

Lộ trình và tiềm năng của BIM trong ngành xây dựng Việt Nam

Đỗ Xuân Trường^{1*}

¹ Khoa Cơ Khí & Xây dựng, Trường Đại học Công nghiệp Việt - Hung

TỪ KHOÁ

BIM
Lộ trình
Tiềm năng
Thách thức
2D

TÓM TẮT

Mô hình thông tin công trình (BIM) là giải pháp đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển ngành xây dựng tại Việt Nam, với sự phát triển hơn 10 năm, BIM đã cho thấy hiệu quả thiết thực trong sản xuất thực tế. Các giải pháp của chính phủ triển khai dưới dạng các văn bản Luật, các Quyết định đã thể hiện quyết tâm của Chính phủ về BIM. Lộ trình về BIM thể hiện ở Quyết định 2500/QĐ-TTg và 250/QĐ-TTg, trong đó dự kiến đến năm 2026 thì các dự án đều phải áp dụng BIM. Ngoài ra, Việt Nam có tiềm năng rất lớn về BIM với nhu cầu thực tế và hiệu quả sử dụng BIM. Đồng thời nghiên cứu cũng chỉ ra các hạn chế BIM cũng rất hiện hữu về BIM.

KEYWORDS

BIM
Roadmap
Potential
Challenge
2D

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is a solution that plays an important role in the development of the construction industry in Vietnam. With more than 10 years of development, the BIM has shown its practical effectiveness in actual production. The government's solutions implemented in the form of Laws and Decisions have demonstrated the Government's determination on the BIM. The BIM roadmap is shown in Decision 2500/QĐ-TTg and 250/QĐ-TTg, in which it is expected that by 2026, all projects must apply BIM. In addition, Vietnam has great potential for the BIM with practical needs and effective use of the BIM. Furthermore, the study also pointed out that the BIM's limitations are also very present in the BIM.

1. Tổng quan về BIM

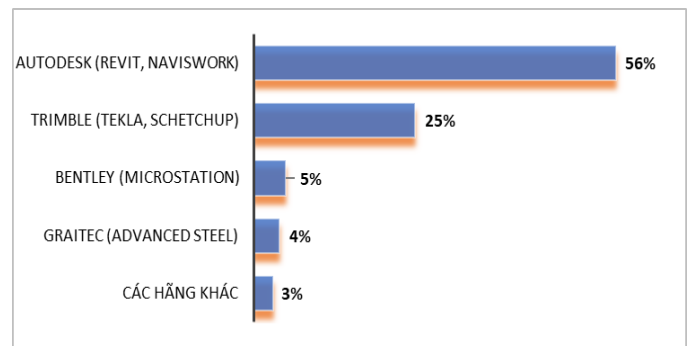
Cuối thập niên của thế kỷ 20, Georgia Institute of Technology đã đề xuất khái niệm về Mô hình thông tin công trình (BIM) [1]. Năm 2004, Autodesk đã mua lại và phát triển phần mềm Revit, khi đó công nghệ BIM đã được đà tiếp sức và phát triển mạnh. Đến nay BIM đã phát triển ở hơn 100 quốc gia, các hiệp hội, viện, trung tâm... về BIM đã được thành lập, BIM được đưa vào tiêu chuẩn thiết kế của rất nhiều nước (Anh, Mỹ ...) [10].

Trong lĩnh vực xây dựng, thì BIM hỗ trợ tối ưu cho thiết kế và quản lý công trình, điển hình được sử dụng ở các phần mềm Revit và Tekla tại Việt Nam. Theo khảo sát ứng dụng BIM của Viện nghiên cứu kinh tế tại Việt Nam cho thấy, trong xây dựng công trình nhà ở, chung cư sẽ áp dụng chủ yếu về phần mềm Revit (chiếm 56% khảo sát [5]) trong thiết kế (Hình 2).

