



PHÁT TRIỂN MÔ HÌNH PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ RỦI RO CHO QUY TRÌNH THI CÔNG & LẮP ĐẶT CỦA CÁC DỰ ÁN MÔ-ĐUN

DEVELOP A RISK ASSESSMENT ANALYSIS MODEL FOR THE
CONSTRUCTION AND INSTALLATION PROCESS OF MODULAR PROJECTS



Ths.Tô Hương Chi*

Ths.Trần Nguyễn Hoàng

Trần Nguyễn Hoàng Uyên

Hồ Lê Nguyên

Tóm tắt: Nghiên cứu này áp dụng phương pháp Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) bằng cách tích hợp các số mờ tam giác Fuzzy, có cân nhắc đến mức độ tin tưởng và thái độ của người ra quyết định để có thể xây dựng một mô hình đánh giá rủi ro có tính chính xác và hiệu quả cao cho giai đoạn thi công lắp đặt dự án mô-đun (MiC). Mô hình này đặt trọng điểm vào việc đánh giá mức độ tác động của các yếu tố rủi ro và kiến nghị các giải pháp pháp ứng phó phù hợp. Bằng cách này, nó sẽ trở thành một công cụ quan trọng hỗ trợ nhà quản lý dự án trong việc định hình chiến lược quản lý rủi ro và giúp tăng tỉ lệ thành công của dự án.

Từ khóa: Mô hình, đánh giá rủi ro, phương pháp Fuzzy, dự án, mô-đun.

Abstract: This study applies the Fuzzy Analytic Hierarchy

Process (FAHP) method by integrating triangular fuzzy numbers, taking into consideration the decision-maker's confidence level and attitude. The aim is to propose the development of a highly accurate and efficient risk assessment model for the construction and installation phase of Modular Construction (MiC) projects. The model emphasizes evaluating the impact of risk factors and recommending appropriate response measures. In doing so, it becomes a crucial tool to support project managers in shaping risk management strategies and ensuring the success of the project.

Keywords: Model, risk assessment, Fuzzy methods, project, module.

Nhận bài ngày 05/10/2023, chỉnh sửa ngày 25/10/2023, chấp nhận đăng ngày 25/11/2023.

1. Dẫn nhập

Tăng cường đô thị hóa dẫn đến nhu cầu cơ sở hạ tầng và nhà ở tăng cao, theo Bộ Xây dựng "mỗi năm phải tăng thêm khoảng 70 triệu mét vuông nhà ở đô thị"[1]. Bất động sản chiếm một phần lớn trong vốn đầu tư nước ngoài. Từ dữ liệu thống kê về các nguồn đầu tư từ nước ngoài vào Việt Nam của Crowe, tổng vốn đầu tư vào bất động sản gần 2,7 tỷ USD, chiếm 30,3% tổng vốn đầu tư đăng ký [2]. Đối diện với nhu cầu phát triển lớn, việc áp dụng các phương pháp xây dựng hiện đại để rút ngắn thời gian thi công và kinh phí trở nên cần thiết. Các biện pháp thi công "offsite," đặc biệt là dự án xây dựng theo kiểu chế tạo các

cấu kiện đúc sẵn tại nhà máy rồi vận chuyển đến công trình để lắp dựng. Các cấu kiện có kích thước được chuẩn hóa và chịu qua một quy trình kiểm tra chất lượng cực kỳ nghiêm ngặt gọi là dự án mô-đun (MiC) [3], đã trở thành sự lựa chọn hiệu quả, tích hợp các công nghệ mới như BIM để nâng cao hiệu suất dự án. Việc phát triển một mô hình để quản lý rủi ro chuyên nghiệp cho dự án MiC nhằm giúp các nhà quản lý xây dựng ra quyết định một cách khôn ngoan và giảm thiểu tối đa những rủi ro. Nghiên cứu chỉ ra rằng dự án MiC có thể giảm đến 40% thời gian xây dựng so với dự án bình thường, mang lại hiệu quả thực tế và giảm chi phí cuối cùng [4].

