

- [2]. Nguyễn Quốc Toàn, Vũ Văn Phong, Nguyễn Trung Luân; Tổng quan các nhân tố ảnh hưởng đến việc chuyển đổi số phục vụ quản lý xây dựng tại Việt Nam. Tạp chí Xây dựng-Bộ Xây dựng. 2022(07):106-13. <https://www.researchgate.net/publication/362124309>.
- [3]. Trần Trung Kiên; Chuyển đổi số trong ngành xây dựng: Bài học kinh nghiệm của một số quốc gia trên thế giới. Tạp chí Vật liệu và Xây dựng-Bộ Xây dựng. 2025;15(06):230-Trang 8. <https://doi.org/10.54772/jomc.06.2025.1086>.
- [4]. Aghimien D., Aigbavboa C., Oke A., Thwala W., Moripe P. Digitalization of construction organisations—a case for digital partnering. International Journal of Construction Management. 2022;22(10):1950-9. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1745134>.
- [5]. Bucher D. Decentralized Data Technologies: Potentials and Impact for the Built Environment: ETH Zurich; 2025. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000737509>.
- [6]. Hassan A.M., Negash Y.T., Hanum F. An assessment of barriers to digital transformation in circular Construction: An application of stakeholder theory. Ain Shams Engineering Journal. 2024;15(7):102787. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102787>.
- [7]. Maskuriy R., Selamat A., Maresova P., Krejcar O., David O.O. Industry 4.0 for the construction industry: Review of management perspective. Economies. 2019;7(3):68. <https://doi.org/10.3390/economies7030068>.
- [8]. Morakanyane R., O'Reilly P., McAvoy J., Grace A. Determining digital transformation success factors. 2020. https://aisel.aisnet.org/hicss-53/in/digital_transformation/8/.
- [9]. Olanipekun A.O., Sutrisna M. Facilitating Digital Transformation in Construction—A Systematic Review of the Current State of the Art. Frontiers in Built Environment. 2021;Volume 7 - 2021. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.660758>.
- [10]. Perera S., Jin X., Samararatunga M., Gunasekara K. Drivers and barriers to digitalisation: a cross-analysis of the views of designers and builders in the construction industry. Journal of Information Technology in Construction. 2023;28. <https://www.itcon.org/paper/2023/5>.
- [11]. Shojaei R.S., Burgess G. Non-technical inhibitors: Exploring the adoption of digital innovation in the UK construction industry. Technological Forecasting and Social Change. 2022;185:122036. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122036>.
- [12]. Tanoli W.A. Assessing Drivers, Barriers and Policy Interventions for Implementing Digitalization in the Construction Industry of Pakistan. Buildings. 2025;15(15):2798. <https://doi.org/10.3390/buildings15152798>.
- [13]. Torres J., San-Mateos R., Lasarte N., Mediavilla A., Sagarna M., León I. Building Digital Twins to Overcome Digitalization Barriers for Automating Construction Site Management. Buildings. 2024;14(7):2238. <https://doi.org/10.3390/buildings14072238>.
- [14]. Van Tam N., Toan N.Q., Van Phong V. Investigating potential barriers to construction digitalization in emerging economies: A study in Vietnam. International Journal of Information Management Data Insights. 2024;4(1):100226. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2024.100226>.
- [15]. Wuni I.Y., Abankwa D.A., Koc K., Aduko S.E., Antwi-Afari M.F. Critical barriers to the adoption of integrated digital delivery in the construction industry. Journal of Building Engineering. 2024;83:108474. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022400041X>.
- [16]. Aghimien D., Aigbavboa C., Meno T., Ikuabe M. Unravelling the risks of construction digitalisation in developing countries. Construction Innovation. 2021;21(3):456-75. <https://doi.org/10.1108/CI-02-2020-0026>.
- [17]. Alsofiani M.A. Digitalization in infrastructure construction projects: A prisma-based review of benefits and obstacles. arXiv preprint arXiv:240516875. 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.16875>.
- [18]. Bajpai A., Misra S.C., editors. Identifying critical risk factors for use of digitalization in construction industry: A case study. 2020 IEEE India Council International Subsections Conference (INDISCON); 2020: IEEE. DOI 10.1109/INDISCON50162.2020.00036.
- [19]. Chen X., Chang-Richards A.Y., Yiu T.W., Ling F.Y.Y., Pelosi A., Yang N. A multivariate regression analysis of barriers to digital technologies adoption in the construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management. 2024;31(11):4281-307. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2022-1051>.
- [20]. Dao T.-N., Chen P.-H., Nguyen T.-Q. Critical Success Factors and a Contractual Framework for Construction Projects Adopting Building Information Modeling in Vietnam. International Journal of Civil Engineering. 2020;19(1):85-102. <https://doi.org/10.1007/s40999-020-00542-3>.
- [21]. Dauda J.A., Chavan N.N., Saka A.B., Ajayi S.O., Oyegoke A.S. An appraisal of barriers to digitalisation of construction industry in developing countries: perspective from India. International Journal of Construction Management. 2025;25(7):770-82. <https://doi.org/10.1080/15623599.2024.2362014>.
- [22]. Durdyev S., Mbachu J., Thurnell D., Zhao L., Hosseini M.R. BIM Adoption in the Cambodian Construction Industry: Key Drivers and Barriers. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2021;10(4). <https://doi.org/10.3390/ijgi10040215>.
- [23]. FASASI M., Aminu M.B., Ogunmilua O.K. Assessing Drivers and Barriers to the Adoption of Smart Technologies in the Construction Industry: A Quantitative Study. Journal of Materials Engineering, Structures and Computation. 2024;3(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.11400958>.
- [24]. Hall A.T., Durdyev S., Koc K., Ekmekcioglu O., Tupenaite L. Multi-criteria analysis of barriers to building information modeling (BIM) adoption for SMEs in New Zealand construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management. 2023;30(9):3798-816. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2022-0215>.
- [25]. Jahangir M.F., Leslie Schultz C.P., Kamari A. A review of drivers and barriers of Digital Twin adoption in building project development processes. Journal of Information Technology in Construction. 2024;29. DOI: 10.36680/j.itcon.2024.008.
- [26]. Lew Y.-L., Toh T., Lim K., Yan F., Yow L., editors. A study on the constraints of implementing Information and Communication Technology (ICT) in Malaysian Construction Industry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2019: IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/385/1/012005.
- [27]. Liu H., Yu H., Zhou H., Zhang X. Research on the influencing factors of construction enterprises' digital transformation based on DEMATEL-TAISM. Sustainability. 2023;15(12):9251. <https://doi.org/10.3390/su15129251>.

