu tố này để phân tích.

Bảng 2. Cronbach's Alpha về khả năng xảy ra của rủi ro.

Hệ số Cronbach's Alpha	Tổng số biến N
0,933	41

Bảng 3. Cronbach's Alpha về mức độ tác động của rủi ro.

Hệ số Cronbach's Alpha	Tổng số biến N
0,943	41

4.2. Kết quả phân tích xếp hạng các rủi ro

Sau khi đã kiểm định độ tin cậy của thang đo bằng hệ số Cronbach's Alpha. Tiến hành đánh giá rủi ro bằng việc xếp hạng và phân tích mức độ ảnh hưởng của các biến rủi ro bằng phương pháp PI, thông qua trị số rủi ro RF.

Sau khi xếp hạng khảo sát các yếu tố, tiến hành phân tích 05 yếu tố rủi ro đầu tiên, có ảnh hưởng đáng kể đến sự thành công của dự án trong giai đoạn thi công:

- Sự phối hợp, trao đổi thông tin giữa các bên trong dự án (RR9): Trong giai đoạn thi công, sự phối hợp hiệu quả giữa các bên như chủ đầu tư, tư vấn thiết kế, giám sát và nhà thầu là yếu tố quyết định sự thông suốt trong toàn bộ quá trình thực hiện dự án. Việc truyền đạt thông tin không đầy đủ hoặc không đồng nhất dễ dẫn đến hiểu nhầm, thi công sai, gây gián đoạn tiến độ và phát sinh chi phí. Trong bối cảnh này, việc tích hợp BIM giúp thiết lập môi trường làm việc trực quan, nơi mọi thông tin được cập nhật và đồng bộ theo thời gian thực. Khi kết hợp với RBS, từng rủi ro do thiếu liên kết có thể được gắn kết với các hạng mục cụ thể trong mô hình, giúp cảnh báo sớm và phân công trách nhiệm rõ ràng.

- Sự khác biệt giữa các điều kiện thực tế so với khi khảo sát, thiết kế (RR19): Sai lệch giữa hiện trạng công trình và kết quả khảo sát ban đầu là một trong những nguyên nhân phổ biến gây gián đoạn thi công. Ví dụ, địa chất nền móng yếu hơn dự kiến hoặc hệ thống hạ tầng ngầm không được cập nhật đầy đủ sẽ làm phương án thi công trở nên không khả thi. RBS cho phép phân loại rủi ro từ giai đoạn khảo sát và lập thiết kế, trong khi BIM có thể mô phỏng các điều kiện thực tế theo dữ liệu đầu vào, từ đó đánh giá sớm mức độ phù hợp giữa thiết kế và hiện trạng.

Bảng 4. Bảng xếp hạng các yếu tố rủi ro.

Rủi ro	Yếu tố rủi ro	P	I	RF	Hạng
RR9	Sự phối hợp, trao đổi thông tin giữa các bên trong dự án	0,630	0,621	0,860	1
RR19	Sự khác biệt giữa các điều kiện thực tế so với khi khảo sát, thiết kế	0,617	0,611	0,851	2
RR3	Tình hình tài chính của nhà thầu	0,611	0,608	0,848	3
RR10	Sự quản lý, phối hợp trên công trường	0,630	0,586	0,847	4

- Tình hình tài chính của nhà thầu (RR3): Khả năng tài chính ảnh hưởng trực tiếp đến tiến độ thanh toán vật tư, nhân công và khả năng duy trì thi công liên tục. Thông qua RBS, rủi ro tài chính có thể được định danh rõ ràng và theo dõi trong suốt dự án, giúp nhà thầu xây dựng kế hoạch dòng tiền hợp lý và kiểm soát tốt rủi ro tài chính.

