

PHÂN TÍCH CHIẾN LƯỢC ÁP DỤNG BIM VÀO DỰ ÁN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG TẠI ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Anh Thu^{a,b,*}, Quách Thanh Quỳnh^{a,b}

^aKhoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh,
268 đường Lý Thường Kiệt, quận 10, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

^bĐại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, phường Linh Trung, thành phố Thủ Đức, TP. HCM, Việt Nam

Nhận ngày 20/6/2022, Sửa xong 13/7/2022, Chấp nhận đăng 14/7/2022

Tóm tắt

Bài báo này phân tích và đề xuất chiến lược áp dụng (CLAD) mô hình thông tin công trình (Building Information Modelling-BIM) vào các dự án đầu tư xây dựng (DA ĐTXD) của Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM). Phương pháp phân tích SWOT (Strengths/Weaknesses/Opportunities/Threats) kết hợp với phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process-AHP) được sử dụng để phân tích nguồn lực, khả năng và thách thức tiềm ẩn của ĐHQG-HCM khi áp dụng BIM vào quản lý dự án (QLDA). Số liệu phân tích dùng trong bài báo này được lấy từ khảo sát trực tuyến đại trà (99 đối tượng) và phỏng vấn trực tiếp với chuyên gia (10 đối tượng). Kết quả nghiên cứu đã nhận diện được các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức có ảnh hưởng lớn nhất đến việc triển khai thành công BIM vào các dự án (DA) của ĐHQG-HCM. Trong đó, ở mức độ toàn cục, nhóm yếu tố thuộc về thách thức cho thấy tầm ảnh hưởng lớn nhất so với các nhóm còn lại lần lượt là nhóm yếu tố điểm mạnh, cơ hội và điểm yếu; ở mức độ cục bộ, tầm ảnh hưởng giữa các yếu tố trong từng nhóm cũng được so sánh và xếp hạng. Từ kết quả phân tích của mô hình SWOT-AHP, bài báo thảo luận và hình thành các ý tưởng xây dựng CLAD BIM cho các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM; và đã đề xuất được 05 CLAD BIM vào các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM cùng các giải pháp cụ thể.

Từ khóa: mô hình thông tin công trình (BIM); phân tích chiến lược áp dụng (CLAD); dự án đầu tư xây dựng (DA ĐTXD); ĐHQG-HCM; mô hình SWOT-AHP.

STRATEGY ANALYSIS ON ADOPTING BUILDING INFORMATION MODELING IN INVESTMENT PROJECTS, A CASE STUDY OF VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY HO CHI MINH CITY

Abstract

The paper studies and proposes strategies of BIM implementation to investment projects of construction of Viet Nam National University Ho Chi Minh City (VNU-HCM). The SWOT (Strengths/Weaknesses/Opportunities/Threats) - Analytic Hierarchy Process (AHP) model is used to analyze resources and capabilities as well as hidden challenges of VNU-HCM for applying BIM to project management. The data used in this paper is collected from a web-based survey (99 respondents) and face-to-face interviews (10 experts). The results have identified strengths, weaknesses, opportunities, and threats that have the greatest influence on the success of BIM implementation to construction projects of VNU-HCM. At global level, the group of challenge factors shows the greatest degree of the influence in comparison with the remaining groups including strengths, opportunities, and weaknesses, respectively. At local level, the importance of the factors in each group has also been evaluated and ranked. Base on analysed results of the SWOT-AHP model, the paper has discussed and proposed five BIM implementation strategies for the construction projects of VNU-HCM with specific solutions.

Keywords: Building Information Modelling (BIM); strategies of BIM implementation; investment projects of construction; VNU-HCM; SWOT-AHP model.

© 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: nathu@hcmut.edu.vn (Thu, N. A.)

1. Đặt vấn đề

Mô hình thông tin công trình (BIM), về cơ bản là một dạng hiển thị số hóa của các đặc trưng vật lý và công năng của cơ sở hạ tầng xây dựng (CSHT) [1–4]; được tạo dựng từ sự kết hợp công nghệ ba chiều (3D) và sự tích hợp các dữ liệu cần thiết từ lĩnh vực kiến trúc, kỹ thuật công trình, thi công (AEC) và quản lý hạ tầng (FM). Nhờ sự tích hợp đa ngành này vào một mô hình duy nhất, BIM tạo nên được một bức tranh nhất quán và tường minh từ tổng thể đến chi tiết của dự án cho các bên liên quan, tạo cơ sở vững chắc và hỗ trợ hiệu quả cho các tổ chức trong việc đưa ra các quyết định tối ưu cho vòng đời của dự án, từ giai đoạn đầu thiết kế ý tưởng cho đến khi phá dỡ dự án [5–8]. Nhờ đó, việc áp dụng BIM giúp cho tính hiệu quả trong công tác quản lý được cải thiện rõ rệt cũng như sự gia tăng hiệu năng làm việc, chất lượng sản phẩm và trao đổi thông tin [9]. Trong nước, đà phát triển kinh tế mạnh mẽ hiện nay cũng như sự gia tăng nhanh chóng về dân số, đặc biệt tại các đô thị lớn, đã và đang kéo theo sự hình thành ồ ạt nhiều các công trình CSHT ngày càng lớn về quy mô đi liền với sự gia tăng độ khó về kỹ thuật. Vì vậy, việc triển khai BIM là thật sự phù hợp và cần thiết, có thể giúp tạo nên những thay đổi căn bản tích cực, những lợi ích to lớn, rõ ràng và dài lâu cho các dự án, toàn bộ ngành xây dựng (XD) và cả xã hội [10–13].

Mặc dù được bắt đầu muộn hơn, các Bộ, Ngành liên quan ở Việt Nam đã dần nhận thức được rõ xu hướng cũng như lợi ích to lớn của BIM đối với ngành XD. Kết quả là BIM đã được chính thức đề cập trong hoạt động đầu tư xây dựng (ĐT XD) trong Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 [14] vào năm 2014. Đặc biệt, vào năm 2016, đề án ứng dụng BIM đã được triển khai theo Quyết định số 2500/QĐ-TTg [15]. Quyết định này khuyến khích ứng dụng BIM rộng rãi trong XD, thể hiện quan điểm thúc đẩy số hóa ngành XD và xác định BIM là hướng phát triển chính yếu để làm mới ngành XD. Nhìn chung, việc vận dụng BIM trong ngành XD tại Việt Nam vẫn đang trong giai đoạn chập chững, rời rạc và chưa thành hệ thống với các thách thức đến từ sự thay đổi phương thức làm việc của đơn vị tư vấn, sự thiếu hụt của nguồn lực chuyên môn, công cụ chưa đầy đủ, tính pháp lý của hệ thống cũng như thiếu tính chủ động và sự ràng buộc rõ ràng về trách nhiệm trong phối hợp giữa các bên liên quan [16]. Đặc biệt, với những DA ĐTXD dùng vốn Ngân sách Nhà nước (NSNN), các trở ngại trên gây khó khăn lớn cho chủ đầu tư khi xem xét và ra quyết định áp dụng BIM.

ĐHQG-HCM là cơ quan quản lý nhà nước sử dụng nguồn vốn NSNN thực hiện DA ĐTXD; cho nên, việc áp dụng BIM vào các giai đoạn của DA là phù hợp với chủ trương của Chính phủ và các Bộ, Ngành về khuyến khích áp dụng BIM vào QLDA ĐTXD. ĐHQG-HCM cũng đã nhận thức được áp dụng BIM là xu thế, đồng thời thấy được điều kiện CSHT, cơ sở pháp lý, nguồn lực tài chính và nguồn nhân lực là những trở ngại khi áp dụng BIM tại ĐHQG-HCM. BIM mặc dù được nhìn nhận là một công cụ công nghệ tiềm năng, tinh tế và mạnh mẽ cho các DA ĐTXD (AEC/FM), tuy vậy, sự hiệu quả của việc triển khai phương pháp này lệ thuộc đáng kể vào các CLAD của từng quốc gia và tổ chức do đặc thù về hệ thống pháp luật, khả năng hỗ trợ và dẫn dắt của tổ chức, nguồn lực tài chính-nhân sự chuyên môn, tài nguyên và kinh nghiệm quản lý [17–19]. Thực tế trên cho thấy rất cần có một nghiên cứu về phân tích CLAD BIM hợp lý cho các DA ĐTXD tại ĐHQG-HCM nhằm tối ưu hóa được hiệu quả đầu tư, chất lượng và sự bền vững của công trình đồng thời thúc đẩy quá trình triển khai BIM vào các DA thực tiễn theo chủ trương của Chính phủ như đã đề cập.

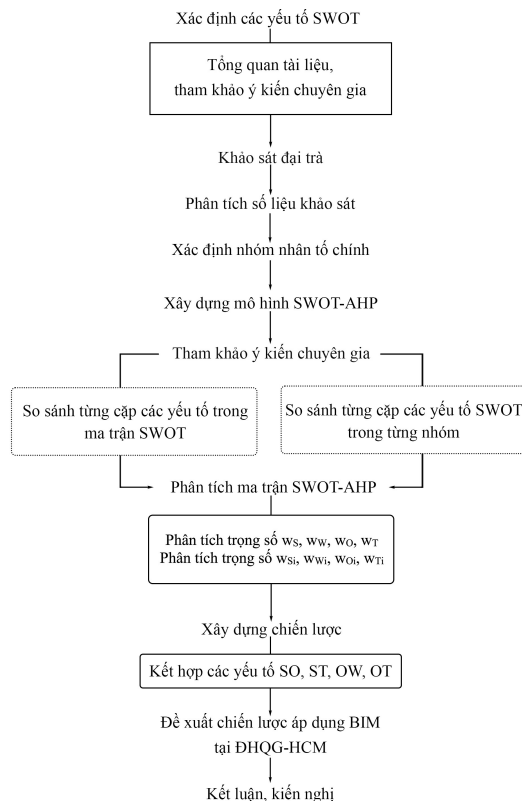
Một số các nghiên cứu [20–22] về phân tích CLAD BIM cho các DA ĐTXD thường sử dụng phương pháp phân tích SWOT (Strengths-Điểm mạnh/Weaknesses-Điểm yếu/Opportunities-Cơ hội/Threats-Thách thức) được đề xuất bởi [23] nhờ vào tính dễ sử dụng và hiệu quả cao của nó [24, 25]. Cốt lõi của phân tích SWOT là đánh giá điểm mạnh, nhìn nhận điểm yếu của bên trong tổ chức, khai thác cơ hội và xem xét nguy cơ từ môi trường bên ngoài; và hai chiều của phân tích SWOT tạo ra bốn yếu tố như sau: điểm mạnh là đặc điểm tích cực bên trong tổ chức; điểm yếu là đặc điểm tiêu