- [28]. Manzoor B., Othman I., Gardezi S.S.S., Altan H., Abdalla S.B. BIM-Based Research Framework for Sustainable Building Projects: A Strategy for Mitigating BIM Implementation Barriers. *Applied Sciences*. 2021;11(12):5397. <https://doi.org/10.3390/app11125397>.
- [29]. Oke A.E., Aliu J., Onajite S.A. Barriers to the adoption of digital technologies for sustainable construction in a developing economy. *Architectural Engineering and Design Management*. 2024;20(3):431–47. <https://doi.org/10.1080/17452007.2023.2187754>.
- [30]. Olanipekun A.O., Sutrisna M. Facilitating Digital Transformation in Construction—A Systematic Review of the Current State of the Art. *Frontiers in Built Environment*. 2021;7.<https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.660758>.
- [31]. Opoku D.-G.J., Perera S., Osei-Kyei R., Rashidi M., Bamdad K., Famakinwa T., editors. Barriers to the adoption of digital twin in the construction industry: A literature review. *Informatics*; 2023: MDPI. <https://doi.org/10.3390/informatics10010014>.
- [32]. Perera S., Jin X., Samarasinghe M., Gunasekara K. Drivers and barriers to digitalisation: a cross-analysis of the views of designers and builders in the construction industry. *Journal of Information Technology in Construction*. 2023;28:87–106. <https://www.itcon.org/paper/2023/5>.
- [33]. Pittri H., Godawatte G.A.G.R., Atibila D.W., Agyekum K., Amartey P.A., Botchway E.A., et al. Knowledge, Training, and Skills Gaps for Emerging Construction Technologies Adoption in the Construction Industry of a Developing Country. *International Journal of Construction Education and Research*. 2025:1–27. <https://doi.org/10.1080/15578771.2025.2587943>.
- [34]. Pittri H., Godawatte G.A.G.R., Esangbedo O.P., Antwi-Afari P., Bao Z. Exploring Barriers to the Adoption of Digital Technologies for Circular Economy Practices in the Construction Industry in Developing Countries: A Case of Ghana. *Buildings*. 2025;15(7). <https://doi.org/10.3390/buildings15071090>.
- [35]. Rawan Al Omari G.S., Waleed Abu-Khader, Rateb Sweis. Barriers to the Adoption of Digitalization in the Construction Industry: Perspectives of Owners, Consultants, and Contractors. *Construction Economics and Building*. 2023;23(3/4). <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v23i3/4.8636>.
- [36]. Schnell P., Haag P., Jünger H.C. Implementation of digital technologies in construction companies: establishing a holistic process which addresses current barriers. *Businesses*. 2022;3(1). <https://doi.org/10.3390/businesses3010001>.
- [37]. Semiz F., Aladag H., Isik Z. Barriers to the digital transformation process in the Turkish construction industry. *Recent Adv Sci Eng*. 2023;3:58–69. DOI: 10.14744/rase.2023.0007.
- [38]. Ullah F., Sepasgozar S.M., Thaheem M.J., Al-Turjman F. Barriers to the digitalisation and innovation of Australian Smart Real Estate: A managerial perspective on the technology non-adoption. *Environmental Technology & Innovation*. 2021;22:101527. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101527>.
- [39]. Vararean-Cochisa D., Crisan E. The digital transformation of the construction industry: a review. *IIM Ranchi Journal of Management Studies*. 2024;4. <https://doi.org/10.1108/IRJMS-04-2024-0035>.
- [40]. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading digital: Turning technology into business transformation: Harvard Business Press; 2014.
- [41]. Zhang N., Ye J., Zhong Y., Chen Z. Digital Transformation in the Chinese Construction Industry: Status, Barriers, and Impact. *Buildings*. 2023;13(4):1092. <https://doi.org/10.3390/buildings13041092>.

Đánh giá khả năng ứng dụng BIM trong quản lý rủi ro về tiến độ và chi phí: Nghiên cứu đối với dự án hạ tầng giao thông tại Hà Nội

Nguyễn Hữu Thắng¹, Nguyễn Văn Bắc^{1*}, Phan Văn Chương², Phạm Quang Đạt³

¹ Khoa Công nghệ Xây dựng Giao thông, Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội

² Khoa Công trình, Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

³ Khoa Cơ điện và Công trình, Trường Đại học Lâm Nghiệp

TỪ KHOÁ

BIM
Quản lý rủi ro
Tiến độ thi công
Chi phí thi công
Hạ tầng giao thông

TÓM TẮT

Các dự án hạ tầng giao thông tại Hà Nội thường đối mặt với nhiều rủi ro ảnh hưởng đến tiến độ và chi phí thi công như thay đổi thiết kế, chậm giải phóng mặt bằng, biến động giá vật liệu và hạn chế trong công tác phối hợp giữa các bên tham gia dự án. Trong bối cảnh chuyển đổi số của ngành xây dựng, Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling – BIM) được xem là công cụ tiềm năng hỗ trợ nâng cao hiệu quả quản lý rủi ro. Nghiên cứu nhằm đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro đến tiến độ và chi phí thi công, đồng thời phân tích khả năng hỗ trợ của BIM trong việc giảm thiểu các rủi ro tương ứng. Nghiên cứu được thực hiện thông qua khảo sát chuyên gia kết hợp với các phương pháp thống kê mô tả. Kết quả cho thấy rủi ro giải phóng mặt bằng và pháp lý là nhóm có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến tiến độ và chi phí thi công, trong khi BIM được đánh giá hỗ trợ hiệu quả nhất đối với rủi ro thiết kế và thay đổi thiết kế. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất phân loại các nhóm rủi ro theo ma trận kết hợp giữa mức độ ảnh hưởng và khả năng hỗ trợ của BIM nhằm hỗ trợ các nhà quản lý dự án xác định các lĩnh vực ưu tiên ứng dụng BIM trong quản lý rủi ro. Kết quả nghiên cứu góp phần làm rõ vai trò của BIM trong quản lý tiến độ và chi phí đối với các dự án hạ tầng giao thông tại Hà Nội.