- Sự quản lý, phối hợp trên công trường (RR10): Sự thiếu hiệu quả trong điều hành và phối hợp các tổ đội thi công trên công trường thường dẫn đến chồng chéo công việc, mất kiểm soát tiến độ hoặc xảy ra sự cố an toàn. Trong khi đó, mô hình BIM hỗ trợ lập kế hoạch thi công chi tiết, kiểm soát thi công theo thời gian. RBS đóng vai trò phân loại các rủi ro tiềm ẩn trong công tác tổ chức thi công, từ đó giúp nhà thầu theo dõi từng nhóm rủi ro cụ thể và gắn chúng với các giai đoạn, công tác cụ thể trong mô hình BIM.

- Sai sót trong thiết kế (RR16): Những sai sót trong hồ sơ thiết kế như thiếu chi tiết, không đồng bộ giữa các bộ môn, hoặc không phù hợp với hiện trạng là nguyên nhân chính dẫn đến việc phải dừng thi công, chỉnh sửa hoặc làm lại. Với BIM, các mô hình đa bộ môn có thể được tích hợp và kiểm tra xung đột (clash detection) trước khi thi công, hạn chế đáng kể rủi ro thiết kế. Khi kết hợp với RBS, các loại rủi ro liên quan đến thiết kế có thể được xác định từ đầu và kiểm soát tốt hơn thông qua việc liên kết với từng chi tiết mô hình.

5. Kết luận

Thông qua khảo sát tài liệu và thu thập ý kiến chuyên gia, nghiên cứu đã xác định được cơ bản 41 yếu tố rủi ro ảnh hưởng đến giai đoạn thi công dự án nhà cao tầng, trong đó, bên cạnh các rủi ro tài chính thì các rủi ro liên quan đến thiết kế, thi công và quản lý được đánh giá là phổ biến và nghiêm trọng nhất. Đa phần các rủi ro này đều nằm trong phạm vi có thể kiểm soát, nếu có một chiến lược nhận diện và xử lý phù hợp. Việc tích hợp Mô hình Thông tin Công trình (BIM) và Cấu trúc Phân chia Rủi ro (RBS) được xem là một hướng tiếp cận tiềm năng, giúp trực quan hóa, phân tích và quản lý rủi ro một cách hệ thống, khoa học hơn. Mô hình này cho phép nhà thầu không chỉ nhận diện rủi ro sớm mà còn theo dõi và đưa ra biện pháp ứng phó hiệu quả trong suốt quá trình thi công, góp phần đảm bảo tiến độ, chất lượng và chi phí dự án.

Nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế như phạm vi khảo sát chỉ giới hạn trong khu vực TP.HCM với số lượng chuyên gia khảo sát còn ít, ảnh hưởng đến tính đại diện của kết quả. Ngoài ra, nghiên cứu chỉ tập trung vào rủi ro trong giai đoạn thi công và việc tích hợp các công nghệ nâng cao như AI hay dữ liệu lớn vào quản lý rủi ro cũng chưa được đề cập, là hướng phát triển cần thiết trong các nghiên cứu tiếp theo.