Tại Việt Nam, Ban chỉ đạo BIM quốc gia được thành lập năm 2017 để phát triển một hệ thống BIM tiêu chuẩn quốc gia. Hiện nay, công nghệ BIM đã được đưa vào các văn pháp luật, như Luật xây dựng (điều 4 và điều 66), Quyết định số 348/QĐ-BXD và gần nhất là Quyết định số 258/QĐ-TTg. Trong đó, định hướng BIM đến năm 2026 được chia làm giai đoạn cơ bản, đó là giai đoạn 1 sẽ áp dụng BIM cho các công trình cấp 1 trở lên và giai đoạn 2 áp dụng BIM cho các công trình cấp 2 (Quyết định số 258/QĐ-TTg).

Công nghệ BIM hiện đang đóng vai trò quan trọng trong thúc đẩy phát triển ngành xây dựng. Gồm có các lĩnh vực về kiến trúc/ kết cấu/

cấp thoát nước, với nhiệm vụ tập hợp tất cả các hoạt động xây dựng vào cùng một nguồn dữ liệu và sự phối hợp giữa các đơn vị trong cùng một môi trường làm việc, đã cải tiến hoàn toàn các công tác về thiết kế, thi công và quản lý dự án [2] [3].



Hình 1. Tỷ lệ các hãng sản xuất phần mềm BIM.

Các nghiên cứu cũng chỉ ra các thách thức trong việc áp dụng BIM cho dự án xây dựng, như việc thiếu sự đồng bộ về quản lý dự án trong BIM [4], chưa có trình độ cao trong quản lý dự án có áp dụng BIM, việc chấp nhận các hồ sơ dự án bằng các phần mềm trong nghệ BIM cũng chưa được rõ ràng và vẫn sử dụng các bản vẽ 2D trên giấy là cơ bản...

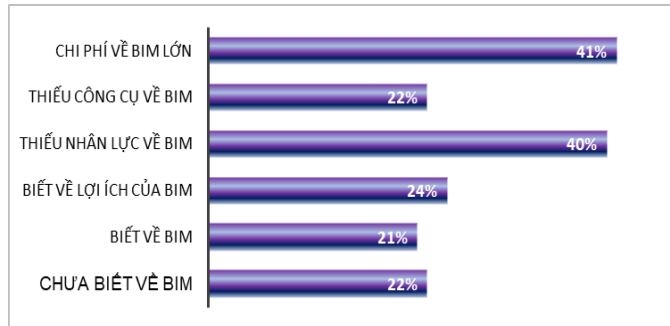
Tuy nhiên, khảo sát về việc áp dụng BIM cũng đã được quan tâm sâu sắc ở các doanh nghiệp (62 % đơn vị khảo sát), mức độ hiểu biết

*Liên hệ tác giả: xuantruongxd@gmail.com

Nhận ngày 30/09/2024, sửa xong ngày 14/10/2024, chấp nhận đăng ngày 15/10/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.05.2024.779>

về BIM rất cao (chiếm 32 % khảo sát) [5] [6] . Tuy nhiên, năm 2022, tỷ lệ này thay đổi lần lượt là 77,8 % và 63,3 % [7] , cho thấy BIM đã được tin tưởng và áp dụng phổ biến hơn.



Hình 2. Tỷ lệ trong khảo sát thông tin về áp dụng BIM [5] .

Nghiên cứu BIM trong lĩnh vực xây dựng đã được phát mạnh, trong đó có sự hỗ trợ của chính phủ bởi các chính sách, luật và các chiến lược quốc gia về thực hiện công trình. Các khía cạnh về kiến trúc, kết cấu đã có những phát triển vượt bậc, nhưng đối với lĩnh vực cấp thoát nước, điện công trình vẫn còn hạn chế trong thiết lập các công trình. Điều này do sự phân mảnh trong việc hoàn thiện dự án, mỗi chuyên ngành một đơn vị thực hiện khác nhau nên sự phối hợp vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này đã mô tả về lộ trình BIM với sự hỗ trợ của Chính phủ, trong đó có các phân tích đánh giá về BIM với phương pháp thiết kế xây dựng truyền thống, các khía cạnh thuận lợi và thách thức hiện tại về BIM ở Việt Nam.