KEYWORDS

BIM
Risk management
Construction schedule
Construction cost
Transportation infrastructure projects

ABSTRACT

Transportation infrastructure projects in Hanoi often face various risks affecting construction schedule and cost performance, including design changes, delays in land acquisition and site clearance, fluctuations in material prices, and limitations in coordination among project stakeholders. In the context of digital transformation in the construction industry, Building Information Modeling (BIM) has emerged as a promising tool for improving risk management effectiveness. This study aims to evaluate the impact of risk groups on construction schedule and cost performance while examining the capability of BIM to mitigate these risks. The research was conducted through an expert survey combined with descriptive statistical analysis. The results indicate that land acquisition and legal-related risks have the greatest impact on project schedule and cost, whereas BIM is considered most effective in addressing design and design-change risks. Based on these findings, the study proposes a risk classification matrix that integrates risk impact levels with BIM support capability, enabling project managers to identify priority areas for BIM implementation in risk management. The findings contribute to a better understanding of the role of BIM in managing schedule and cost risks in transportation infrastructure projects in Hanoi.

1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây, Hà Nội đang đẩy mạnh đầu tư phát triển hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội và tăng cường kết nối vùng. Nhiều dự án giao thông trọng điểm đang được triển khai trên địa bàn thành phố như Dự án đường Vành đai 4 – Vùng Thủ đô Hà Nội, tuyến đường sắt đô thị Nhổn – Ga Hà Nội, tuyến đường sắt đô thị Nam Thăng Long – Trần Hưng Đạo, Dự án mở rộng Quốc lộ 6 đoạn Ba La – Xuân Mai và Dự án

xây dựng cầu Tứ Liên cùng hệ thống đường dẫn kết nối. Các dự án này đều có quy mô đầu tư lớn, phạm vi thi công rộng, thời gian thực hiện kéo dài và sự tham gia của nhiều bên liên quan. Đặc điểm này làm gia tăng đáng kể tính phức tạp của dự án cũng như mức độ bất định trong quá trình triển khai. Thực tế cho thấy nhiều dự án hạ tầng giao thông thường xuyên đối mặt với các rủi ro gây ảnh hưởng đến tiến độ và chi phí thi công như thay đổi thiết kế, điều kiện địa chất không thuận lợi, chậm giải phóng mặt bằng, biến động giá vật liệu xây dựng, thiếu hụt nguồn lực và hạn chế trong công tác phối hợp

*Liên hệ tác giả: bacnguyenvan@vnu.edu.vn

Nhận ngày 17/06/2026, sửa xong ngày 01/07/2026, chấp nhận đăng ngày 03/07/2026

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2026.1409>

giữa các bên tham gia dự án [1], [2]. Theo Flyvbjerg và cộng sự [3], phần lớn các dự án hạ tầng quy mô lớn trên thế giới đều có nguy cơ vượt tổng mức đầu tư và kéo dài thời gian thực hiện so với kế hoạch ban đầu. Tại Hà Nội, nhiều dự án hạ tầng giao thông trọng điểm đang được triển khai với quy mô đầu tư lớn, phạm vi thực hiện rộng và sự tham gia của nhiều bên liên quan. Điển hình là Dự án đầu tư xây dựng đường Vành đai 4 - Vùng Thủ đô Hà Nội, được Quốc hội phê duyệt chủ trương đầu tư theo Nghị quyết số 56/2022/QH15. Dự án có quy mô liên vùng, đi qua địa bàn thành phố Hà Nội, tỉnh Hưng Yên và tỉnh Bắc Ninh, bao gồm nhiều dự án thành phần với tổng mức đầu tư rất lớn. Đặc điểm này cho thấy các dự án giao thông hiện nay ngày càng có tính phức tạp cao, đòi hỏi các giải pháp quản lý hiệu quả nhằm kiểm soát tiến độ, chi phí và các rủi ro phát sinh trong quá trình thực hiện [4].

Để kiểm soát tiến độ và chi phí, các phương pháp quản lý truyền thống như Critical Path Method (CPM) và Earned Value Management (EVM) đã được áp dụng rộng rãi. Tuy nhiên, các phương pháp này chủ yếu tập trung vào việc theo dõi và kiểm soát kế hoạch thực hiện mà chưa hỗ trợ hiệu quả việc tích hợp dữ liệu đa nguồn, mô phỏng các kịch bản rủi ro và cập nhật thông tin theo thời gian thực [5]. Trong bối cảnh chuyển đổi số của ngành xây dựng, nhu cầu ứng dụng các công nghệ mới nhằm nâng cao hiệu quả quản lý dự án và quản lý rủi ro ngày càng trở nên cần thiết. Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling – BIM) được xem là một trong những công nghệ trọng tâm của quá trình chuyển đổi số trong ngành xây dựng. BIM cho phép tích hợp thông tin thiết kế, tiến độ, chi phí và dữ liệu quản lý trong cùng một môi trường số thống nhất, qua đó nâng cao khả năng phối hợp, phát hiện xung đột kỹ thuật, kiểm soát thay đổi và hỗ trợ ra quyết định [6], [7]. Nhiều nghiên cứu quốc tế đã chỉ ra rằng BIM có thể góp phần giảm thiểu các nguyên nhân gây chậm tiến độ và vượt chi phí thông qua khả năng mô phỏng thi công (4D BIM), quản lý chi phí (5D BIM) và chia sẻ dữ liệu theo thời gian thực [8], [9], [10].