cực của bên trong tổ chức; cơ hội là đặc điểm tích cực từ bên ngoài; và thách thức là đặc điểm tiêu cực từ bên ngoài. Đây là phương pháp thiên về định tính, không thể xác định mức độ ưu tiên hay tầm quan trọng của các yếu tố được xác định trong phân tích. Một số ít nghiên cứu khác như [26–28] đã sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc AHP được phát triển sau bởi [29] để phân tích CLAD BIM cho các DA ĐTXD. Phương pháp AHP sử dụng phương thức so sánh cặp để gán trọng số cho những phần tử trong thứ bậc; mỗi so sánh cặp định lượng được cụ thể cấp quan trọng của các phần tử trong cùng một nhóm bằng cách dùng các hệ số tỉ lệ. Kỹ thuật định lượng của phương pháp AHP có thể hỗ trợ hiệu quả cho phương pháp SWOT vốn thiên về định tính như đã đề cập [30]. Gần đây, một số ít bài báo như [31, 32] đã tích hợp cả hai phương pháp phân tích này vào phân tích chiến lược cho các DA ĐTXD. Việc sử dụng kết hợp hai phương pháp phân tích SWOT và AHP có thể giúp cho việc đánh giá và đề xuất các CLAD BIM cho các DA ĐTXD được định lượng và rõ ràng hơn, trong đó, có các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM.

Bài báo này thực hiện một nghiên cứu về phân tích nguồn lực, khả năng và thách thức tiềm ẩn của ĐHQG-HCM khi áp dụng BIM vào QLDA sử dụng mô hình kết hợp SWOT-AHP. Trên cơ sở kết quả phân tích, bài báo đề xuất CLAD BIM vào các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM kèm theo các giải pháp cụ thể.

2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu được trình bày trong sơ đồ (Hình 1). Trong đó, quy trình nghiên cứu có thể chia thành ba giai đoạn: (1) nghiên cứu và phân tích tài liệu, phỏng vấn ý kiến của các chuyên gia để



Hình 1. Quy trình nghiên cứu

xác lập các nhóm yếu tố S, W, O và T liên quan đến ĐHQG-HCM để xây dựng bảng câu hỏi khảo sát; (2) nhận diện các yếu tố chủ chốt trong từng nhóm yếu tố S, W, O, T đã được đề xuất trong giai đoạn (1) bằng cách khảo sát đại trà, phân tích sự phù hợp của các số liệu khảo sát và kiểm tra độ tin cậy của thang đo dùng các chương trình thống kê như SPSS, xếp hạng cục bộ các yếu tố trong nhóm, hướng tới việc xây dựng ma trận SWOT-AHP; và (3) ma trận SWOT-AHP được xây dựng từ các yếu tố chính đã được xác định ở giai đoạn (2), được phân tích theo phương pháp AHP nhằm đánh giá tầm ảnh hưởng của những yếu tố trong ma trận SWOT. Bằng cách so sánh từng cặp các nhóm yếu tố S, W, O, T và so sánh từng cặp các yếu tố trong nhóm, các phương án so sánh được phân tích và xác định trọng số. Các chiến lược và giải pháp cụ thể cho việc áp dụng BIM vào các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM được tạo nên từ kết quả phân tích các phương án vừa nêu.

3. Xây dựng các yếu tố SWOT

3.1. Tổng hợp các yếu tố SWOT của ĐHQG-HCM khi triển khai BIM vào DA

Dựa trên kết quả nghiên cứu tổng quan từ các nghiên cứu trước và phỏng vấn trực tiếp với 05 chuyên gia là những cán bộ giữ chức vụ lãnh đạo đơn vị đang công tác tại ĐHQG-HCM, chuyên gia nghiên cứu về BIM với kinh nghiệm công tác trên 10 năm trong lĩnh vực XD, bảng gồm 28 yếu tố thuộc bốn nhóm S, W, O và T được xây dựng. Các yếu tố này được tổng hợp tại Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp các yếu tố SWOT của ĐHQG-HCM khi triển khai BIM vào DA

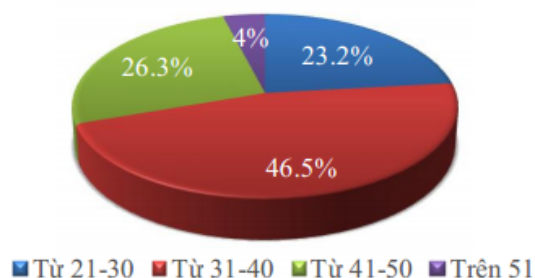
Ký hiệu	Yếu tố SWOT	Tài liệu tham khảo
Điểm mạnh (S)	S1 ĐHQG-HCM có quyền quyết định chủ trương về việc áp dụng BIM	[33–35] và ý kiến chuyên gia
	S2 ĐHQG-HCM có tính hệ thống, có khả năng vận hành, triển khai áp dụng BIM đồng bộ đến các đơn vị trong ĐHQG-HCM	[18, 35–37] và ý kiến chuyên gia
	S3 ĐHQG-HCM có hệ thống tổ chức QLDA thống nhất, gắn kết và chia sẻ	[20, 21, 38] và ý kiến chuyên gia
	S4 ĐHQG-HCM có sở sở đào tạo BIM uy tín, chất lượng, cơ sở hạ tầng tốt	[18, 22, 33, 39] và ý kiến chuyên gia
	S5 ĐHQG-HCM có sẵn nguồn lực chuyên gia về đào tạo BIM	[39–42] và ý kiến chuyên gia
	S6 ĐHQG-HCM có sẵn nguồn lực chuyên gia có nhiều kinh nghiệm áp dụng BIM vào DA	[38, 43, 44] và ý kiến chuyên gia
	S7 ĐHQG-HCM có nguồn nhân lực có trình độ chuyên môn cao, dễ tiếp cận BIM	[39, 40, 44] và ý kiến chuyên gia
Điểm yếu (W)	W1 ĐHQG-HCM chưa có kinh nghiệm áp dụng BIM vào DA tại ĐHQG-HCM	[33, 45, 46] và ý kiến chuyên gia
	W2 ĐHQG-HCM chưa có sẵn nền tảng hạ tầng kỹ thuật, thiết bị sử dụng, áp dụng BIM đồng bộ	[22, 33, 39] và ý kiến chuyên gia
	W3 Nhân sự làm việc tại ĐHQG-HCM chưa có nhận thức rõ về lợi ích của việc áp dụng BIM vào DA tại ĐHQG-HCM	[18, 33, 35] và ý kiến chuyên gia
	W4 Thiếu nhân sự quản lý có đủ trình độ vận hành việc áp dụng BIM vào DA tại ĐHQG-HCM	[35, 42, 47] và ý kiến chuyên gia

Ký hiệu	Yếu tố SWOT	Tài liệu tham khảo
Cơ hội (O)	W5 Nhân sự làm việc hiện tại ngại thay đổi quy trình làm việc, ngại việc áp dụng BIM vào DA tại ĐHQG-HCM	[33, 36, 42] và ý kiến chuyên gia
	O1 Được sự quan tâm của Chính phủ, cơ quan quản lý nhà nước trong việc thúc đẩy áp dụng BIM trong thực hiện DA ĐTXD	[18, 22, 33, 35, 48] và ý kiến chuyên gia
	O2 Lộ trình áp dụng BIM vào dự án của Chính phủ thúc đẩy quá trình chuyển đổi áp dụng BIM vào QLDA tại ĐHQG-HCM	[18, 33, 35, 37, 46] và ý kiến chuyên gia
	O3 ĐHQG-HCM có cơ hội học tập kinh nghiệm từ dự án triển khai áp dụng BIM thành công tại Việt Nam	[33, 37, 46] và ý kiến chuyên gia
	O4 Các bên tham gia trong hoạt động XD đang đẩy mạnh áp dụng BIM vào lĩnh vực hoạt động của mình, ĐHQG-HCM dễ dàng lựa chọn đối tác áp dụng BIM vào thực hiện DA tại ĐHQG-HCM	[17, 46, 49] và ý kiến chuyên gia
	O5 Các hãng phần mềm về BIM đang đẩy mạnh phát triển theo xu hướng ngày càng dễ sử dụng	[46, 50, 51] và ý kiến chuyên gia
	O6 Tiến đến hiện đại hóa hoạt động ĐTXD, tinh giản biên chế và nâng cao hiệu quả thực hiện DA tại ĐHQG-HCM	[51–53] và ý kiến chuyên gia
Thách thức (T)	O7 Định hướng phát triển Khu đô thị thông minh là cơ hội để áp dụng BIM vào thực hiện DA	[54, 55] và ý kiến chuyên gia
	T1 Chi phí đầu tư ban đầu cao	[22, 33, 42, 48, 53] và ý kiến chuyên gia
	T2 Nhân sự được đào tạo sử dụng, áp dụng thành thạo BIM không gắn bó lâu dài tại ĐHQG-HCM vì thu nhập thấp	[46, 48, 56] và ý kiến chuyên gia
	T3 Pháp lý hướng dẫn chưa đầy đủ	[22, 46, 48] và ý kiến chuyên gia
	T4 Phương pháp QLDA truyền thống vẫn đang hoạt động hiệu quả	[33, 42, 56] và ý kiến chuyên gia
	T5 Việc sử dụng BIM khi chưa có kinh nghiệm sẽ kéo dài thời gian thực hiện DA	[45, 57–59] và ý kiến chuyên gia
	T6 Khả năng tương tác giữa các chương trình phần mềm chưa hoàn thiện	[36, 60, 61] và ý kiến chuyên gia
	T7 Không có quy định rõ ràng về trách nhiệm các bên khi cùng làm việc trên nền tảng cộng tác	[33, 35, 43, 53] và ý kiến chuyên gia
	T8 Chưa có hướng dẫn thực hiện với các DA chuyển tiếp đã được phê duyệt	[14, 62, 63] và ý kiến chuyên gia
	T9 Việc áp dụng BIM vào DA đang triển khai có nguy cơ làm chậm tiến độ chung	[42, 59, 60] và ý kiến chuyên gia