2. Lộ trình triển khai BIM ở Việt Nam

Việc phát triển BIM đã được Luật hoá, với các chủ trương và chính sách thúc đẩy ngành xây dựng. Từ năm 2010 đến nay, BIM đã được đưa vào Việt Nam và phát triển một cách ổn định, điều này có thể thấy qua các giai đoạn triển khai BIM tại Việt Nam.

Đầu tiên, Ban chỉ đạo quốc gia về BIM được thành lập năm 2017, sau đó BIM đã được Chính phủ đưa vào kế hoạch phát triển theo lộ trình 3 giai đoạn từ 2017 đến 2021 [9], trong đó các thông tư và quyết định về áp dụng BIM cũng được ban hành kèm theo. Các văn bản mang tính pháp lý về BIM cũng được ban hành để chuẩn hoá hồ sơ thanh toán cho các công trình có áp dụng BIM.

Hiện nay, Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 của Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt lộ trình áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng. Trong đó chia làm 2 giai đoạn, với giai đoạn 1 từ năm 2023 đến 2025 là áp dụng BIM bắt buộc cho công trình cấp 1 trở lên và giai đoạn 2 từ 2025 trở đi áp dụng BIM cho công trình cấp 2 trở lên.

Bảng 1. Lộ trình phát triển BIM theo Quyết định số 2500/QĐ-TTg (trích dẫn).

Từ năm 2017 đến 2019	Từ năm 2018 đến 2020	Từ năm 2021
Chuẩn bị các điều kiện cần thiết và đào tạo kỹ năng cho việc áp dụng BIM	Triển khai áp dụng thí điểm tại một số công trình và đánh giá	Xây dựng ban hành Thông tư, Hướng dẫn cụ thể để áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình.

Bảng 2. Lộ trình áp dụng BIM theo Quyết định 258/QĐ-TTg (trích dẫn).

Trước 2023	Từ năm 2023 đến 2024	Từ năm 2025
Triển khai BIM theo Quyết định 2500/QĐ-TTg.	Công trình cấp 1 và cấp đặc biệt của các dự án đầu tư xây dựng mới.	Công trình cấp 2 trở lên với các dự án đầu tư xây dựng mới

Để triển khai thực hiện lộ trình phát triển về BIM, Bộ xây dựng đã và đang phối hợp với các Tỉnh trong việc phổ biến chủ trương của Quyết định 258/QĐ-TTg với các lớp tập huấn và tiếp nhận giải pháp BIM, các hoạt động khác về BIM cũng được triển khai sâu rộng đến từng ban ngành trong hệ thống quản lý nhà nước về xây dựng.

3. Công nghệ BIM và công nghệ truyền thống (2D)

Công nghệ BIM và phương pháp truyền thống trong việc thực hiện công trình có rất nhiều sự khác biệt. Trong đó, hiệu quả của BIM được thể hiện rất rõ và hiệu quả của BIM cũng được phân tích rõ trong các quy trình. Nghiên cứu đánh giá về BIM và công nghệ truyền thống được thể hiện trong Bảng 3.

BIM có thể tự động trong việc phân tích cấu trúc công trình, xác định chính xác các xung đột, các loại vật liệu và khối lượng của chúng. Trong khi đó, công nghệ truyền thống cần phải tự thống kê các vật liệu. Nên độ chính xác trong thống kê vật liệu của BIM hơn hẳn công nghệ truyền thống. Bên cạnh đó, việc mô tả cấu trúc và điều kiện tương tác với công trình của công nghệ BIM đóng vai trò quan trọng trong việc hiệu chỉnh thiết kế công trình.

BIM có thể tham gia vào toàn bộ dự án từ thiết kế, thi công và vận hành, hoặc chỉ tham gia vào một khâu nào đó trong quá trình thực hiện dự án. Việc mô tả về các đối tượng trong BIM cũng sẽ chi tiết và trực quan hơn (Bảng 4).