Tại Việt Nam, việc triển khai BIM đang được thúc đẩy mạnh mẽ thông qua các chính sách của Chính phủ và Bộ Xây dựng. Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 của Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình [11]. Theo đó, BIM từng bước được áp dụng đối với các dự án sử dụng vốn đầu tư công, đặc biệt là các công trình hạ tầng kỹ thuật và giao thông có quy mô lớn. Điều này cho thấy BIM không chỉ là xu hướng công nghệ mà còn trở thành yêu cầu thực tiễn trong công tác quản lý dự án xây dựng tại Việt Nam. Bên cạnh đó, nhiều nghiên cứu trong nước đã chỉ ra tiềm năng của BIM trong việc nâng cao hiệu quả quản lý dự án xây dựng thông qua cải thiện khả năng phối hợp, quản lý thông tin và kiểm soát thay đổi thiết kế [12], [13], [14]. Một số nghiên cứu về công trình giao thông cũng cho thấy BIM đã bước đầu được triển khai trong các dự án hạ tầng quy mô lớn tại Việt Nam, tuy nhiên vẫn còn nhiều hạn chế liên quan đến dữ liệu, quy trình phối hợp và mức độ tích hợp vào công tác quản lý dự án [15], [16]. Do đó, việc đánh giá vai trò của BIM dưới góc độ hỗ trợ quản lý rủi ro tiến độ và chi phí vẫn là

một vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng BIM trong thiết kế, quản lý tiến độ và quản lý chi phí, các nghiên cứu đánh giá vai trò của BIM dưới góc độ hỗ trợ quản lý rủi ro đối với các dự án hạ tầng giao thông tại Việt Nam vẫn còn tương đối hạn chế. Đặc biệt, chưa có nhiều nghiên cứu định lượng dựa trên khảo sát chuyên gia nhằm đánh giá đồng thời mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro và khả năng hỗ trợ của BIM trong việc giảm thiểu các rủi ro đó. Xuất phát từ khoảng trống nghiên cứu nêu trên, bài báo này tập trung đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro đối với tiến độ và chi phí thi công, đồng thời phân tích khả năng hỗ trợ của BIM trong việc giảm thiểu các rủi ro tương ứng thông qua khảo sát các chuyên gia trong lĩnh vực xây dựng hạ tầng giao thông. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất phân loại các nhóm rủi ro theo mức độ ảnh hưởng và khả năng hỗ trợ của BIM nhằm xác định các lĩnh vực ưu tiên ứng dụng BIM trong công tác quản lý rủi ro dự án.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp khảo sát chuyên gia kết hợp với phân tích thống kê mô tả nhằm đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro đến tiến độ và chi phí thi công, đồng thời phân tích khả năng hỗ trợ của Mô hình thông tin công trình (BIM) trong việc giảm thiểu các rủi ro tương ứng. Trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước, 14 nhóm rủi ro chính ảnh hưởng đến tiến độ và chi phí thi công của các dự án hạ tầng giao thông đã được xác định, bao gồm: quy mô và độ phức tạp dự án, địa chất và điều kiện tự nhiên, thiết kế và thay đổi thiết kế, công nghệ và kỹ thuật thi công, tổ chức thi công và nguồn lực, giải phóng mặt bằng và pháp lý, biến động giá và tài chính, quản lý và phối hợp, môi trường và yếu tố bên ngoài, hợp đồng và thanh toán, lập kế hoạch và dự toán ban đầu, dữ liệu và thông tin, an toàn lao động và chuỗi cung ứng.

Bảng khảo sát được thiết kế theo thang đo Likert 5 mức và gồm hai phần. Phần thứ nhất thu thập thông tin chung của người tham gia khảo sát, bao gồm đơn vị công tác, vị trí công tác, số năm kinh nghiệm, số lượng dự án đã tham gia và mức độ hiểu biết về BIM. Phần thứ hai tập trung đánh giá 14 nhóm rủi ro ảnh hưởng đến tiến độ và chi phí thi công dự án hạ tầng giao thông. Đối với mỗi nhóm rủi ro, người tham gia khảo sát được yêu cầu đánh giá hai nội dung: (i) mức độ ảnh hưởng của rủi ro đến tiến độ và chi phí thi công; và (ii) mức độ hỗ trợ của BIM trong việc giảm thiểu rủi ro tương ứng. Đối tượng khảo sát bao gồm các kỹ sư, cán bộ quản lý dự án, tư vấn thiết kế, tư vấn giám sát, nhà thầu thi công và các chuyên gia có kinh nghiệm trong lĩnh vực xây dựng hạ tầng giao thông. Khảo sát được thực hiện thông qua hình thức trực tuyến kết hợp với phát phiếu trực tiếp. Sau quá trình thu thập, kiểm tra và sàng lọc dữ liệu, có trên 50 phiếu khảo sát hợp lệ được sử dụng cho các bước phân tích tiếp theo.

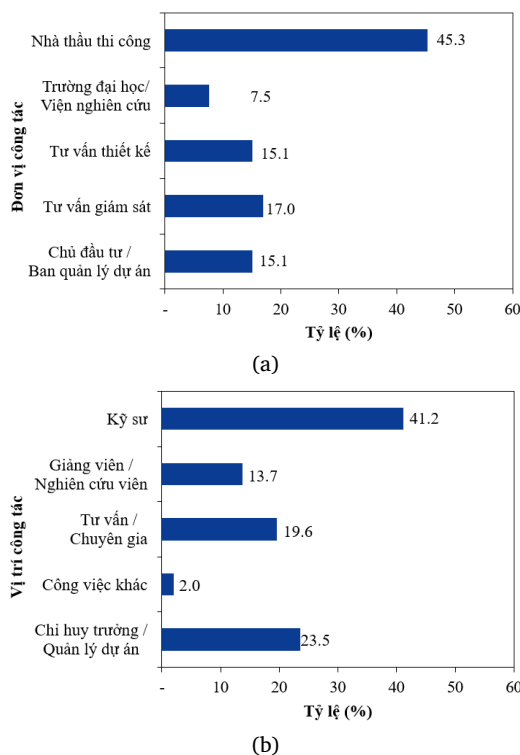
Dữ liệu khảo sát được xử lý thông qua các phương pháp thống kê mô tả, bao gồm tính toán giá trị trung bình (Mean), độ lệch chuẩn (SD) và xếp hạng các nhóm rủi ro theo mức độ ảnh hưởng cũng như

khả năng hỗ trợ của BIM. Độ tin cậy của các thang đo được kiểm định bằng hệ số Cronbach's Alpha. Ngoài ra, nghiên cứu tiến hành phân tích tổng hợp giữa mức độ ảnh hưởng của rủi ro và khả năng hỗ trợ của BIM nhằm xác định các nhóm rủi ro ưu tiên ứng dụng BIM trong công tác quản lý dự án hạ tầng giao thông.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm mẫu khảo sát