*Khoa Kỹ thuật công trình, Trường Đại học Tôn Đức Thắng

Email: tohuongchi@tdtu.edu.vn; trannguyenhoanguyen@tdtu.edu.vn

2. Nội dung khoa học

2.1. Tổng hợp các nhân tố rủi ro

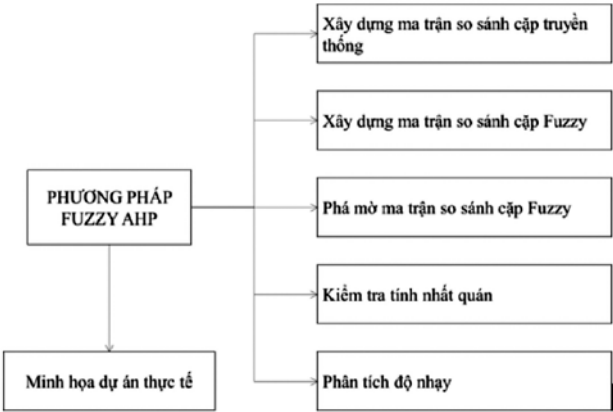
Dựa vào việc tổng hợp công bố trên 55 bài báo trong vòng 10 năm trở lại đây, kết hợp với điều tra khảo sát 144 phiếu trả lời từ các kỹ sư giữ những vị trí khác nhau trong dự án, kết hợp việc lấy ý kiến chuyên sâu từ 12 chuyên gia có 10 đến 25 năm trong lĩnh vực MiC, và khảo sát các dự án MiC thực tế tại Việt Nam đã tìm ra được 7 nhóm nhân tố rủi ro (NTRR), với 32 yếu tố rủi ro ảnh hưởng đến việc dự án MiC trong giai đoạn lắp ghép. Được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Các nhóm nhân tố rủi ro được nhận dạng

c	Ký hiệu	Nhóm rủi ro	Ký hiệu	Các yếu tố rủi ro
1	A	Nhóm rủi ro do vật tư, máy móc, thiết bị thi công (M1)	AR1	Thiết bị nâng bị hư hỏng hoặc gặp sự cố hoặc bảo trì
2			AR2	Mặt bằng bố trí thiết bị nâng chưa hiệu quả
3			AR3	Rủi ro trong việc lắp đặt hoặc tháo dỡ thiết bị nâng
4			AR4	Không bố trí đủ nguyên vật liệu, công cụ, máy móc thi công
5			AR5	Lựa chọn thiết bị nâng không phù hợp
6	B	Nhóm rủi ro do sản xuất và vận chuyển cấu kiện (M2)	BR6	Sai số kích thước hình học của môđun nằm ngoài giới hạn cho phép
7			BR7	Lỗi kết nối giữa cấu kiện sản xuất ở nhà máy với nhau khi tổ hợp hoặc với cấu kiện đổ tại công trình
8			BR8	Xác minh không rõ ràng cấu kiện mô - đun do nhân bị mất hoặc nhầm thông tin
9			BR9	Cấu kiện bị biến dạng, cong vênh hoặc hư hỏng khi đến công trình do quá trình vận chuyển và nâng hạ
10			BR10	Khoảng cách từ công trình đến nhà máy sản xuất cấu kiện
11	C	Nhóm rủi ro do quản lý và lập kế hoạch (M3)	CR11	Lịch trình sản xuất không tương thích với điều kiện thực tế công trình
12			CR12	Biện pháp thi công không hiệu quả hoặc không phù hợp
13			CR13	Kế hoạch và tiến độ thi công không chính xác hoặc không hiệu quả
14			CR14	Trình tự lắp đặt, tổ hợp cấu kiện không hiệu quả hoặc không phù hợp
15	D	Nhóm rủi ro do năng lực các bên tham gia dự án (M4)	DR15	Nguồn vốn của chủ đầu tư hoặc tổng thầu kém
16			DR16	Thiếu công nhân lành nghề trong thi công lắp đặt cấu kiện mô-đun
17			DR17	Đơn vị thi công thiếu kinh nghiệm về dự án MiC
18	E		DR19	Tai nạn lao động do vận hành thiết bị nâng hoặc do thao tác của công nhân
19			DR22	Ước lượng chi phí lắp đặt không chính xác
20	F	Nhóm rủi ro do tác động bên ngoài (M5)	ER23	Ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết: gió, mưa, nhiệt độ,...
21			ER24	Thị công ảnh hưởng đến khu dân cư, môi trường xung quanh
22			ER25	Thiên tai, dịch bệnh
23			ER26	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
24			ER27	Sự thay đổi không mong muốn của giá vật liệu
25			ER28	Lạm phát, điều chỉnh lãi suất vay hoặc giá cả thị trường
26			FR29	Quy trình nghiệm thu chất lượng cấu kiện đầu vào chậm hoặc dư thừa
27			FR30	Chậm trễ trong việc phê duyệt hồ sơ của Tư vấn giám sát, Ban quản lý, Chủ đầu tư
28	G	Nhóm rủi ro do sự chậm trễ các bên tham gia dự án (M6)	FR31	Chậm trễ trong việc vận chuyển cấu kiện đến công trình hoặc thông tin vận chuyển không chính xác
29			FR32	Chậm trễ thời gian thực hiện dự án Chủ đầu tư gặp vấn đề về pháp lý
30	H	Nhóm rủi ro do sự làm việc giữa các bên tham gia dự án (M7)	GR33	Sự giao tiếp và kết hợp giữa các nhà thầu thi công các dự án chưa được cao.
31			GR34	Vị trí thi công lắp đặt bị giao nhau với các công tác thi công khác
32			GR35	Thay đổi thiết kế hoặc phạm vi công việc