Như vậy, BIM là một dạng cấu trúc công trình dưới dạng 3D, nhưng nó chưa nhiều các dữ liệu chi tiết hơn, việc phân tích công trình và vật liệu nhanh chóng, giảm thiểu thời gian trình xuất thông tin và hiệu chỉnh công trình. Từ đó, việc ra quyết định nhanh chóng và phù hợp với thực tế sản xuất ngoài công trình.

Bảng 3. So sánh các mặt về quy trình thực hiện công trình.

Vấn đề	Công nghệ truyền thống	Công nghệ BIM
Về mặt hồ sơ	+ Hồ sơ bản vẽ công trình 2D in trên giấy: Bản vẽ kiến trúc, bản vẽ kết cấu, bản vẽ công trình cấp thoát nước, điện ... và hạ tầng khu vực xây dựng + Các chỉ dẫn kỹ thuật liên quan	+ Các hồ sơ thiết kế công trình được hiện bằng mô hình mô phỏng 3D với đầy đủ các thông tin, dữ liệu của các cấu kiện, hồ sơ về kiến trúc, kết cấu, MEP ... + BIM có thể xuất ra các dữ liệu mềm sử dụng trên máy tính, máy tính bảng hoặc trên điện thoại, nên khi thực hiện thi công, giám sát công trình luôn trực quan và đầy đủ. Các hồ sơ cũng có thể xuất bản dưới dạng 2D để lưu trữ hoặc kiểm duyệt theo yêu cầu.
Về mặt thi công	+ Các đơn vị triển khai thi công với sự giám sát của chủ đầu tư, tư vấn giám sát độc lập ngoài hiện trường thi công.	+ BIM giúp xây dựng một quá trình thi công đầy đủ với bước thực hiện tuần tự, khi kết hợp với các phần mềm thực hiện tiến độ thi công cũng đầy đủ và trực quan. + Các đơn vị thi công, giám sát dễ dàng trong công tác thi công các cấu kiện và kiểm tra trực tiếp các dữ liệu. Trang thiết bị phụ kiện được đáp ứng đầy đủ, vị trí đường ống, mối nối, điểm tiếp giáp được xác định rõ ràng, thuận lợi cho thi công và giám sát.
Các sai sót	+ Sai sót trong thiết kế được chỉnh sửa sau khâu thẩm tra dự án. Tuy nhiên cũng chưa thể khắc phục hết toàn bộ. Như vị trí đường ống xung đột, vị trí đặt thiết bị khó thi công, các thiết bị chồng chéo và đường ống đi qua các cấu kiện chịu lực mà không được xác định trước, thiếu hụt thiết bị, phụ kiện. + Sai sót được phát hiện trong thi công. Sai sót này được phát hiện ngoài hiện trường trực tiếp thi công, khi đó đơn vị giám sát báo lại chủ đầu tư, chủ đầu tư báo lại đơn vị tư vấn thiết kế, đơn vị tư vấn thiết kế phản hồi về chủ đầu tư và cuối cùng các sai sót được sửa đổi, bổ sung vào hồ sơ thi công ngoài công trường.	+ Các sai sót trong thiết kế được giảm tới mức thấp nhất, do quá trình thiết kế đã có sự phối hợp giữa các bộ môn kiến trúc/ kết cấu/ MEP và bản thân các phần mềm của công nghệ BIM đã có các công cụ kiểm tra sự xung đột trong mô hình. + Các sai sót trong thi công được phản ánh nhanh, kịp thời sửa chữa, đồng thời các sửa chữa này cũng thể hiện ngay trên cấu trúc công trình. Quá trình thay đổi có thể ngay lập tức được thảo luận giữa các chuyên gia, các bộ môn và với bản thân chủ đầu tư. Các sửa chữa được thể hiện ngay trên mô hình, các thay đổi được cập nhật trực tiếp.
Đánh giá	+ Khối lượng bản vẽ 2D lớn, quá trình thẩm tra thiết kế, quá trình thi công và giám sát vẫn chưa phát hiện hết các lỗi kỹ thuật. Các lỗi này có thể phát sinh do nhầm lẫn các thiết kế tương tự, với khối lượng lớn cán bộ giám sát vẫn khó có thể kiểm soát được các sai sót, nhầm lẫn này. + Quá trình chỉnh sửa các sai sót thường kéo dài, các thông tin chậm cập nhật, đồng thời khi có sai sót thì việc điều chỉnh lại hồ sơ sẽ mất nhiều công sức và thời gian.	+ Sử dụng BIM cho ra cái nhìn tổng quan của công trình, xác định được chính xác vị trí các cấu kiện, chi tiết và quá trình bố trí công trình trong thiết kế và trong thi công. Xác định chính xác kích thước đoạn ống cần thiết, phương án bố trí trực quan và nguyên vật liệu được cung cấp đầy đủ theo kế hoạch thi công. + Thống kê khối lượng nhanh chóng, chính xác và các phụ kiện được thống kê đầy đủ và chi tiết. Đảm bảo cho việc định giá chính xác và khi thi công luôn đảm bảo nguyên vật liệu cho công trình.