Rủi ro	Yếu tố rủi ro	P	I	RF	Hạng
RR16	Sai sót trong thiết kế	0,630	0,583	0,846	5
RR1	Tình hình tài chính của chủ đầu tư	0,611	0,602	0,845	6
RR4	Năng lực chủ đầu tư	0,608	0,592	0,840	7
RR27	Biện pháp thi công không phù hợp	0,602	0,595	0,839	8
RR25	Năng lực, kinh nghiệm của nhà thầu	0,621	0,573	0,838	9
RR2	Nhà cung cấp thiếu năng lực tài chính	0,586	0,605	0,836	10
RR12	Thời gian phát hành thiết kế (hạng mục chưa rõ ràng, phát sinh)	0,621	0,567	0,836	11
RR13	Thời gian phê duyệt hồ sơ, bản vẽ	0,598	0,589	0,835	12
RR7	Năng lực đơn vị tư vấn giám sát	0,617	0,567	0,834	13
RR15	Vấn đề thiết kế (hợp lý, khả thi)	0,611	0,573	0,834	14
RR31	Thay đổi lãi suất	0,602	0,583	0,834	15
RR5	Thái độ làm việc của bộ máy cấp cao	0,608	0,563	0,829	16
RR20	Thay đổi đặc tính vật liệu	0,624	0,544	0,829	17
RR14	Yêu cầu thay đổi (thiết kế, công việc)	0,579	0,592	0,828	18
RR22	Quản lý vật tư trên công trường (mất mát, hao hụt, lãng phí)	0,595	0,567	0,825	19
RR33	Biến động thị trường	0,586	0,570	0,822	20
RR29	Đình công lao động, thiếu hụt nhân công	0,602	0,551	0,821	21
RR30	Vấn đề tham nhũng hối lộ	0,595	0,557	0,821	22
RR26	Quản lý kỹ thuật trong thi công	0,583	0,570	0,820	23
RR38	Công nghệ mới	0,592	0,551	0,817	24
RR28	Vấn đề an toàn lao động	0,586	0,557	0,817	25
RR35	Sự phê duyệt các giấy phép của cơ quan hành chính	0,586	0,554	0,815	26
RR18	Quản lý hợp đồng	0,560	0,579	0,815	27
RR39	Các hoạt động có nguy cơ gây ô nhiễm	0,598	0,532	0,812	28
RR21	Sự cung ứng vật tư của đơn vị cung ứng	0,570	0,560	0,811	29
RR6	Bàn giao mặt bằng thi công	0,567	0,563	0,811	30
RR34	Giá vật tư tăng	0,573	0,554	0,810	31
RR11	Vấn đề điều chỉnh tiến độ dự án	0,586	0,538	0,809	32
RR32	Vấn đề lạm phát	0,579	0,538	0,806	33
RR17	Hợp đồng thanh toán không rõ ràng	0,557	0,560	0,805	34
RR41	Thời tiết	0,563	0,552	0,805	35
RR40	Điều kiện địa chất công trình	0,589	0,519	0,802	36
RR37	Thay đổi chính sách, pháp	0,567	0,535	0,798	37
RR23	Sự vận hành của máy móc, thiết bị thi công quan trọng	0,589	0,510	0,798	38
RR24	Thiếu nhân sự chuyên môn cao	0,573	0,519	0,795	39
RR8	Giải quyết mâu thuẫn trong dự án	0,538	0,551	0,793	40
RR36	Tham nhũng và hối lộ	0,554	0,532	0,791	41

Tài liệu tham khảo

- [1]. Q. H. Nguyen, & Le, V. T. , "Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý dự án xây dựng tại Việt Nam," *Tạp chí Khoa học Giao thông Vận tải*, 2020.
- [2]. N. D. Long, S. Ogunlana, T. Quang, and K. C. Lam, "Large construction projects in developing countries: a case study from Vietnam," *International Journal of project management*, vol. 22, no. 7, pp. 553-561, 2004.
- [3]. P. X. Zou, G. Zhang, and J. Wang, "Understanding the key risks in construction projects in China," *International journal of project management*, vol. 25, no. 6, pp. 601-614, 2007.
- [4]. B. L. đ.-T. b. v. X. hội. "Tình hình tai nạn lao động năm 2024." Thư viện pháp luật. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Lao-dong-Tien-luong/Thong-bao-630-TB-BLDTBXH-2025-tinh-hinh-tai-nan-lao-dong-2024-644581.aspx>
- [5]. Y. Zou, A. Kiviniemi, and S. Jones, "Developing a tailored RBS linking to BIM for risk management of bridge projects," *Engineering Construction & Architectural Management*, vol. 23, pp. 727-750, 10/11 2016, doi: 10.1108/ECAM-01-2016-0009.
- [6]. E. Marks and P. Shen, "Near Miss Information Visualization Application for BIM," *The Center for Construction Research and Training (CPWR). Maryland*, 2016.