2.2 Xây dựng mô hình đánh giá rủi ro

Xây dựng mô hình đánh giá rủi ro được thực hiện bằng phương pháp FAHP với việc tích hợp các số fuzzy tam giác được áp dụng [19], để xác định mức độ tác động của các nhóm nhân tố rủi ro nói trên đến việc thực hiện lắp đặt dự án công trình xây dựng theo mô-đun. Và ứng dụng mô hình này vào một số dự án thực tế để xem xét về kết quả mô hình.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc xây dựng mô hình

2.2.1. Ma trận đánh giá mờ

Ma trận M tổng thể, là ma trận có các hàng và cột bằng nhau là các nhân tố từ M1 đến M7 như trong bảng 2. Phương pháp xây dựng các ma trận này tương tự như trong phương pháp AHP (Analytic Hierarchy Process) truyền thống. Chỉ khác phương pháp truyền thống duy nhất ở việc các cặp số thực được thay thế bởi các số fuzzy tam giác.

Bảng 2. Ma trận tổng thể M

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
M1	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
M2	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27
M3	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37
M4	M41	M42	M43	M44	M45	M46	M47
M5	M51	M52	M53	M54	M55	M56	M57
M6	M61	M62	M63	M64	M65	M66	M67
M7	M71	M72	M73	M74	M75	M76	M77

Với $M_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$; $M_{ji} = (1/u_{ij}, 1/m_{ij}, 1/l_{ij})$

2.2.2. Tính toán chỉ số nhất quán

Bảng 3. Bảng kết quả tổng hợp tính toán các chỉ số nhất quán

Chuyên gia	Bảng so sánh cặp							
	M	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
1	0.0918	0.0370	0.0727	0.0621	0.0754	0.0615	0.0811	0.0517
2	0.0680	0.0481	0.0799	0.0717	0.0620	0.0899	0.0771	0.0176
3	0.0623	0.0624	0.0625	0.0580	0.0444	0.0504	0.0666	0.0053
4	0.0784	0.0756	0.0618	0.0445	0.0764	0.0827	0.0633	0.0089
5	0.0689	0.0680	0.0730	0.0487	0.0474	0.0790	0.0538	0.0089
6	0.0776	0.0556	0.0746	0.0148	0.0862	0.0916	0.0546	0.0238
7	0.0828	0.0204	0.0894	0.0228	0.0818	0.0681	0.0616	0.0053
8	0.0779	0.0115	0.0792	0.0796	0.0772	0.0770	0.0631	0.0836
9	0.0816	0.0697	0.0848	0.0703	0.0868	0.0754	0.0770	0.0281
10	0.0749	0.0201	0.0665	0.0077	0.0558	0.0883	0.0097	0.0517
11	0.0647	0.0888	0.0489	0.0870	0.0814	0.0800	0.0329	0.0176
12	0.0656	0.0353	0.0631	0.0487	0.0890	0.0696	0.0656	0.0834