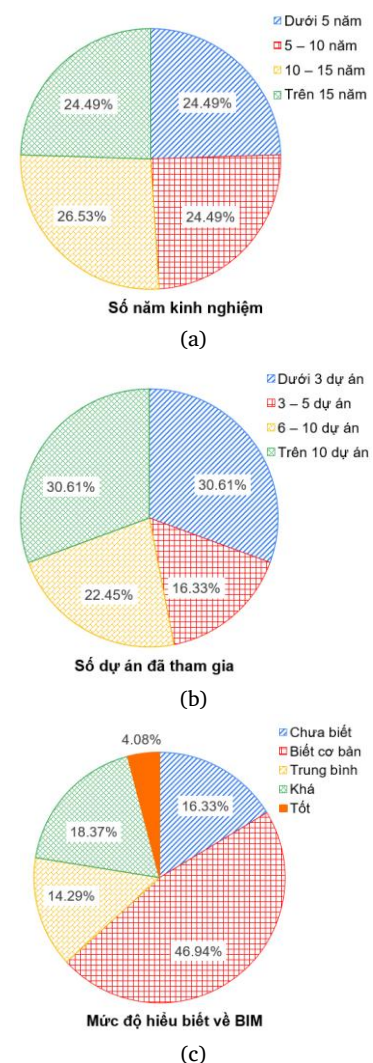
Kết quả thống kê mẫu khảo sát được trình bày tại Hình 1-Hình 2. Về đơn vị công tác (Hình 1.a), nhóm đối tượng đến từ các nhà thầu thi công chiếm tỷ lệ lớn nhất với 45,3 %, tiếp theo là tư vấn giám sát (17,0 %), chủ đầu tư/ban quản lý dự án và tư vấn thiết kế cùng chiếm 15,1 %, trong khi nhóm trường đại học và viện nghiên cứu chiếm 7,5 %. Điều này cho thấy phần lớn người tham gia khảo sát đang trực tiếp tham gia các hoạt động thi công và quản lý dự án, qua đó đảm bảo tính thực tiễn của các ý kiến đánh giá. Xét theo vị trí công tác (Hình 1.b), nhóm kỹ sư chiếm tỷ lệ cao nhất với 41,2 %, tiếp theo là chỉ huy trưởng/quản lý dự án (23,5 %), tư vấn/chuyên gia (19,6 %) và giảng viên/nghiên cứu viên (13,7 %). Cơ cấu này phản ánh sự tham gia của nhiều nhóm đối tượng có vai trò khác nhau trong vòng đời dự án xây dựng hạ tầng giao thông.



Hình 1. Kết quả tỷ lệ thành phần khảo sát: (a) Đơn vị công tác; (b) Vị trí công tác.

Về kinh nghiệm làm việc (Hình 2.a), các nhóm đối tượng có số năm kinh nghiệm tương đối đồng đều, trong đó nhóm từ 10–15 năm

chiếm tỷ lệ cao nhất với 26,53 %, ba nhóm còn lại gồm dưới 5 năm, từ 5–10 năm và trên 15 năm đều chiếm 24,49 %. Kết quả này cho thấy mẫu khảo sát bao gồm cả các chuyên gia có nhiều kinh nghiệm và các kỹ sư trẻ đang trực tiếp tham gia triển khai dự án. Đối với số lượng dự án đã tham gia (Hình 2.b), hai nhóm dưới 3 dự án và trên 10 dự án cùng chiếm tỷ lệ cao nhất với 30,61 %, tiếp theo là nhóm từ 6–10 dự án (22,45 %) và từ 3–5 dự án (16,33 %). Điều này cho thấy phần lớn người tham gia khảo sát đã có kinh nghiệm thực tế trong nhiều dự án xây dựng khác nhau. Về mức độ hiểu biết BIM (Hình 2.c), đa số người tham gia khảo sát có kiến thức nhất định về BIM, trong đó nhóm hiểu biết ở mức cơ bản chiếm tỷ lệ cao nhất với 46,94 %, tiếp theo là mức khá (18,37 %), chưa biết BIM (16,33 %), mức trung bình (14,29 %) và mức tốt (4,08 %). Kết quả này cho thấy phần lớn đối tượng khảo sát đã có nhận thức về BIM, tạo cơ sở để đánh giá khách quan vai trò của BIM trong quản lý rủi ro tiến độ và chi phí đối với các dự án hạ tầng giao thông.



Hình 2. Kết quả tỷ lệ thành phần khảo sát: (a) Số năm kinh nghiệm; (b) Số dự án đã tham gia; (c) Mức độ hiểu biết về BIM.

Nhìn chung, mẫu khảo sát có sự đa dạng về đơn vị công tác, vị trí nghề nghiệp, kinh nghiệm thực tế và mức độ hiểu biết BIM. Điều này góp phần nâng cao tính đại diện và độ tin cậy của các kết quả phân tích trong nghiên cứu.

3.2. Kiểm định độ tin cậy thang đo

Độ tin cậy của các thang đo được kiểm định bằng hệ số Cronbach's Alpha, xem phương trình (1). Theo Hair và cộng sự [17], hệ số Cronbach's Alpha lớn hơn 0,7 được xem là đạt yêu cầu đối với các nghiên cứu trong lĩnh vực quản lý và khoa học xã hội. Kết quả kiểm định cho thấy thang đo đánh giá mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro đạt Cronbach's Alpha = 0,919 và thang đo đánh giá khả năng hỗ trợ của BIM đạt Cronbach's Alpha = 0,914. Các giá trị này đều lớn hơn 0,9, cho thấy các thang đo có độ tin cậy rất cao và dữ liệu khảo sát đáp ứng yêu cầu cho các phân tích tiếp theo.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (1)$$

Trong đó : α : là hệ số Cronbach's Alpha ; k : là số biến quan sát; S_i^2 : là phương sai của từng biến quan sát; S_t^2 : là phương sai tổng của thang đo.