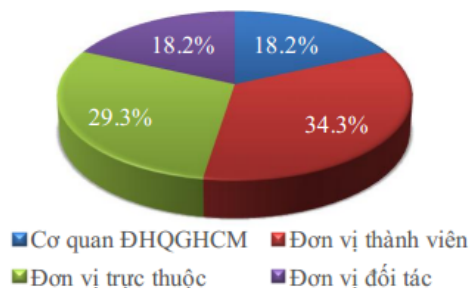
3.2. Phân tích số liệu khảo sát thống kê

Bảng khảo sát gồm 28 câu hỏi thuộc bốn nhóm yếu tố điểm mạnh (S), điểm yếu (W), cơ hội (O) và thách thức (T) (Bảng 1) được xây dựng để khảo sát về mức độ đồng ý và ảnh hưởng của chúng đến khả năng triển khai thành công BIM vào các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM. Bảng câu hỏi này được thực hiện khảo sát trực tuyến đại trà trên 99 đối tượng là những người đang trực tiếp tham gia DA

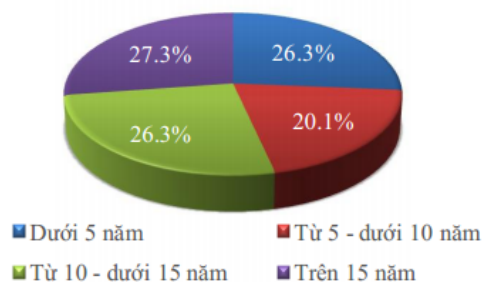
ĐTXD trong ĐHQG-HCM và đối tác làm việc với ĐHQG-HCM trong DA ĐTXD có đặc điểm về độ tuổi, đơn vị, kinh nghiệm công tác, chức vụ công tác và nhận thức về BIM thể hiện qua Hình 2-6. Độ tin cậy của kết quả khảo sát 28 câu hỏi thuộc bốn nhóm yếu tố S, W, O và T được kiểm định thống kê dùng hệ số Cronbach's Alpha. Kết quả kiểm định cho thấy các biến quan sát trong từng nhóm S, W, O, T đều có hệ số Cronbach's Alpha từ $0,895 \geq 0,6$ (Bảng 2) nên chúng có tính nhất quán cao và có đủ độ tin cậy để thực hiện các phân tích tiếp theo.



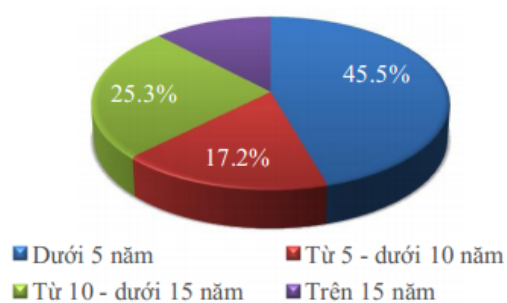
Hình 2. Độ tuổi của đối tượng khảo



Hình 3. Đơn vị công tác

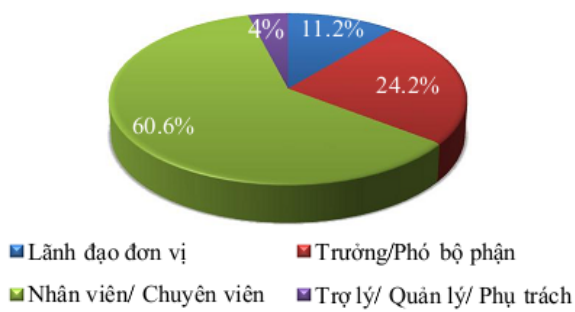


(a) Kinh nghiệm công tác trong ngành Xây dựng

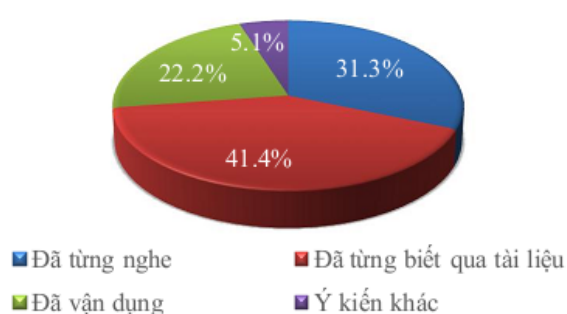


(b) Kinh nghiệm công tác trong DA tại ĐHQG-HCM

Hình 4. Kinh nghiệm công tác



Hình 5. Chức vụ



Hình 6. Nhận thức về BIM

Bảng 2. Tổng hợp hệ số Cronbach's Alpha của từng nhóm S, W, O, T

Nhóm yếu tố	Ký hiệu	Số lượng quan sát	Cronbach's Alpha	
		N	Mức độ đồng ý	Mức độ ảnh hưởng
Điểm mạnh	S	7	0,936	0,941
Điểm yếu	W	5	0,905	0,895
Cơ hội	O	7	0,940	0,954
Thách thức	T	9	0,910	0,920

3.3. Phân tích, xếp hạng các yếu tố SWOT

Dựa trên kết quả khảo sát đại trà và chỉ số tầm quan trọng tương đối (Relative Importance Index-RII) theo Kometa et al. [64], bài báo nhận diện và tổng hợp 12 yếu tố S, W, O, T ảnh hưởng mạnh nhất đến khả năng áp dụng BIM vào DA ĐTXD tại ĐHQG-HCM. Theo đó, mỗi yếu tố có một giá trị RII và nó được sử dụng để xếp hạng các yếu tố được xem xét về mức độ ảnh hưởng đến việc áp dụng BIM vào DA tại ĐHQG-HCM. Chỉ số RII và thứ hạng các yếu tố trong mỗi nhóm được thể hiện trong Bảng 3. Chỉ số tầm quan trọng tương đối (RII) theo Kometa et al. [64] được xác định như sau:

$$RII = \frac{\sum w}{A \times N} \quad (1)$$

trong đó: w là điểm đánh giá của từng yếu tố của từng người được hỏi (trong bài báo này là 1 - 5); A là điểm nhận xét cao nhất (trong bài báo này là 5); và N là tổng số lượng mẫu khảo sát (trong bài báo này là 99).

Bảng 3. Xếp hạng các nhóm yếu tố S, W, O, T

STT	Ký hiệu	Điểm đánh giá					RII	Xếp hạng
		1	2	3	4	5		
1	S1	3	7	22	35	32	0,774	4
2	S2	1	9	31	33	25	0,745	6
3	S3	3	3	28	33	32	0,778	2
4	S4	1	8	24	36	30	0,775	3
5	S5	2	6	31	36	24	0,749	5
6	S6	2	7	36	36	18	0,723	7
7	S7	1	9	23	32	34	0,780	1
8	W1	6	13	31	30	19	0,687	4
9	W2	4	14	38	21	22	0,687	4
10	W3	3	16	33	27	20	0,691	3
11	W4	5	15	29	28	22	0,695	1
12	W5	3	16	29	30	21	0,695	1
13	O1	2	5	29	33	30	0,770	2
14	O2	1	6	32	35	25	0,756	5
15	O3	3	3	31	33	29	0,766	3

STT	Ký hiệu	Điểm đánh giá					RII	Xếp hạng
		1	2	3	4	5		
16	O4	2	5	31	36	25	0,756	5
17	O5	3	4	28	38	26	0,762	4
18	O6	3	4	30	37	25	0,756	5
19	O7	3	6	17	40	33	0,790	1
20	T1	2	6	25	36	30	0,792	2
21	T2	1	8	18	39	33	0,796	1
22	T3	1	6	24	37	31	0,784	3
23	T4	3	9	34	31	22	0,713	8
24	T5	1	14	23	33	28	0,747	5
25	T6	4	9	26	38	22	0,733	7
26	T7	2	8	30	37	22	0,739	6
27	T8	3	6	24	37	29	0,768	4
28	T9	6	13	27	33	20	0,697	9

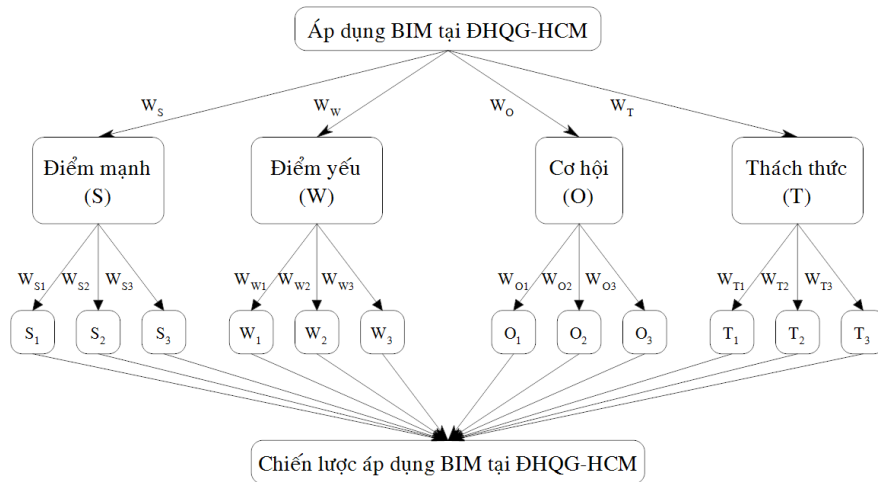
Nhằm xây dựng chiến lược tổng thể bao gồm tận dụng được thế mạnh, cơ hội và khắc phục điểm yếu, kiểm soát thách thức, bài báo sử dụng 3 yếu tố của mỗi nhóm S, W, O, T có thứ hạng cao nhất để đưa vào mô hình SWOT nhằm tập trung thẳng vào các yếu tố quan trọng, có tính chất quyết định đến việc áp dụng BIM thành công vào DA tại ĐHQG-HCM. 12 yếu tố có ảnh hưởng mạnh nhất đến khả năng áp dụng thành công BIM vào các DA ĐTXD ở ĐHQG-HCM đã được nhận diện và tổng hợp trong Bảng 4.