Tất cả các chỉ số nhất quán trong các bảng so sánh đều đạt ở mức dưới 10%. Như vậy, các chuyên gia đã thể hiện sự nhất quán của mình trong việc đánh giá so sánh cặp.

2.2.3. *Phá mờ*

Trong nghiên cứu này sử dụng α -cut và λ làm các thông số.

Trong đó: α -cut là hệ số chỉ mức độ tin tưởng của người trả lời khảo sát trong việc thực hiện quá trình so sánh cặp, lấy các giá trị từ 0 đến 1. λ là hệ số lạc quan, để đơn giản trong tính toán, lấy $\lambda = 0.5$. Sau đó chuyển các ma trận số fuzzy tam giác thành các ma trận khoảng (Interval Matrices) đại diện bằng hai giá trị J_{ijl}^{α} và J_{ijr}^{α} .

2.2.4. *Kiểm tra tính nhất quán*

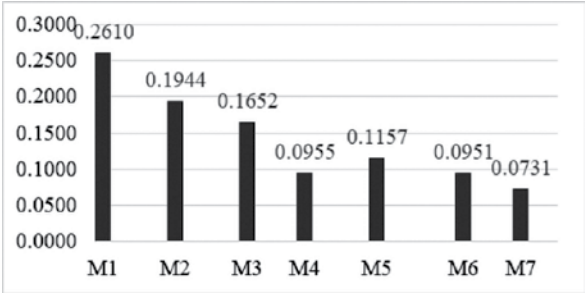
Khi thực hiện tổng hợp các đánh giá của nhiều chuyên gia thành một đánh giá duy nhất, cũng cần phải kiểm tra lại tính nhất quán của đánh giá tổng hợp này. Việc tiến hành hoàn toàn tương tự như khi kiểm tra tính nhất quán cho từng chuyên gia. Kết quả cho thấy chỉ số nhất quán CR tổng hợp thu được bé hơn so với giá trị yêu cầu 10% (bảng 4 và 5)

Bảng 4. Kết quả tính toán chỉ số nhất quán tổng hợp

Ma trận cấp 1	Ma trận cấp 2						
	M1(5x5)	M2(5x5)	M3(4x4)	M4(5x5)	M5(6x6)	M6(4x4)	M7(3x3)
M(7x7)	0.0311	0.0475	0.0338	0.0575	0.0601	0.0260	0.0506