3.3. Mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro

Kết quả khảo sát cho thấy mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro đến tiến độ và chi phí thi công dao động từ 2,88 đến 3,73 (Xem Bảng 1). Phần lớn các nhóm rủi ro được đánh giá có mức độ ảnh hưởng từ trung bình đến cao, phản ánh tính phức tạp và mức độ bất định của các dự án hạ tầng giao thông. Trong số các Nhóm Rủi Ro (NRR) được khảo sát, rủi ro giải phóng mặt bằng và pháp lý (NRR6) được đánh giá có mức độ ảnh hưởng cao nhất với Mean = 3,73 (Mean: Giá trị trung bình), tiếp theo là rủi ro hợp đồng và thanh toán (NRR10) với Mean = 3,71. Các nhóm rủi ro quy mô và độ phức tạp dự án (NRR1), thiết kế và thay đổi thiết kế (NRR3) và lập kế hoạch, dự toán ban đầu (NRR11) cũng được đánh giá ở mức ảnh hưởng cao với giá trị Mean lần lượt là 3,57; 3,55 và 3,51. Kết quả này cho thấy các yếu tố liên quan đến công tác chuẩn bị đầu tư, thiết kế, pháp lý và quản lý hợp đồng có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả thực hiện dự án.

Ngược lại, rủi ro môi trường và các yếu tố bên ngoài (NRR9) có mức độ ảnh hưởng thấp nhất với Mean = 2,88. Tuy nhiên, giá trị này vẫn phản ánh mức độ ảnh hưởng trung bình và cần được xem xét trong quá trình quản lý dự án. Nhìn chung, các nhóm rủi ro liên quan đến pháp lý, hợp đồng, thiết kế và quy mô dự án là những yếu tố cần được ưu tiên kiểm soát nhằm hạn chế nguy cơ chậm tiến độ và gia tăng chi phí thi công.

3.4. Khả năng hỗ trợ của BIM đối với các nhóm rủi ro

Kết quả khảo sát cho thấy khả năng hỗ trợ của BIM đối với các nhóm rủi ro có sự khác biệt đáng kể, với giá trị Mean dao động từ

2,82 đến 3,90 (Xem Bảng 1). Điều này cho thấy hiệu quả của BIM phụ thuộc vào đặc điểm của từng nhóm rủi ro. Nhóm rủi ro thiết kế và thay đổi thiết kế (NRR3) được đánh giá có khả năng hỗ trợ cao nhất từ BIM với Mean = 3,90. Tiếp theo là các nhóm rủi ro quy mô và độ phức tạp dự án (NRR1), quản lý và phối hợp (NRR8) và dữ liệu, thông tin (NRR12), với giá trị Mean lần lượt là 3,53; 3,51 và 3,51. Kết quả này phản ánh thế mạnh của BIM trong việc hỗ trợ phối hợp đa bộ môn, quản lý dữ liệu tập trung, phát hiện xung đột thiết kế và nâng cao hiệu quả trao đổi thông tin giữa các bên tham gia dự án.

Ngược lại, BIM được đánh giá hỗ trợ hạn chế đối với nhóm rủi ro giải phóng mặt bằng và pháp lý (NRR6) với Mean = 2,82 và nhóm rủi ro môi trường, các yếu tố bên ngoài (NRR9) với Mean = 2,88. Điều này cho thấy BIM chủ yếu phát huy hiệu quả đối với các rủi ro liên quan đến kỹ thuật và quản lý thông tin, trong khi các rủi ro mang tính hành chính, pháp lý hoặc chịu tác động từ các yếu tố khách quan bên ngoài vẫn cần được kiểm soát bằng các giải pháp quản lý khác.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy BIM có tiềm năng hỗ trợ hiệu quả công tác quản lý rủi ro trong các dự án hạ tầng giao thông, đặc biệt đối với các nhóm rủi ro liên quan đến thiết kế, phối hợp và quản lý dữ liệu dự án.

3.5. Phân tích tổng hợp giữa mức độ rủi ro và khả năng hỗ trợ của BIM

Để đánh giá mối quan hệ giữa mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro và khả năng hỗ trợ của BIM, nghiên cứu tiến hành so sánh kết quả đánh giá trung bình (Mean) của từng nhóm rủi ro với mức độ hỗ trợ tương ứng của BIM. Kết quả cho thấy BIM không hỗ trợ đồng đều đối với tất cả các nhóm rủi ro mà hiệu quả phụ thuộc vào đặc điểm của từng loại rủi ro. Nhóm rủi ro thiết kế và thay đổi thiết kế (NRR3) được đánh giá là một trong những nhóm rủi ro có mức độ ảnh hưởng cao (Mean = 3,55), đồng thời là nhóm được BIM hỗ trợ hiệu quả nhất với Mean = 3,90. Kết quả này phản ánh thế mạnh của BIM trong việc phối hợp thiết kế, phát hiện xung đột kỹ thuật và quản lý thay đổi trong quá trình triển khai dự án. Tương tự, các nhóm rủi ro quy mô và độ phức tạp dự án (NRR1), quản lý và phối hợp (NRR8) và dữ liệu, thông tin (NRR12) đều được đánh giá có khả năng hỗ trợ tương đối cao từ BIM. Điều này cho thấy BIM phát huy hiệu quả trong việc quản lý thông tin, nâng cao khả năng phối hợp và hỗ trợ ra quyết định trong môi trường dự án có mức độ phức tạp cao.

Ngược lại, nhóm rủi ro giải phóng mặt bằng và pháp lý (NRR6) được đánh giá có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đối với tiến độ và chi phí thi công (Mean = 3,73) nhưng lại có mức độ hỗ trợ thấp nhất từ BIM (Mean = 2,82). Tương tự, nhóm rủi ro hợp đồng và thanh toán (NRR10) có mức độ ảnh hưởng cao (Mean = 3,71) trong khi khả năng hỗ trợ của BIM chỉ ở mức trung bình (Mean = 3,27). Kết quả này cho thấy BIM chủ yếu hỗ trợ các hoạt động kỹ thuật và quản lý thông tin, trong khi các vấn đề liên quan đến pháp lý, giải phóng mặt bằng và thủ tục tài chính vẫn phụ thuộc nhiều vào cơ chế quản lý và chính sách của các cơ quan quản lý nhà nước.