- [7]. N. I. o. B. Sciences, *National Building Information Modeling Standard (NBIMS)*. National Institute of Building Sciences, 2007.
- [8]. E. ISO, "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)," *BSI London*, 2018.
- [9]. P. M. Institute, "A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)," 2000: Project Management Institute.
- [10]. J. H. Tah and V. Carr, "Knowledge-based approach to construction project risk management," *Journal of computing in civil engineering*, vol. 15, no. 3, pp. 170-177, 2001.
- [11]. L. Ding, B. Zhong, S. Wu, and H. Luo, "Construction risk knowledge management in BIM using ontology and semantic web technology," *Safety science*, vol. 87, pp. 202-213, 2016.
- [12]. H. Zhi, "Risk management for overseas construction projects," *International journal of project management*, vol. 13, no. 4, pp. 231-237, 1995.
- [13]. D. F. Cooper, S. Grey, G. Raymond, and P. Walker, *Project risk management guidelines*. Wiley, 2005.
- [14]. M. Eybpoosh, I. Dikmen, and M. Talat Birgonul, "Identification of risk paths in international construction projects using structural equation modeling," *Journal of construction engineering and management*, vol. 137, no. 12, pp. 1164-1175, 2011.
- [15]. J. Perry and R. Hayes, "Construction projects-know the risks," *Chartered Mechanical Engineer*, vol. 32, pp. 42-5, 1985.
- [16]. G. Rajkumar and K. Alagarasamy, "Impact of Uncertainty Factors in Cost Estimation-Substantiation through Normal Distribution Curve," *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 2, no. 9, pp. 139-145, 2013.
- [17]. M. T. Nguyen, S. H. Mai, and Q. H. Vu, "Risk assessments in construction of water supply projects in hanoi, vietnam," *American Journal of Industrial and Business Management*, vol. 11, no. 2, pp. 232-250, 2021.
- [18]. T. Subramani, P. Sruthi, and M. Kavitha, "Causes of cost overrun in construction," *IOSR Journal of Engineering*, vol. 4, no. 6, pp. 1-7, 2014.
- [19]. A. A. A. Aziz, A. H. Memon, I. A. Rahman, and A. T. A. Karim, "Controlling cost overrun factors in construction projects in Malaysia," *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, vol. 5, no. 08, pp. 2621-2629, 2013.
- [20]. N. Q. VINH and M. T. K. HUYỀN, "ĐÁNH GIÁ RỦI RO TRONG HOẠT ĐỘNG CHUỖI CUNG ỨNG: TRƯỜNG HỢP CÔNG TY TNHH SYNTHOMER VIỆT NAM," *Journal of Science and Technology-IUH*, vol. 41, no. 05, 2019.
- [21]. S. M. El-Sayegh, "Risk assessment and allocation in the UAE construction industry," *International journal of project management*, vol. 26, no. 4, pp. 431-438, 2008.
- [22]. S. H. Mai, "Nghiên cứu, đánh giá và kiểm soát rủi ro khi thực hiện xây dựng các công trình nhà dân dụng sử dụng vốn ngân sách trên địa bàn tỉnh Sơn La," *Tạp chí Vật liệu & Xây dựng-Bộ Xây dựng*, vol. 13, 3, pp. 104-110, 2024.
- [23]. S. M. Ahmed, R. Ahmad, and D. Darshi De Saram, "Risk management trends in the Hong Kong construction industry: a comparison of contractors and owners perceptions," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 6, no. 3, pp. 225-234, 1999.
- [24]. A. M. Jarkas and T. C. Haupt, "Major construction risk factors considered by general contractors in Qatar," *Journal of Engineering, Design and Technology*, vol. 13, no. 1, pp. 165-194, 2015.
- [25]. N. Hlaing, D. Singh, R. Tiong, and M. Ehrlich, "Perceptions of Singapore construction contractors on construction risk identification," *Journal of Financial Management of Property and Construction*, vol. 13, no. 2, pp. 85-95, 2008.
- [26]. S. Shanmugapriya and K. Subramanian, "Investigation of significant factors influencing time and cost overruns in Indian construction projects," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 3, no. 10, pp. 734-740, 2013.
- [27]. P. N. Thanh, T. N. Anh, and T. A. Trần, "Các yếu tố rủi ro ảnh hưởng chi phí triển khai các dự án đầu tư xây dựng theo định hướng phát triển bền vững," *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng-Bộ Xây dựng*, vol. 13, no. 03, pp. 82-Trang 88, 2023.