Bảng 5. Trọng số của các nhóm nhân tố chính và các nhân tố con

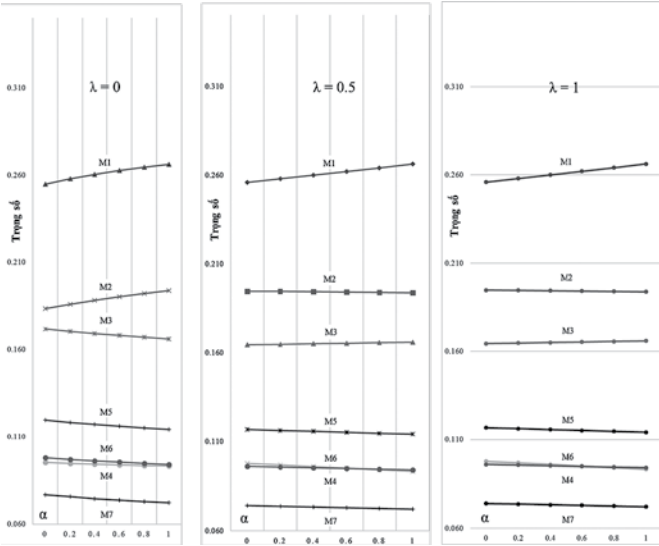
Nhân tố	Trọng số	Nhân tố con	Trọng số	Trọng số tổng hợp
M1	0.2610	M11	0.3282	0.086
		M12	0.1305	0.034
		M13	0.1882	0.049
		M14	0.1892	0.049
		M15	0.1638	0.043
M2	0.1944	M21	0.1808	0.035
		M22	0.3682	0.072
		M23	0.1565	0.030
		M24	0.1732	0.034
		M25	0.1214	0.024
M3	0.1652	M31	0.4164	0.069
		M32	0.2233	0.037
		M33	0.1432	0.024
		M34	0.2171	0.036
M4	0.0955	M41	0.1689	0.016
		M42	0.3471	0.033
		M43	0.1653	0.016
		M44	0.1727	0.016
		M45	0.1460	0.014
M5	0.1157	M51	0.1588	0.018
		M52	0.2694	0.031
		M53	0.1300	0.015
		M54	0.1105	0.013
		M55	0.1712	0.020
		M56	0.1601	0.019
M6	0.0951	M61	0.2000	0.019
		M62	0.4126	0.039
		M63	0.2282	0.022
		M64	0.1593	0.015
M7	0.0731	M71	0.2988	0.022
		M72	0.3712	0.027
		M73	0.3300	0.024



Hình 2. Biểu đồ thể hiện trọng số của các nhân tố

2.2.5. *Phân tích độ nhạy*

Phân tích độ nhạy là một phương pháp để xem xét sự biến thiên của một hoặc một số nhân tố trong các điều kiện khác nhau. Trong nghiên cứu này thì việc phân tích độ nhạy được sử dụng để khảo sát sự thay đổi về độ lớn của trọng số các nhân tố khi lần lượt thay đổi các tình huống của α -cut và chỉ số lạc quan λ . Giá trị α -cut sẽ biến thiên từ 0 đến 1 với bước nhảy là 0.1 lần lượt tương ứng với chỉ số λ : lạc quan ($\lambda = 1$), bình thường ($\lambda = 0.5$) và bi quan ($\lambda = 0$). Việc phân tích này là cơ sở để có thể đảm bảo cho việc ra quyết định của chính các nhà quản lý.



Hình 3. Phân tích độ nhạy trọng số nhân tố ứng với thái độ người ra quyết định và chỉ số lạc quan

3. **Kết luận**

- Xây dựng thành công mô hình đánh giá rủi ro trong giai đoạn thi công lắp dựng dự án MiC có thể góp phần hỗ trợ cho các nhà quản lý nhận ra được mức độ ảnh hưởng của các nhóm nhân tố rủi ro và từng yếu tố rủi ro bên trong mỗi nhóm nhân tố thông qua các trọng số. Dựa vào kết quả của việc phân tích và đánh giá này họ đưa ra các giải pháp và những quyết định chính xác nhằm hạn chế tối thiểu những rủi, tiết kiệm thời gian, kinh phí và góp phần cải thiện trình độ quản lý cũng như chất lượng của công trình.

- Tuy nhiên, mô hình này mới chỉ được xây dựng cho giai đoạn thi công và lắp dựng dự án MiC. Trong khi một dự án gồm nhiều giai đoạn như lập báo cáo, thực hiện, vận hành và bảo trì. Mỗi một giai đoạn của dự án đều có thể xuất hiện những

rủi ro cần được phát hiện, xem xét và đánh giá. Điều này mở ra những hướng nghiên cứu tiếp theo như “Phát triển mô hình phân tích đánh giá rủi ro cho giai đoạn vận hành các dự án mô-đun (MiC)” hoặc “Phát triển mô hình phân tích đánh giá rủi ro cho giai đoạn sản xuất các cấu kiện trong nhà máy của các dự án mô-đun (MiC)”.