Để xác định các nhóm rủi ro ưu tiên ứng dụng BIM, nghiên cứu tiến hành phân loại các nhóm rủi ro theo ma trận đánh giá giữa mức độ ảnh hưởng của rủi ro và khả năng hỗ trợ của BIM. Giá trị trung bình của 14 giá trị Mean về mức độ ảnh hưởng của các nhóm rủi ro là

3,46, trong khi giá trị trung bình của 14 giá trị Mean về khả năng hỗ trợ của BIM là 3,29. Hai giá trị này được sử dụng làm ngưỡng tham chiếu để phân loại các nhóm rủi ro theo mức độ ảnh hưởng và khả năng hỗ trợ của BIM, (Xem Bảng 2).

Bảng 1. So sánh mức độ ảnh hưởng của rủi ro và khả năng hỗ trợ của BIM.

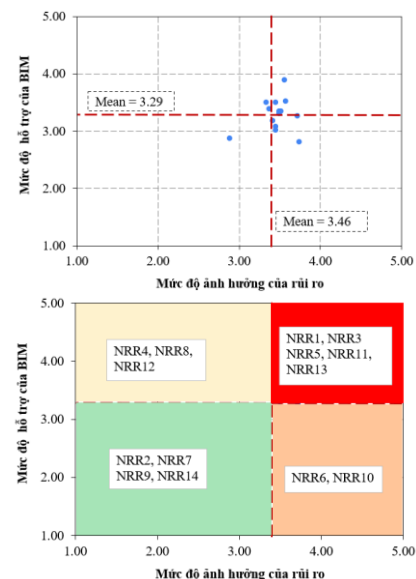
Nhóm rủi ro	Mức độ ảnh hưởng của rủi ro			Mức độ BIM hỗ trợ giảm thiểu rủi ro		
	Mean	SD	Xếp hạng	Mean	SD	Xếp hạng
NRR1 – Rủi ro quy mô & độ phức tạp dự án	3.57	1.04	3	3.53	0.92	2
NRR2 – Rủi ro địa chất & điều kiện tự nhiên	3.45	1.04	8	3.08	1.10	11
NRR3 – Rủi ro thiết kế & thay đổi thiết kế	3.55	1.12	4	3.90	1.03	1
NRR4 – Rủi ro công nghệ & kỹ thuật thi công	3.37	0.99	12	3.39	1.04	5
NRR5 – Rủi ro tổ chức thi công & nguồn lực	3.49	1.06	6	3.31	1.06	8
NRR6 – Rủi ro giải phóng mặt bằng & pháp lý	3.73	0.93	1	2.82	1.05	14
NRR7 – Rủi ro biến động giá & tài chính	3.45	0.94	9	3.02	1.07	12
NRR8 – Rủi ro quản lý & phối hợp	3.45	0.91	10	3.51	1.10	3
NRR9 – Rủi ro môi trường & yếu tố bên ngoài	2.88	0.99	14	2.88	0.99	13
NRR10 – Rủi ro hợp đồng & thanh toán	3.71	1.06	2	3.27	1.09	9
NRR11 – Rủi ro lập kế hoạch & dự toán ban đầu	3.51	1.14	5	3.35	1.11	6
NRR12 – Rủi ro dữ liệu & thông tin	3.33	0.94	13	3.51	1.08	4
NRR13 – Rủi ro an toàn lao động	3.49	0.94	7	3.35	1.03	7
NRR14 – Rủi ro chuỗi cung ứng	3.41	1.10	11	3.18	0.91	10

Bảng 2. Phân loại nhóm rủi ro theo mức độ ảnh hưởng và khả năng hỗ trợ của BIM.

Mức độ ảnh hưởng của rủi ro	BIM hỗ trợ cao (Mean > 3.29)	BIM hỗ trợ thấp (Mean ≤ 3.29)
Ảnh hưởng cao (Mean > 3.46)	NRR1, NRR3, NRR5, NRR11, NRR13	NRR6, NRR10
Ảnh hưởng thấp (Mean ≤ 3.46)	NRR4, NRR8, NRR12	NRR2, NRR7, NRR9, NRR14

Kết quả phân loại cho thấy nhóm “Ảnh hưởng cao – BIM hỗ trợ cao” bao gồm NRR1, NRR3, NRR5, NRR11 và NRR13, (xem Hình 3). Đây là các nhóm rủi ro mà việc ứng dụng BIM có thể mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc giảm thiểu tác động đến tiến độ và chi phí thi công. Trong khi đó, nhóm “Ảnh hưởng cao – BIM hỗ trợ thấp” gồm NRR6 và NRR10 được xem là nhóm rủi ro ưu tiên cần được kiểm soát bằng các giải pháp quản lý truyền thống kết hợp với BIM. Đối với nhóm “Ảnh hưởng thấp – BIM hỗ trợ cao”, BIM vẫn mang lại lợi ích đáng kể trong việc nâng cao hiệu quả quản lý thông tin và phối hợp dự án, trong khi nhóm “Ảnh hưởng thấp – BIM hỗ trợ thấp” là các rủi ro có mức độ ưu tiên thấp hơn trong chiến lược quản lý rủi ro tổng thể.

Kết quả nghiên cứu cho thấy BIM phát huy hiệu quả rõ rệt đối với các nhóm rủi ro liên quan đến thiết kế, dữ liệu, phối hợp và quản lý kỹ thuật dự án. Ngược lại, đối với các nhóm rủi ro mang tính pháp lý, hành chính hoặc chịu tác động từ các yếu tố bên ngoài, khả năng hỗ trợ của BIM còn tương đối hạn chế. Điều này cho thấy BIM cần được xem là một công cụ hỗ trợ quan trọng trong quản lý rủi ro, đồng thời phải được kết hợp với các biện pháp quản lý tổ chức, quản lý hợp đồng và cơ chế chính sách phù hợp nhằm nâng cao hiệu quả thực hiện dự án.



Hình 3. Ma trận phân loại rủi ro theo mức độ ảnh hưởng và khả năng hỗ trợ của BIM.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã đánh giá mức độ ảnh hưởng của 14 nhóm rủi ro đến tiến độ và chi phí thi công, đồng thời phân tích khả năng hỗ trợ của BIM trong việc giảm thiểu các rủi ro tương ứng đối với các dự án hạ tầng giao thông. Kết quả cho thấy rủi ro giải phóng mặt bằng và pháp lý là nhóm có mức độ ảnh hưởng lớn nhất, trong khi BIM được đánh giá hỗ trợ hiệu quả nhất đối với rủi ro thiết kế và thay đổi thiết kế. Các nhóm rủi ro liên quan đến thiết kế, dữ liệu và thông tin, quản lý và phối hợp được xác định là những lĩnh vực có tiềm năng ứng dụng BIM cao nhất.