Bảng 4. Các yếu tố sử dụng cho mô hình SWOT-AHP

S1 – ĐHQG-HCM có nguồn nhân lực trình độ chuyên môn cao	O1 – Định hướng phát triển Khu đô thị thông minh
S2 – ĐHQG-HCM có hệ thống tổ chức QLDA thống nhất, gắn kết và chia sẻ	O2 – Được sự quan tâm của Chính phủ, cơ quan quản lý Nhà nước
S3 – ĐHQG-HCM có cơ sở đào tạo BIM uy tín và hạ tầng kỹ thuật tốt	O3 – ĐHQG-HCM có cơ hội học tập kinh nghiệm từ dự án triển khai áp dụng BIM thành công tại Việt Nam
S	O
W	T
W1 – ĐHQG-HCM thiếu nhân sự quản lý có đủ trình độ vận hành việc áp dụng BIM tại ĐHQG-HCM	T1 – Nhân sự được đào tạo sử dụng, áp dụng thành thạo BIM không gắn bó lâu dài tại ĐHQG-HCM vì thu nhập thấp
W2 – Nhân sự làm việc hiện tại ngại thay đổi văn hóa làm việc	T2 – Chi phí đầu tư ban đầu cao
W3 – Nhân sự làm việc tại ĐHQG-HCM chưa có nhận thức rõ về lợi ích của việc áp dụng BIM	T3 – Pháp lý hướng dẫn chưa đầy đủ

4. Mô hình phân tích SWOT – AHP

Gần đây, nhiều nghiên cứu về phân tích và đề xuất chiến lược đã kết hợp ma trận SWOT và phương pháp phân tích thứ bậc AHP như [31, 32]. Sự kết hợp này có thể giúp cho việc phân tích và đề xuất các chiến lược như là chiến lược ứng dụng BIM cho các DA ĐTXD được định lượng, chắc chắn hơn và mang đến hiệu quả cao cũng như tính bền vững hơn. Từ 12 yếu tố tiềm năng thu được sau khi phân tích kết quả khảo sát đại trà (Bảng 4), mô hình SWOT-AHP được xây dựng và được khảo sát bằng phỏng vấn trực tiếp với 10 chuyên gia là những cán bộ giữ chức vụ lãnh đạo đơn vị đang công tác tại ĐHQG-HCM, chuyên gia nghiên cứu về BIM với kinh nghiệm công tác trên 10 năm trong lĩnh vực XD, nhằm xác định tầm quan trọng giữa các nhóm S, W, O, T và giữa các yếu tố trong từng nhóm. Mô hình phân tích CLAD BIM vào DA ĐTXD tại ĐHQG-HCM được xây dựng theo Hình 7.



Hình 7. Mô hình phân tích SWOT-AHP

Các yếu tố sau khi được rút gọn trong phân tích SWOT (Bảng 4) được so sánh theo từng cặp về mức độ quan trọng của các cặp yếu tố theo thang đo do Saaty [29] đề xuất (Hình 8).

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Vô cùng ít quan trọng	Rất ít quan trọng	Ít quan trọng hơn	Ít quan trọng hơn	Quan trọng như nhau	Quan trọng hơn	Quan trọng nhiều hơn	Rất quan trọng	Vô cùng quan trọng

Hình 8. Thang đo so sánh cặp theo Saaty [29]

Các yếu tố được đánh giá theo từng cặp với mức giá trị được đánh giá theo thang đo so sánh cặp được đề xuất bởi Saaty [29] hình thành nên ma trận $(n \times n)$ (Bảng 5).

Trọng số tương quan của từng cặp yếu tố bằng giá trị tương quan của yếu tố đó chia cho giá trị tổng của cột tương ứng, hình thành nên ma trận biểu diễn trọng số tương quan của các cặp yếu tố (Bảng 6).

Trọng số của mỗi yếu tố $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ là giá trị trung bình của các giá trị của mỗi hàng ngang tương ứng (Bảng 7).

Bảng 5. Ma trận biểu diễn mức độ ưu tiên của các yếu tố

Tiêu chí	F ₁	F ₂	F ₃	...	F _n
F ₁	1	a ₁₂	a ₁₃	...	a _{1n}
F ₂	a ₂₁	1	a ₂₃	...	a _{2n}
F ₃	a ₃₁	a ₃₂	1	...	a _{3n}
...
F _n	a _{n1}	a _{n2}	a _{n3}	...	1

Bảng 6. Ma trận biểu diễn trọng số tương quan của các cặp yếu tố

Tiêu chí	F ₁	F ₂	F ₃	...	F _n
F ₁	w ₁₁	w ₁₂	w ₁₃	...	w _{1n}
F ₂	w ₂₁	w ₂₂	w ₂₃	...	w _{2n}
F ₃	w ₃₁	w ₃₂	w ₃₃	...	w _{3n}
...
F _n	w _{n1}	w _{n2}	w _{n3}	...	w _{nn}

Bảng 7. Ma trận biểu diễn trọng số của các yếu tố

Tiêu chí	Trọng số
F ₁	w ₁
F ₂	w ₂
F ₃	w ₃
...	...
F _n	w _n

Tuy nhiên, tính nhất quán của các giá trị trọng số của các yếu tố trong Bảng 7 cần được kiểm tra qua tỉ số nhất quán (Consistency Ratio-CR). Tính nhất quán của đánh giá đạt yêu cầu nếu tỉ số CR nhỏ hơn hay bằng 10%; nếu không đạt, việc đánh giá cần thực hiện lại. Tỉ số CR được xác định như sau:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Chỉ số nhất quán CI (Consistency Index-CI) được xác định:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

với λ_{\max} là giá trị riêng lớn nhất của ma trận biểu diễn trọng số tương quan của các cặp yếu tố (Bảng 6). Công thức tính toán tổng quát cho giá trị riêng lớn nhất λ_{\max} như sau:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{w_j} \sum_{i=1}^n a_{ij} w_j \right) \quad (4)$$

trong đó: n là số tiêu chí; a_{ij} là điểm đánh giá yếu tố theo cặp (Bảng 5); và w_j là trọng số trung bình theo hàng thứ j (Bảng 7).

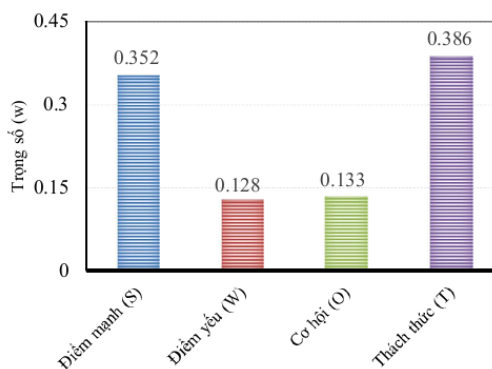
Chỉ số ngẫu nhiên RI (Random Index-RI) trong công thức (2) có thể lấy theo Saaty [65] tại (Bảng 8).

Bảng 8. Chỉ số ngẫu nhiên ứng với số tiêu chí lựa chọn được xem xét theo Saaty [65]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

5. Kết quả phân tích SWOT-AHP và thảo luận

Các yếu tố trong ma trận SWOT tổng hợp tại Bảng 4 được đưa vào mô hình phân tích SWOT-AHP như Hình 7, sau đó được tham vấn ý kiến 10 chuyên gia là những cán bộ giữ chức vụ lãnh đạo đơn vị đang công tác tại ĐHQG-HCM, chuyên gia nghiên cứu về BIM với kinh nghiệm công tác trên 10 năm trong lĩnh vực XD. Các yếu tố SWOT được phân tích theo phương pháp AHP để xác định tầm quan trọng của các yếu tố SWOT thông qua trọng số (w) tính toán từ điểm đánh giá của 10 chuyên gia. Chuyên gia bằng cách so sánh cặp giữa các yếu tố bậc 1 gồm điểm mạnh (S), điểm yếu (W), cơ hội (O), thách thức (T) và so sánh từng cặp giữa các yếu tố của mỗi nhóm ở bậc 2: (1) nhóm điểm mạnh (S) gồm S_1, S_2, S_3 ; (2) nhóm điểm yếu (W) gồm W_1, W_2, W_3 ; (3) nhóm cơ hội (O) gồm O_1, O_2, O_3 ; (4) nhóm thách thức (T) gồm T_1, T_2, T_3 . Kết quả phân tích được tổng hợp trong Bảng 9. Kết quả so sánh tầm quan trọng giữa các nhóm (S, W, O, T) và giữa các yếu tố trong từng nhóm được thể hiện lần lượt trên Hình 9 và 10.

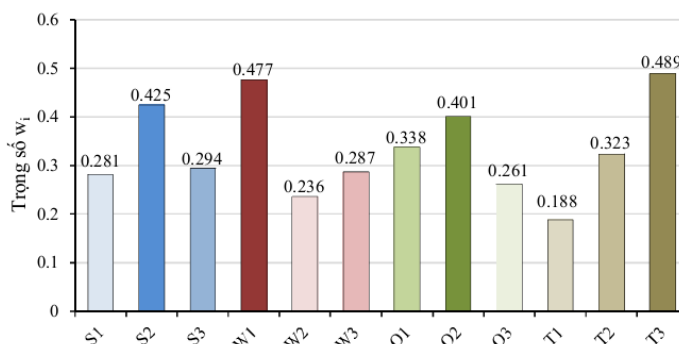


Hình 9. Trọng số của các nhóm SWOT

Bảng 9. Kết quả phân tích tầm quan trọng của các yếu tố SWOT theo AHP

STT	Trọng số của nhóm S, W, O, T		Trọng số từng yếu tố trong S, W, O, T		Xếp hạng cục bộ của S, W, O, T
1	w_s	0,352	w_{S1}	0,281	3
2			w_{S2}	0,425	1
3			w_{S3}	0,294	2
4	w_w	0,128	w_{W1}	0,477	1
5			w_{W2}	0,236	3
6			w_{W3}	0,287	2
7	w_o	0,133	w_{O1}	0,338	2
8			w_{O2}	0,401	1
9			w_{O3}	0,261	3
10	w_T	0,386	w_{T1}	0,188	3
11			w_{T2}	0,323	2
12			w_{T3}	0,489	1

Kết quả phân tích AHP được tổng kết trong Bảng 9 cho thấy nhóm các yếu tố thách thức (T) được đánh giá có ảnh hưởng lớn nhất đến khả năng triển khai thành công của BIM vào các DA của ĐHQG-HCM, thể hiện qua trọng số nhóm (w_T) bằng 0,386, cao nhất trong các nhóm còn lại (Hình 9). Điều này là hợp lý trong bối cảnh ĐHQG-HCM là cơ quan sự nghiệp hành chính nhà nước; và tất cả các DA của đơn vị đều được xây dựng, kiểm tra, phê duyệt, triển khai thực hiện, giám sát, nghiệm thu và bảo hành bảo trì nghiêm ngặt dựa trên các văn bản pháp lý. Trong khi, hệ thống tiêu chuẩn của Việt Nam về BIM vẫn chưa được thành hình và có hệ thống; điều này thật sự là trở ngại không nhỏ đối với ĐHQG-HCM khi muốn triển khai BIM vào các DA. Bên cạnh đó, chi phí đầu tư ban đầu cho