Tài liệu tham khảo:

[1] Tuệ An, “Nhu cầu nhà ở tiếp tục tăng trong thập kỷ tới,” Tạp chí điện tử Bất động sản Việt Nam (Reatimes.vn), Dec. 2020.

[2] V. N. Crowe, “Dữ liệu về Đầu tư Nước ngoài (FDI) vào Việt Nam,” [https://www.crowe.com/vn/vi-vn/insights/doing-business-in-vietnam/foreign-direct-investment-\(fdi\)-in-vietnam#Danhsach](https://www.crowe.com/vn/vi-vn/insights/doing-business-in-vietnam/foreign-direct-investment-(fdi)-in-vietnam#Danhsach), 2022.

[3] Wuni et. al., “Các yếu tố rủi ro quan trọng trong việc áp dụng xây dựng tích hợp mô-đun: một đánh giá có hệ thống,” International Journal of Construction Management, 2019.

[4] C. JL., “Sự phát triển của việc sử dụng các kỹ thuật tiên chế ở Hồng Kông ngành công nghiệp xây dựng,” Hong Kong Polytechnic University, 2009.

[5] J. A. Zenga M, “Nhà mô-đun: tương lai đã đến,” Paragon: Fideli, 2008.

[6] S. H. A. Ar, and A. M., “Analysis of the Growth Dynamics and Structure of the Modular Building Construction Industry,” Construction Research Congress, ASCE. Atlanta, Georgia, USA, pp. 1997–86, 2014.

[7] H. N. Huệ, “Dự báo tiến độ thi công công trình lắp ghép bằng trí tuệ nhân tạo,” 2018.

[8] L. V. Thông and T. K. Tường, “Nhà lắp ghép và các yêu cầu để phát triển tại Việt Nam,” 2019.

[9] P. V. H. Sơn and H. T. Hiếu, “Phát triển thuật toán lai ghép kiến sư tử (ALO) để tối ưu chi phí logistics cho cấu kiện bê tông đúc sẵn,” 2021.

[10] M. Kamali and K. Hewage, “Hiệu suất vòng đời của các tòa nhà mô-đun: Đánh giá quan trọng,” Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2016.

[11] 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.

[12] Indochine Engineering, “WHY MODULAR CONSTRUCTION? Process Typical modular structure construction phrases Typical modular structure assembling process.”

[13] PMBOK Guide – Sixth Edition + Agile practice guide. 2017.

[14] A. A. Khan, S. Sepasgozar, R. Yu, and T. Liu, “A systematic review of risks in modular integrated construction practice,” Conference: AUBEA 2021, 2021.

[15] N. N. M. Hoang, T., & Chu, Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS, tập 2. 2008.

[16] D. T. Vu, PCA Principal Components Analysis. 2017.

[17] H. Trọng and C. N. M. Ngọc, Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS. Nhà xuất bản Hồng Đức, Đại học Kinh tế Thành phố Hồ Chí Minh, 2008.

[18] Hair et.al., Multivariate Data Analysis, 7th Edition. Pearson, 2009.

[19] Tesfamariam and Sadiq, “Risk-based environmental decision-making using fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP),” Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, vol. 21, no. 1, pp. 35–50, 2006.

[20] Meixner, “Fuzzy AHP group decision analysis and its application for the evaluation of energy sources,” Pittsburggh/PA, USA, vol. Proceeding, 2009.

[21] S.-Y. Dang, C.N., Le-Hoai, L. and Kim, “Impact of knowledge enabling factors on organizational effectiveness in construction companies,” Journal of Knowledge Management, vol. Vol. 22, no. No. 4, pp. 759–780, 2018.

[22] N. T. An, “Đo lường mức độ phức tạp của các dự án giao thông ở việt nam bằng phương pháp FAHP,” Luận văn Thạc sĩ, ngành Quản lý xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 2012.

[23] Saaty et.al, “Decision making with the analytic hierarchy process,” International Journal of Services Sciences, vol. 1, no. 1, pp. 83–98, 2008.