Kết quả nghiên cứu khẳng định BIM là công cụ hỗ trợ hiệu quả trong quản lý rủi ro tiến độ và chi phí, đặc biệt đối với các rủi ro mang tính kỹ thuật và quản lý thông tin. Tuy nhiên, đối với các rủi ro liên quan đến pháp lý, giải phóng mặt bằng và tài chính, BIM cần được kết hợp với các giải pháp quản lý truyền thống nhằm nâng cao hiệu quả quản lý dự án. Nghiên cứu là cơ sở tham khảo cho việc xây dựng chiến lược ứng dụng BIM trong các dự án hạ tầng giao thông tại Việt Nam.

Đối với các dự án hạ tầng giao thông tại Hà Nội, kết quả nghiên cứu cho thấy cần ưu tiên ứng dụng BIM đối với các nhóm rủi ro mà BIM được đánh giá có khả năng hỗ trợ cao, đặc biệt là các rủi ro liên quan đến thiết kế và thay đổi thiết kế, quản lý và phối hợp, dữ liệu và thông tin. Đối với các nhóm rủi ro có mức độ ảnh hưởng lớn nhưng khả năng hỗ trợ của BIM còn hạn chế, như giải phóng mặt bằng, pháp lý, hợp đồng và thanh toán, BIM cần được kết hợp với các giải pháp quản lý truyền thống nhằm nâng cao hiệu quả kiểm soát tiến độ và chi phí. Kết quả nghiên cứu có thể là cơ sở tham khảo cho các chủ đầu tư, ban quản lý dự án và cơ quan quản lý trong việc xác định các lĩnh vực ưu tiên ứng dụng BIM đối với các dự án hạ tầng giao thông tại Hà Nội.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tiến hành trong khuôn khổ đề tài QG.24.38 “Nghiên cứu sử dụng dữ liệu hình ảnh kỹ thuật số vào quan trắc dao động kết cấu khi chịu tải trọng động đất”.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn các chuyên gia, đồng nghiệp và các thầy cô đã tham gia khảo sát và đóng góp ý kiến quý báu, góp phần hoàn thành nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1]. S. A. Assaf and S. Al-Hejji, “Causes of delay in large construction projects,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 24, no. 4, pp. 349–357, 2006, doi: 10.1016/j.ijproman.2005.11.010.
- [2]. M. Sambasivan and Y. W. Soon, “Causes and effects of delays in Malaysian construction industry,” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 25, no. 5, pp. 517–526, 2007, doi: 10.1016/j.ijproman.2006.11.007.
- [3]. B. Flyvbjerg, M. K. S. Holm, and S. L. Buhl, “How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?,” *Transp. Rev. A Transnatl. Transdiscipl. J.*, vol. 23, no. 1, pp. 71–88, 2003, doi: 10.1080/014416403099904.
- [4]. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, Nghị quyết số 56/2022/QH15 về chủ trương đầu tư Dự án đầu tư xây dựng đường Vành đai 4 - Vùng Thủ đô Hà Nội. 2022.
- [5]. P. M. I. (PMI), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, 7th Editio. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute, 2021.
- [6]. R. Sacks, G. Lee, L. Burdi, and M. Bolpagni, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, Fourth edi. John Wiley & Sons, 2025. doi: <https://doi.org/10.1002/9781139422254.fmatter>.
- [7]. S. AZHAR, “Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry,” *Leadersh. Manag. Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, 2011, doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127).
- [8]. B. Succar, “Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders,” *Autom. Constr.*, vol. 18, no. 3, pp. 357–375, 2009, doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003.
- [9]. D. Bryde, M. Broquetas, and J. M. Volm, “The project benefits of Building Information Modelling (BIM),” *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 31, no. 7, pp. 971–980, Oct. 2013, doi: 10.1016/J.IJPROMAN.2012.12.001.
- [10]. Y. Lu, Z. Wu, R. Chang, and Y. Li, “Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions,” *Autom. Constr.*, vol. 83, no. June, pp. 134–148, 2017, doi: 10.1016/j.autcon.2017.08.024.
- [11]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 phê duyệt lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình. Hà Nội, 2023.
- [12]. T. V. Tâm, “Ứng dụng BIM trong quản lý tiến độ và chi phí xây dựng trong giai đoạn thi công tích hợp trên CDE,” *Tạp chí điện tử của Bộ Xây dựng*, 2025, [Online]. Available: <https://tapchixaydung.vn/ung-dung-bim-trong-quan-ly-tien-do-va-chi-phi-xay-dung-trong-giai-doan-thi-cong-tich-hop-tren-cde-20201224000032893.html>
- [13]. P. T. Vân, P. T. Dũng, H. Tùng, and N. T. C. Nhung, “Nghiên cứu ứng dụng mô hình BIM phục vụ quản lý dự án trong quá trình thi công công trình giao thông,” *Tạp chí xây dựng*, pp. 170–173, 2025.
- [14]. Viện kinh tế xây dựng - Bộ Xây dựng, “Nghiên cứu ứng dụng mô hình thông tin công trình trong lĩnh vực hạ tầng kỹ thuật (giao thông đô thị và cấp thoát nước) tại Việt Nam,” 2020.
- [15]. N. A. Thư, N. T. Phong, and T. A. Hân, “Đánh giá hiệu quả của việc ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong quản lý thiết kế dự án hạ tầng kỹ thuật đô thị,” *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng*, vol. 01, no. 14, pp. 81–89, 2024, doi: 10.54772/jomc.01.2024.627.
- [16]. T. Q. Duy and T. N. N. Trường, “Nghiên cứu ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong thiết kế hạ tầng đô thị,” *Tạp chí xây dựng*, pp. 174–179, 2025.
- [17]. H. Jr., J. F., B. W. C., B. B. J., and A. R. E., *Multivariate Data Analysis*. Pearson, 2009.