Hình 10. Trọng số của các yếu tố trong từng nhóm SWOT

việc mua phần mềm, phần cứng và đào tạo-huấn luyện chuyên gia cũng không hề rẻ. Một số nghiên cứu ở Hồng Kông trên các dự án thực tế đã chỉ ra rằng chi phí đầu tư ban đầu này cho việc triển khai BIM ở giai đoạn tư vấn thiết kế tăng đến 46% so với không dùng BIM [66]. Điều đáng nói là hiện nay, ĐHQG-HCM vẫn chưa có cơ sở pháp lý hay hướng dẫn cụ thể để chi cho các hoạt động này. Thực tế là với lực lượng nhân sự mỏng của Ban QLDA và các Phòng, Ban liên quan đến các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM đang có thu nhập thấp hơn so với mặt bằng xã hội như hiện nay nhưng phải đảm đương một lượng công việc tương đối lớn, việc triển khai BIM chắc chắn làm tăng thêm áp lực không nhỏ cho lực lượng này khi mà đa phần trong trạng thái “vừa làm, vừa học”. Chính sách đãi ngộ tương xứng chẳng hạn như tăng thu nhập là một trong những điều cần thiết và quan trọng nhằm khích lệ tinh thần làm việc, đảm bảo cuộc sống và tạo ra sự an tâm cho người làm việc; tuy vậy, các chính sách và hướng dẫn làm cơ sở pháp lý để cụ thể hóa lộ trình tăng thu nhập cho nguồn nhân lực triển khai BIM vẫn chưa có ở ĐHQG-HCM.

Nhóm yếu tố có ảnh hưởng mạnh thứ hai đến sự thành công của việc triển khai BIM vào các DA ĐTXD ở ĐHQG-HCM mà kết quả phân tích AHP cho thấy là nhóm các điểm mạnh (S), biểu hiện qua trọng số nhóm (w_s) bằng 0.352 (Bảng 9 và Hình 9). Có thể thấy, tầm ảnh hưởng của nhóm các yếu tố điểm mạnh được phân tích AHP đánh giá gần như ngang hàng với nhóm các yếu tố thách thức (T) vừa trình bày ở trên. Điều này có thể được giải thích như sau. Hiệu quả của việc triển khai BIM vào các DA thực tiễn nói chung được quyết định rất nhiều vào chất lượng của nhân sự triển khai và quản lý. Thực tế, BIM là một hệ thống tích hợp đa ngành-lĩnh vực phức tạp và việc tiếp cận mô hình này là không dễ; nó đòi hỏi người sử dụng cần có một lượng kiến thức nền đủ rộng và chắc chắn để có thể hiểu và áp dụng. ĐHQG-HCM vốn là đại học hàng đầu của khu vực phía Nam và cả nước, có bề dày và truyền thống lâu đời về đào tạo và khoa học công nghệ (KH-CN). Vì vậy, môi trường làm việc của ĐHQG-HCM thu hút được lượng lớn nguồn nhân sự có chuyên môn cao, đứng đầu của khu vực phía Nam và cả nước ở lĩnh vực kỹ thuật công nghệ, có nhiều kinh nghiệm trong việc đào tạo nghiên cứu. Điều này rõ ràng là điểm dựa vững chắc và là bộ đỡ quan trọng góp phần đảm bảo cho việc triển khai thành công BIM vào các DA của ĐHQG-HCM. Bên cạnh đó, do BIM là mô hình mang tính tích hợp cao của các lĩnh vực khác nhau nên cần thiết có sự gắn kết, phối hợp nhịp nhàng và mang tính hệ thống của các đơn vị trong DA. ĐHQG-HCM vốn có sự kết nối mang tính hệ thống cao, chặt chẽ và thống nhất trong hợp tác và tương hỗ thông tin DA giữa các đơn vị thành viên và các đối tác liên quan của ĐHQG-HCM. Đây rõ ràng là lợi thế lớn và có tác động mạnh đến việc triển khai BIM hiệu quả trong các DA của ĐHQG-HCM.

Các nhóm yếu tố có sự tương đồng về mức độ ảnh hưởng thấp hơn đến thành công của việc triển khai BIM lần lượt là nhóm cơ hội (O) và nhóm điểm yếu (W), thể hiện qua trọng số nhóm của chúng lần lượt là $w_o = 0,133$ và $w_w = 0,128$ (Bảng 9 và Hình 9). Đối với nhiều DA ứng dụng BIM, sự am

tường và kinh nghiệm về BIM của nhân sự quản lý thường đóng vai trò quyết định đến hiệu quả của BIM; tuy nhiên, nhờ vào khả năng huy động nguồn nhân sự cơ hữu chất lượng cao về BIM và QLDA ở các đơn vị thành viên trong hệ thống của ĐHQG-HCM như đã được đề cập trong nhóm yếu tố điểm mạnh (S), nên vấn đề thiếu nhân sự quản lý có đủ trình độ để vận hành BIM có thể dễ dàng khắc phục. Bên cạnh đó, mặc dù vấn đề nhận thức rõ về lợi ích của việc triển khai BIM vào QLDA của nhân sự DA đã được nhiều nghiên cứu chỉ ra là một trong những điểm nghẽn ảnh hưởng tiêu cực đến hiệu quả triển khai của BIM; tuy nhiên, nhờ vào khả năng gắn kết cao, chia sẻ thông tin nhanh chóng và kịp thời giữa các bộ phận và đơn vị thành viên trong hệ thống ĐHQG-HCM cũng như khả năng chỉ đạo nhất quán và xuyên suốt từ trên xuống dưới của ban lãnh đạo, điểm yếu về sự nhận thức này có thể được cải thiện trong thời gian ngắn.

6. Hình thành ý tưởng và xây dựng chiến lược áp dụng BIM vào DA ĐTXD tại ĐHQG-HCM

Các kết quả đạt được từ phân tích SWOT-AHP ở trên được dùng để hình thành ý tưởng và xây dựng các chiến lược áp dụng BIM vào QLDA ĐTXD tại ĐHQG-HCM bằng cách phân tích ma trận TOWS (Threats/ Opportunities/ Weaknesses/ Strengths) [67]. Ma trận TOWS là một công cụ phân tích chiến lược giúp tạo ra và so sánh các lựa chọn chiến lược. Đây là một phiên bản khác của phân tích SWOT phổ biến. Ý tưởng chủ đạo trong việc xây dựng các CLAD BIM vào các DA của ĐHQG-HCM là phát huy tối đa khả năng thống nhất cao, tính gắn kết chặt chẽ và chia sẻ hiệu quả của hệ thống tổ chức của ĐHQG-HCM cũng như khai thác hiệu quả nguồn nhân lực cơ hữu có trình độ chuyên môn cao và kinh nghiệm của hệ thống ĐHQG-HCM để khắc phục những điểm yếu về sự thiếu hụt nhân sự QLDA và sự chưa nhận thức rõ về lợi ích triển khai BIM vào dự án của nhân sự. Bên cạnh đó, ý tưởng chủ đạo của các CLAD BIM cũng là dựa trên các điểm mạnh kể trên kết hợp với quyết tâm của ĐHQG-HCM trong việc phát triển Khu đô thị đại học thông minh và sự quan tâm của Chính phủ trong việc thúc đẩy tiến trình số hóa trong QLDA XD để giải quyết các khó khăn về chi phí đầu tư hệ thống BIM và giảm nhẹ các thách thức hiện hữu về sự chưa đầy đủ của hệ thống văn bản pháp lý về BIM để từng bước triển khai được BIM hiệu quả trong các DA của ĐHQG-HCM. Bốn tổ hợp cơ bản khác nhau gồm: điểm mạnh và thách thức (ST); điểm mạnh và cơ hội (SO); điểm yếu và cơ hội (WO); điểm yếu và thách thức (WT) được xây dựng và thảo luận. Mỗi CLAD cung cấp một số tổ hợp của các yếu tố SWOT được dùng để xác định các giải pháp cụ thể.

6.1. Tổ hợp ST

S1/S2/T3: Việc xây dựng thành công các chính sách sử dụng BIM sao cho được đồng bộ cũng như đảm bảo được tính thống nhất và dễ áp dụng của các tiêu chuẩn, văn bản hướng dẫn áp dụng BIM có vai trò quan trọng của đội ngũ nhân sự được giao trọng trách này. Về mặt vĩ mô, bằng sức mạnh hệ thống to lớn của ĐHQG-HCM, việc hình thành nên chương trình liên kết cụ thể để kết nối và đẩy mạnh các hoạt động tư vấn thiết thực của nguồn chuyên gia cơ hữu có chất lượng cao, am hiểu sâu và nhiều kinh nghiệm thực tiễn về BIM của ĐHQG-HCM với các đơn vị đang được giao nhiệm vụ xây dựng các chính sách và soạn thảo các hướng dẫn hoặc tiêu chuẩn về triển khai BIM có thể giúp cho các chính sách, tiêu chuẩn và hướng dẫn về ứng dụng BIM được đồng bộ, thống nhất cũng như dễ áp dụng hơn.

S2/S3/T2: Để có thể triển khai BIM vào các DA, một nguồn vốn đầu tư ban đầu lớn dành cho việc xây dựng hạ tầng kỹ thuật-thông tin (HTKT-TT), chi phí mua phần mềm, phần cứng và đào tạo nguồn nhân lực tương đối lớn cần được chuẩn bị. Một nghiên cứu gần đây ở Hàn Quốc cho thấy rằng chỉ riêng chi phí nhân công cho một đội triển khai BIM gồm quản lý, điều phối và xây dựng mô hình trong vòng sáu tháng cho một DA đường sắt đã lên tới xấp xỉ 3 tỷ đồng [68]. Trong kế hoạch phân

bổ vốn trung hạn giai đoạn 2021-2025, ĐHQG-HCM chỉ huy động được nguồn vốn NSNN cấp cho ĐHQG-HCM chỉ DTXD là 4.444.310 triệu đồng (vốn trong nước: 2.003.700 triệu đồng; vốn nước ngoài: 2.072.610 triệu đồng). Phần lớn nguồn vốn trên phải dành cho công tác bồi thường giải phóng mặt bằng và đầu tư một số DA cấp thiết. Do đó, việc cân đối được nguồn vốn để đầu tư, phát triển và triển khai BIM trong giai đoạn này là tương đối khó khăn đối với ĐHQG-HCM; trong khi, việc kêu gọi, tìm kiếm nguồn vốn bên ngoài gặp nhiều thách thức do cơ chế đãi ngộ và lợi nhuận từ việc đầu tư chưa thật sự tốt và rõ ràng. Để vượt qua thách thức này, bằng sức mạnh hệ thống của mình, ĐHQG-HCM có thể lập ra một kế hoạch rõ ràng về việc phối hợp, chia sẻ hài hòa quyền lợi, trách nhiệm và tận dụng nguồn lực về HTKT-TT hiện có trong hệ thống như là Phòng thí nghiệm mô phỏng thông tin công trình (BIMLab) vốn đã được trang bị cơ bản về hệ thống thiết bị để có thể triển khai BIM của trường Đại học Bách Khoa và nguồn nhân sự cơ hữu có trình độ chuyên môn cao về QLDA ĐTXD của trường Đại học Bách khoa hay trường Đại học Quốc tế. Điều này rõ ràng có thể giúp giảm thiểu được khó khăn về mặt chi phí đầu tư ban đầu của ĐHQG-HCM trong việc triển khai BIM.

S2/S3/T1: Hiện nay, nhân sự của Ban QLDA và các Phòng, Ban liên quan đến các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM đang có thu nhập thấp hơn so với mặt bằng xã hội, cho nên việc triển khai phương pháp quản lý mới bằng BIM vào các DA chắc chắn làm tăng thêm áp lực cho họ. Vì vậy, chính sách đãi ngộ tương xứng chẳng hạn như tăng thu nhập là một trong những điều cần thiết và quan trọng nhằm khích lệ tinh thần làm việc, đảm bảo cuộc sống và tạo ra sự an tâm cho người làm việc. Tuy vậy, không giống như khối doanh nghiệp tư nhân, ĐHQG-HCM là cơ quan sự nghiệp nhà nước nên việc tăng lương cho người làm việc cần tuân theo các chính sách và hướng dẫn làm cơ sở pháp lý. Để giải quyết hài hòa quyền lợi của nguồn nhân sự triển khai BIM trong bối cảnh gặp khó khăn về quỹ lương, ĐHQG-HCM có thể khai thác hệ thống QLDA thống nhất, có tính gắn kết và chia sẻ cao để xây dựng một kế hoạch khai thác, dùng chung và tối ưu hóa hiệu quả làm việc của nguồn lực nhân sự hiện có; điều này giúp làm giảm quy mô nguồn lực nhân sự cần thiết để triển khai BIM và đồng nghĩa với việc hạn chế được nguồn quỹ lương tăng thêm và giảm gánh nặng tài chính cho tổ chức. Bên cạnh đó, ĐHQG-HCM cũng cần có chương trình làm việc chung với trường thành viên là trường Đại học Bách khoa để cùng hợp tác và khai thác hiệu quả hơn hoạt động đào tạo và huấn luyện BIM của BIMLab tại trường Đại học Bách khoa, trong đó, từng bước tạo điều kiện cho nguồn nhân sự đã qua đào tạo và thành thực về BIM của ĐHQG-HCM tham gia vào các hoạt động đào tạo tại BIMLab và từ đó giúp họ cải thiện thêm về thu nhập.

6.2. Tổ hợp SO

S1/S2/O2: Tận dụng sự quyết tâm của Chính phủ và các cơ quan quản lý liên quan trong việc đẩy mạnh nội dung số hóa vào ngành XD như đã được thể hiện rõ qua đề án áp dụng BIM trong hoạt động XD và quản lý, vận hành công trình được phê duyệt theo Quyết định số 2500/QĐ-TTg ban hành ngày 22/12/2016, ĐHQG-HCM với điểm mạnh là đại học lớn, uy tín, có hệ thống tổ chức chặt chẽ có thể xây dựng cho mình các chương trình hoạt động cụ thể kêu gọi sự đầu tư vốn từ ngân sách chẳng hạn như thông qua việc xây dựng các dự án nghiên cứu khoa học cùng với Bộ KH-CN và các Bộ liên quan về vấn đề đào tạo, tập huấn, bồi dưỡng và nâng cao năng lực cho nguồn lực nhân sự triển khai BIM cũng như đầu tư về cơ sở vật chất và mở rộng hệ thống cơ sở đào tạo về BIM hiện có.

S1/S2/O1: Các DA ĐTXD hiện có trong định hướng phát triển khu đô thị đại học thông minh của ĐHQG-HCM là cơ hội tốt và rõ ràng để triển khai BIM qua đó phát triển năng lực và làm giàu thêm kinh nghiệm thực tiễn cho nhân sự QLDA về BIM; đồng thời cũng là cơ hội trải nghiệm tốt, giúp phát hiện những điểm nghẽn và các xung đột tiềm ẩn trong hệ thống tổ chức để hoàn thiện hơn nữa sự đồng bộ và tính gắn kết của hệ thống QLDA của ĐHQG-HCM. Để hiện thực hóa điều này, ĐHQG-HCM

cần có quy hoạch rõ ràng và chi tiết về các DA, nội dung hoặc hạng mục tiềm năng của các DA có thể triển khai BIM trong thời gian sắp tới.

6.3. Tổ hợp WO

W1/O1/O2/O3/: Hiện nay, tầm nhìn và sự quan tâm của Chính phủ, các Bộ Ngành trong vấn đề đẩy mạnh tiến trình số hóa, trong đó, xác định BIM là mũi đột phá quan trọng để thay đổi và nâng cao tính hiệu quả của ngành XD, là cơ hội rất tốt, cần được nghiên cứu và tận dụng để khắc phục sự thiếu hụt về số lượng và chất lượng của nguồn nhân sự QLDA ĐTXD bằng BIM tại ĐHQG-HCM chẳng hạn thông qua các dự án đầu tư nghiên cứu khoa học với sự hỗ trợ vốn từ NSNN được xây dựng chủ động bởi ĐHQG-HCM. Đồng thời, các DA nằm trong chủ trương lớn của ĐHQG-HCM trong việc phát triển khu đô thị đại học thông minh cũng là cơ hội rất thực tế và rõ ràng cần được tận dụng tốt để xây dựng và phát triển nguồn nhân sự QLDA dùng BIM vốn đang thiếu như hiện nay. Để thực hiện được điều này, cần có một chương trình cụ thể và rõ ràng về huấn luyện nguồn nhân sự QLDA dùng BIM và vai trò, mức độ tham gia, quyền lợi cũng như trách nhiệm của nguồn nhân lực này vào các DA, nội dung hoặc hạng mục tiềm năng của các DA của khu đô thị thông minh có thể triển khai BIM trong thời gian sắp tới.

W3/O1: Bên cạnh các phương pháp hay dùng như truyền thông, quảng bá, một trong những phương pháp nhanh chóng và hiệu quả nhất của việc gia tăng nhận thức của nhân sự ĐHQG-HCM về lợi ích của việc triển khai BIM là kết nối nguồn nhân sự này vào các hoạt động thực tiễn cụ thể. Các hoạt động cụ thể theo phương thức tham gia – thực hiện – khám phá – trải nghiệm có thể giúp cho nhân sự ĐHQG-HCM nhận thức rõ và đầy đủ về lợi ích của việc triển khai BIM. Định hướng phát triển khu đô thị thông minh của ĐHQG-HCM là cơ hội quý, cần được tận dụng ở mức cao nhất trong việc đưa các nhân sự ĐHQG-HCM có liên quan đến QLDA vào tham gia trong các DA này để khắc phụ điểm yếu về mặt nhận thức như vừa được đề cập.

6.4. Tổ hợp WT

W1/T1: Việc tồn tại điểm yếu về sự thiếu hụt nhân sự quản lý có đủ trình độ để triển khai BIM vào QLDA tại ĐHQG-HCM cùng với thách thức của việc không có sự gắn bó lâu dài của nguồn nhân sự này vì thu nhập thấp có thể tác động tiêu cực đến sự ứng dụng thành công của BIM vào QLDA các DA của ĐHQG-HCM. Giải pháp để khắc phục khó khăn này có thể là cần có một chương trình đào tạo – huấn luyện bài bản với sự tham gia hỗ trợ tích cực của các trường thành viên mạnh về kỹ thuật QLDA như trường Đại học Bách khoa. Trong bối cảnh, thu nhập thấp so với mặt bằng chung của xã hội của đại bộ phận nhân sự tại ĐHQG-HCM như hiện nay nhưng ĐHQG-HCM khó có thể giải quyết một sớm một chiều do sự ràng buộc của các quy định hiện tại của nhà nước về tài chính, giải pháp trước mắt có thể giúp vượt qua thách thức này là có một chính sách rõ ràng, xuyên suốt và không ngừng cải thiện chất lượng của môi trường làm việc thật sự tốt cũng như đảm bảo được sự thăng tiến trong công việc của họ trong tương lai. Thực tế, môi trường làm việc trong các trường đại học không hoàn toàn giống như ở khối doanh nghiệp tư nhân, bên cạnh về chế độ tiền lương, điều quan trọng còn là sự phù hợp của tính chất công việc với tính cách cá nhân, môi trường làm việc văn minh và có được sự tôn trọng.

W3/T3: Trong bối cảnh của sự chưa đầy đủ về mặt pháp lý của BIM như sự chưa đồng bộ về chính sách, chưa có tiêu chuẩn sử dụng, sự thiếu thống nhất và khó áp dụng của các văn bản hướng dẫn ở Việt Nam như hiện nay, chiến lược triển khai BIM có chọn lọc vào từng nội dung hay hạng mục cụ thể thuộc DA của ĐHQG-HCM chẳng hạn như triển khai ở giai đoạn tư vấn thiết kế cơ sở và tính toán khối lượng hạng mục công trình, DA có thể phù hợp. Chiến lược này có thể giúp cho ĐHQG-HCM có thể vượt qua được thách thức mang tính vĩ mô này trong khi chờ đợi sự hoàn thiện của hệ thống văn

bản pháp lý về BIM. Về mặt lâu dài, ĐHQG-HCM cần có kế hoạch xây dựng các chương trình liên kết cụ thể để kết nối các chuyên gia về BIM của ĐHQG-HCM với các đơn vị đang được giao nhiệm vụ xây dựng các chính sách và soạn thảo các hướng dẫn hoặc tiêu chuẩn về triển khai BIM. Chất lượng chuyên môn cao, am hiểu sâu và nhiều kinh nghiệm thực tiễn của nguồn chuyên gia này có thể giúp hệ thống văn bản pháp lý về BIM được hoàn thiện hơn. Trước điểm yếu về sự nhận thức chưa rõ về lợi ích của việc ứng dụng BIM vào QLDA tại ĐHQG-HCM, giải pháp ngắn hạn là áp dụng nguyên tắc “vừa làm – vừa học”, mạnh dạn lên kế hoạch cụ thể để kết nối họ vào các hoạt động thực tiễn liên quan đến BIM. Những trải nghiệm thực tế này có thể giúp họ dần nhận ra được những lợi ích thiết thực chẳng hạn như tiết kiệm lượng thời gian đáng kể phải đọc một khối lượng hồ sơ giấy lớn và dễ dàng hơn nhiều trong việc kết nối - tìm kiếm thông tin chính xác trong một DA ĐTXD vốn phức tạp.

7. Đề xuất chiến lược áp dụng BIM cho các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM

Dựa trên kết quả phân tích SWOT-AHP cũng như kết quả thảo luận và hình thành các ý tưởng xây dựng CLAD BIM cho các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM, một số CLAD BIM có thể được đúc kết như sau:

Chiến lược 1 - Xây dựng chương trình liên kết cụ thể và xuyên suốt để kết nối lực lượng chuyên gia về BIM của ĐHQG-HCM với các đơn vị đang được giao nhiệm vụ xây dựng các chính sách và soạn thảo các hướng dẫn hoặc tiêu chuẩn về triển khai BIM của Chính phủ và các Bộ Ngành liên quan.

Mục tiêu của chiến lược: Khai thác trình độ chuyên môn cao, am hiểu sâu và nhiều kinh nghiệm thực tiễn về BIM của ĐHQG-HCM để tham gia tư vấn cho việc xây dựng các chính sách và soạn thảo các hướng dẫn hoặc tiêu chuẩn về triển khai BIM nhằm giúp cho hệ thống văn bản pháp lý về BIM này được đồng bộ, thống nhất cũng như dễ áp dụng hơn.

Chiến lược 2 - Xây dựng kế hoạch chi tiết về việc phối hợp, chia sẻ tài nguyên, hài hòa quyền lợi, trách nhiệm và tận dụng nguồn lực về HTKT-TT và nguồn nhân sự QLDA của các đơn vị thành viên trong hệ thống ĐHQG-HCM.

Mục tiêu của chiến lược: Sử dụng các lợi thế và tối ưu hóa nguồn lực của hệ thống ĐHQG-HCM nhằm giảm thiểu thách thức về chi phí đầu tư ban đầu cao trong việc triển khai BIM và khắc phục điểm yếu về sự thiếu hụt nguồn nhân sự QLDA có trình độ về BIM, và đảm bảo được tính khả thi và hiệu quả của việc triển khai BIM vào các DA của ĐHQG-HCM.

Chiến lược 3 - Xây dựng chương trình để gia tăng hiệu quả của mô hình đào tạo và huấn luyện BIM của BIMLab tại trường Đại học Bách khoa và nhân rộng mô hình này trong toàn hệ thống.

Mục tiêu của chiến lược: Tạo điều kiện cho nguồn nhân sự đã qua đào tạo và thành thực về BIM của ĐHQG-HCM tham gia vào các hoạt động đào tạo tại BIMLab, giúp tạo thêm nguồn thu cho hệ thống cũng như cải thiện được thu nhập và góp phần giải quyết vấn đề về thu nhập thấp của các nhân sự về BIM của ĐHQG-HCM.

Chiến lược 4 - Xây dựng chuỗi DA nghiên cứu khoa học gắn kết và mang tính hệ thống cùng với Bộ KHCN và các Bộ Ngành liên quan về triển khai BIM để kêu gọi sự đầu tư về vốn NSNN trong bối cảnh việc triển khai BIM đang được sự quan tâm lớn và được xem là mũi đột phá trong việc thay đổi và nâng cao hiệu quả của ngành XD.

Mục tiêu của chiến lược: Đào tạo, tập huấn, bồi dưỡng và nâng cao năng lực cho nguồn lực nhân sự triển khai BIM nhằm khắc phục điểm yếu về sự thiếu hụt về nhân sự quản lý có đủ trình độ để triển khai BIM vào QLDA tại ĐHQG-HCM cũng như đầu tư về cơ sở vật chất và mở rộng hệ thống cơ sở đào tạo về BIM hiện có.

Chiến lược 5 - Triển khai BIM phù hợp và có chọn lọc cho từng nội dung hay hạng mục riêng lẻ vào DA của ĐHQG-HCM ở từng giai đoạn cụ thể với ưu tiên ở giai đoạn tư vấn thiết kế cơ sở.

Mục tiêu của chiến lược: Trong bối cảnh của sự chưa đầy đủ về mặt pháp lý của BIM như sự chưa đồng bộ về chính sách, chưa có tiêu chuẩn sử dụng, sự thiếu thống nhất và khó áp dụng của các văn bản hướng dẫn ở Việt Nam như hiện nay, chiến lược này có thể giúp cho ĐHQG-HCM có thể triển khai BIM từng phần vào các DA của mình trong khi chờ đợi sự hoàn thiện của hệ thống văn bản pháp lý về BIM.

8. Kết luận

Bài báo này nghiên cứu và đề xuất CLAD BIM vào DA ĐTXD của ĐHQG-HCM sử dụng mô hình SWOT-AHP để phân tích nguồn lực, khả năng cũng như các thách thức có thể gặp của ĐHQG-HCM khi áp dụng BIM vào QLDA. Từ các kết quả đạt được, một số kết luận có thể được rút ra như sau:

Ở mức độ toàn cục, nghiên cứu phát hiện ra rằng nhóm yếu tố thuộc về thách thức được cho là có ảnh hưởng lớn nhất đến việc triển khai BIM thành công vào các DA của ĐHQG-HCM và tiếp theo lần lượt là nhóm yếu tố thuộc về điểm mạnh và cơ hội; trong khi, nhóm điểm yếu được xem là có ít ảnh hưởng nhất. Ở mức độ cục bộ trong từng nhóm, yếu tố pháp lý chưa đầy đủ của BIM được xem là có ảnh hưởng mạnh nhất trong nhóm yếu tố thách thức; trong khi, yếu tố liên quan đến tính hệ thống tổ chức QLDA thống nhất, gắn kết và chia sẻ của ĐHQG-HCM được cho là có tác động lớn nhất so với các yếu tố còn lại trong nhóm điểm mạnh ảnh hưởng đến sự triển khai thành công của BIM vào các DA của ĐHQG-HCM. Ở nhóm cơ hội, yếu tố về sự quan tâm của chính phủ và các cơ quan quản lý nhà nước trong việc thúc đẩy chuyển đổi số có tầm quan trọng cao nhất so với các yếu tố còn lại. Cuối cùng, trong nhóm điểm yếu, yếu tố về sự thiếu hụt nhân sự QLDA có trình độ đủ để triển khai BIM của ĐHQG-HCM được cho là có ảnh hưởng tiêu cực nhất đến sự triển khai thành công BIM vào QLDA tại ĐHQG-HCM.

Bài báo đã đề xuất được 05 chiến lược áp dụng BIM vào các DA ĐTXD của ĐHQG-HCM liên quan đến vấn đề chính sách hỗ trợ, hoàn thiện hệ thống văn bản các hướng dẫn hoặc tiêu chuẩn về triển khai BIM; vấn đề về tăng cường hiệu quả của mô hình đào tạo và huấn luyện BIM cũng như chiến lược phối hợp, chia sẻ tài nguyên, hài hòa quyền lợi, trách nhiệm và tận dụng nguồn lực về HTKT-TT và nguồn nhân sự QLDA của các đơn vị thành viên trong hệ thống ĐHQG-HCM để khắc phục tình trạng thiếu hụt nhân sự có trình độ về BIM của ĐHQG-HCM. Chiến lược về xây dựng chuỗi dự án nghiên cứu khoa học gắn kết và mang tính hệ thống cùng với Bộ KHCN và các Bộ Ngành liên quan về triển khai BIM để kêu gọi sự hỗ trợ về vốn trong bối cảnh việc triển khai BIM đang được sự quan tâm lớn và được xem là mũi đột phá trong việc thay đổi và nâng cao hiệu quả của ngành xây dựng. Cuối cùng là chiến lược triển khai BIM phù hợp và có chọn lọc cho từng nội dung và hạng mục riêng lẻ vào DA của ĐHQG-HCM ở từng giai đoạn cụ thể với ưu tiên ở giai đoạn tư vấn thiết kế cơ sở nhằm giúp cho ĐHQG-HCM có thể triển khai BIM từng phần vào các DA của mình trong khi chờ đợi sự hoàn thiện của hệ thống văn bản pháp lý về BIM.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi ĐHQG-HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số DS2022-20-03. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Wang, X., Love, P. E. D., Kim, M. J., Park, C.-S., Sing, C.-P., Hou, L. (2013). [A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality](#). *Automation in Construction*, 34: 37–44.

- [2] Liu, X., Wang, X., Wright, G., Cheng, J., Li, X., Liu, R. (2017). [A state-of-the-art review on the integration of building information modeling \(BIM\) and geographic information system \(GIS\)](#). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(2):53.
- [3] BS EN ISO 19650-1 (2018). *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling(BIM) - Information management using building information modelling - Part1: Concepts and principles*. International Organization for Standardization (ISO).
- [4] Autodesk (2021). [What is BIM?](#)
- [5] Becerik-Gerber, B., Rice, S. (2010). The perceived value of building information modeling in the US building industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 15(15):185–201.
- [6] Azhar, S., Khalfan, M., Maqsood, T. (2015). [Building information modelling \(BIM\): now and beyond](#). *Construction Economics and Building*, 12(4):15–28.
- [7] Lucas, J., Bulbul, T., Thabet, W. (2013). [An object-oriented model to support healthcare facility information management](#). *Automation in Construction*, 31:281–291.
- [8] Volk, R., Stengel, J., Schultmann, F. (2014). [Building Information Modeling \(BIM\) for existing buildings — Literature review and future needs](#). *Automation in Construction*, 38:109–127.
- [9] McGraw Hill, F. (2014). *The business value of BIM for construction in major global markets*. SmartMarket Report, 202014.
- [10] Mùi, T. V., Giang, H. V. (2018). [Đẩy mạnh áp dụng BIM đối với các dự án đầu tư xây dựng chung cư cao tầng ở Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 12(1):22–28.
- [11] Bình, T. N., Mai, T. H. (2018). [Khung pháp lý hỗ trợ, thúc đẩy áp dụng BIM trong ngành xây dựng Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 12(1):92–97.
- [12] Trang, N. N. (2018). [Xây dựng năng lực để làm việc với BIM ở Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 12(1):36–45.
- [13] Phong, N. Đ., Ninh, Đ. T. (2018). [Hợp đồng xây dựng trong dự án đầu tư xây dựng sử dụng BIM: kinh nghiệm thế giới và thực tiễn tại Việt Nam](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXDHN*, 12(1):29–35.
- [14] Quốc hội Việt Nam (2014). *Luật xây dựng Số 50/2014/QH13*.
- [15] Thủ tướng Chính phủ (2016). *Quyết định Số 2500/QĐ-TTg*.
- [16] Viện Kinh tế Xây dựng (2021). *Tài liệu phục vụ đào tạo, bồi dưỡng kiến thức ứng dụng BIM, Phần 1: Tổng quan về mô hình thông tin công trình*. Bộ Xây dựng.
- [17] Smith, D. K., Tardiff, M. (2009). [Building Information Modeling](#). John Wiley & Sons, Inc.
- [18] Smith, P. (2014). [BIM Implementation – Global Strategies](#). *Procedia Engineering*, 85:482–492.
- [19] Dowsett, R. M., Harty, C. F. (2018). [Assessing the implementation of BIM – an information systems approach](#). *Construction Management and Economics*, 37(10):551–566.
- [20] (2009). [A SWOT analysis on the implementation of Building Information Models within the geospatial environment](#). *Urban and Regional Data Management*, CRC Press, 27–42.
- [21] Peng, L., Park, Y.-N., Yoo, M.-Y., Ham, N.-H., Kim, J.-J. (2018). [A study on Chinese smart construction strategy by SWOT analysis](#). *Journal of KIBIM*, 8(4):1–12.
- [22] Zima, K., Plebankiewicz, E., Wieczorek, D. (2020). [A SWOT analysis of the use of BIM technology in the polish construction industry](#). *Buildings*, 10(1):16.
- [23] Learned, E. P., Andrews, K. R., Christensen, C. R., Guth, W. D. *Business policy: text and cases*. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc. p. 20. OCLC 680327.
- [24] Zack, M. H. (1999). [Developing a knowledge strategy](#). *California Management Review*, 41(3):125–145.
- [25] Gurl, E. (2017). SWOT analysis: A theoretical review. *The Journal of International Social Research*, 10: 994–1006.
- [26] Zhang, S. X., Hu, Y. R. (2013). [The analysis of barriers of development of China's construction industry BIM](#). *Advanced Materials Research*, 838-841:3119–3122.
- [27] Li, F., Phoon, K. K., Du, X., Zhang, M. (2013). [Improved AHP Method and Its Application in Risk Identification](#). *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(3):312–320.
- [28] Chen, K., Li, H. (2015). [AHP based weighting system for BIM implementation & assessment framework](#).

2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), IEEE.

- [29] Saaty, T. L. (1982). *Decision making for leaders: The analytical hierarchy process for decisions in a complex world*. Belmont, California: Wadsworth. ISBN 0-534-97959-9; Paperback, Pittsburgh: RWS. ISBN 0-9620317-0-4. "Focuses on Practical Application of the AHP; Briefly Covers Theory."
- [30] Lee, S., Walsh, P. (2011). [SWOT and AHP hybrid model for sport marketing outsourcing using a case of intercollegiate sport](#). *Sport Management Review*, 14(4):361–369.
- [31] Bouraima, M. B., Qiu, Y., Yusupov, B., Ndjegwes, C. M. (2020). [A study on the development strategy of the railway transportation system in the West African Economic and Monetary Union \(WAEMU\) based on the SWOT/AHP technique](#). *Scientific African*, 8:e00388.
- [32] Lee, C., Ra, H., Oh, Y., Lee, C. (2021). [Global Busan City Brand Image Development Strategy-SWOT/AHP analysis](#). *East Asian Journal of Business Economics (EAJBE)*, 9(3):115–124.
- [33] Khosrowshahi, F., Arayici, Y. (2012). [Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry](#). *Engineering, Construction and Architectural Management*, 19(6):610–635.
- [34] Hadzaman, N. A. H., Takim, R., Nawawi, A. H. (2015). BIM roadmap strategic implementation plan: Lesson learnt from Australia, Singapore and Hong Kong. *Proceedings in 31st annual ARCOM conference*, Citeseer, 611–620.
- [35] Ahmed, S. (2018). [Barriers to Implementation of Building Information Modeling \(BIM\) to the Construction Industry: A Review](#). *Journal of Civil Engineering and Construction*, 7(2):107.
- [36] Chan, D. W. M., Olawumi, T. O., Ho, A. M. L. (2019). [Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling \(BIM\) implementation in construction: The case of Hong Kong](#). *Journal of Building Engineering*, 25:100764.
- [37] Smith, P. (2013). BIM & automated quantities–implementation issues for the Australian quantity surveying profession. *Proceedings from the Pacific Association of Quantity Surveyors Congress*, 1–19.
- [38] Mesaros, P., Spisakova, M., Mandicak, T. (2020). [Analysing the implementation motivations of BIM Technology in Construction Project Management](#). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 960(4):042064.
- [39] Ma, X., Chan, A. P. C., Li, Y., Zhang, B., Xiong, F. (2020). [Critical strategies for enhancing BIM implementation in AEC projects: Perspectives from Chinese practitioners](#). *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(2).
- [40] Lee, S., Yu, J., Jeong, D. (2015). [BIM acceptance model in construction organizations](#). *Journal of Management in Engineering*, 31(3).
- [41] Wang, J., Zhao, J., Hu, Z. (2016). Review and thinking on development of building industrialization in China. *China Civil Engineering Journal*, 49(5):1–8.
- [42] Kiani, I., Sadeghifam, A. N., Ghomi, S. K., Marsono, A. K. B. (2015). Barriers to implementation of building information modeling in scheduling and planning phase in Iran. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(5):91–97.
- [43] Chan, C. T. (2014). Barriers of implementing BIM in construction industry from the designers' perspective: A Hong Kong experience. *Journal of System and Management Sciences*, 4(2):24–40.
- [44] Gerges, M., Austin, S., Mayouf, M., Ahiakwo, O., Jaeger, M., Saad, A., El Gohary, T. (2017). An investigation into the implementation of Building Information Modeling in the Middle East. *Journal of Information Technology in Construction*, 22:1–15.
- [45] Succar, B., Sher, W., Williams, A. (2013). [An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application](#). *Automation in Construction*, 35:174–189.
- [46] Wu, P., Jin, R., Xu, Y., Lin, F., Dong, Y., Pan, Z. (2021). [The analysis of barriers to BIM implementation for industrialized building construction: A China study](#). *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1):1–13.
- [47] Hosseini, M. R., Namzadi, M. O., Rameezdeen, R., Banihashemi, S., Chileshe, N. (2016). Barriers to BIM adoption: Perceptions from Australian small and medium-sized enterprises (SMEs). *AUBE 2016: Proceedings of the 40th Australasian Universities Building Education Association Annual Conference*, Central Queensland University, 271–280.

- [48] Tan, T., Chen, K., Xue, F., Lu, W. (2019). [Barriers to Building Information Modeling \(BIM\) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling \(ISM\) approach](#). *Journal of Cleaner Production*, 219:949–959.
- [49] Ershadi, M., Jefferies, M., Davis, P., Mojtahedi, M. (2022). [Implementation of Building Information Modelling in infrastructure construction projects: a study of dimensions and strategies](#). *International Journal of Information Systems and Project Management*, 9(4):43–59.
- [50] Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., Ustinovichius, L. (2013). [The benefits, obstacles and problems of practical bim implementation](#). *Procedia Engineering*, 57:767–774.
- [51] Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- [52] Manning, R., Messner, J. I. (2008). Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 13:446–457.
- [53] Azhar, S. (2011). [Building information modeling \(BIM\): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry](#). *Leadership and Management in Engineering*, 11(3):241–252.
- [54] Joshi, S., Saxena, S., Godbole, T., Shreya (2016). [Developing smart cities: An integrated framework](#). *Procedia Computer Science*, 93:902–909.
- [55] Designing Buildings Wiki (2017). [Smart construction](#).
- [56] Liu, S., Xie, B., Tivendal, L., Liu, C. (2015). [Critical barriers to BIM implementation in the AEC industry](#). *International Journal of Marketing Studies*, 7(6):162.
- [57] Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., O'Reilly, K. (2011). [BIM adoption and implementation for architectural practices](#). *Structural Survey*, 29(1):7–25.
- [58] Kassem, M., Brogden, T., Dawood, N. (2012). [BIM and 4D planning: a holistic study of the barriers and drivers to widespread adoption](#). *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 2(4): 1–10.
- [59] Enshassi, A., AbuHamra, L. (2017). Challenges to the utilization of BIM in the Palestinian construction industry. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction (IAARC)*, Tribun EU, s.r.o., Brno.
- [60] Newton, K., Chileshe, N. (2012). *Enablers and barriers of building information modelling (BIM) within South Australian construction organisations*. Luận án Tiến sĩ, University of New South Wales Sydney, Australia.
- [61] Kekana, T. G., Aigbavboa, C. O., Thwala, W. D. (2014). Building information modelling (BIM): Barriers in adoption and implementation strategies in the South Africa construction industry. *International Conference on Emerging Trends in Computer and Image Processing (ICETCIP'2014) December*.
- [62] Ganah, A., Lea, G. (2021). [A global analysis of BIM standards across the globe: A critical review](#). *Journal of Project Management Practice*, 1(1):52–60.
- [63] NATSPEC (2011). *NATSPEC National BIM Guide*.
- [64] Kometa, S. T., Olomolaiye, P. O., Harris, F. C. (1994). [Attributes of UK construction clients influencing project consultants' performance](#). *Construction Management and Economics*, 12(5):433–443.
- [65] Saaty, T. L. (1995). *Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. RWS Publications, Pittsburgh.
- [66] Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Liang, C., Rowlinson, S. (2014). [Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves](#). *Building and Environment*, 82:317–327.
- [67] Weihrich, H. (1982). [The TOWS matrix—A tool for situational analysis](#). *Long Range Planning*, 15(2): 54–66.
- [68] Shin, M., Lee, H., Kim, H. (2018). [Benefit–cost analysis of building information modeling \(BIM\) in a railway site](#). *Sustainability*, 10(11):4303.