Bảng 4. So sánh thông tin của một đối tượng theo các mô hình diễn giải khác nhau.

Thông tin mô hình	Dữ liệu ra	Diễn giải	
		Góc nhìn của người dùng	Mô phỏng trên máy tính
Thông tin dạng ảnh	Hình ảnh cấu kiện	Hình dạng cấu kiện	Hình ảnh tĩnh với độ phân giải
Bản vẽ 2D truyền thống	Các đường nét mô tả các cấu kiện	Phản chiếu một mặt phẳng công trình ở dạng phẳng	Đường thẳng, đường cong, nét đứt, đậm nhạt...
Bản vẽ 3D	Hình ảnh dạng không gian 3 chiều	Cấu kiện, vật thể ở dạng 3 chiều	Bề mặt, độ sâu, thể tích...
BIM	Cấu kiện ở dạng không gian với các thông tin về chi tiết	Cấu kiện với các lớp vật liệu, cách bố trí, thông tin chi tiết về vật liệu và cấu trúc thiết kế. Mô tả chi tiết về loại vật liệu và khối lượng.	

4. Tiềm năng về ứng dụng BIM



Hình 3. Một thiết kế xung đột trên bản vẽ 2D/CAD khi triển khai thi công không có sự thay đổi phù hợp.

Ứng dụng BIM tại Việt Nam được đánh giá là có tiềm năng to lớn, thúc đẩy cho sự phát triển ngành xây dựng lên một tầm cao mới. Hiện nay, có rất nhiều các công ty tư vấn cung cấp các giải pháp về BIM như ViBIM, HSD Việt Nam, Cty TNHH Viasys VDC Việt Nam, Synectics, Redsun, Cty VTCO, Cty TNHH An Thi Việt Nam... Nhiều công ty đã đưa giải pháp BIM vào đấu thầu, thi công như Cty Hòa Bình, CotecCons, Cofico, Agrimeco, Vinaconex 6, Cty CP Dịch vụ và Kỹ thuật cơ điện lạnh R.E.E, Cty TNHH Thyssenkrupp Industrial Solutions (Việt Nam)...

Các tổng kết về áp dụng BIM cho thấy: Dự án Vietinbank Tower đã phát hiện và giải quyết trên 1500 xung đột trong thiết kế; tối ưu hóa tiến độ thi công, quy trình lắp đặt tại dự án nhà máy Cheeky (chủ đầu tư Procter & Gamble, SEA) rút ngắn khoảng 10 % về tiến độ; giảm được 8% công việc phải làm lại và khoảng 40 % thời gian xử lý các thay đổi khi thi công tại dự án Park Hill 6; kiểm soát khối lượng trong thời gian thi công đạt độ chính xác trên 95 % so với thiết kế tại Dự án nhà để xe ga quốc nội sân bay Tân Sơn Nhất TP HCM... [8].

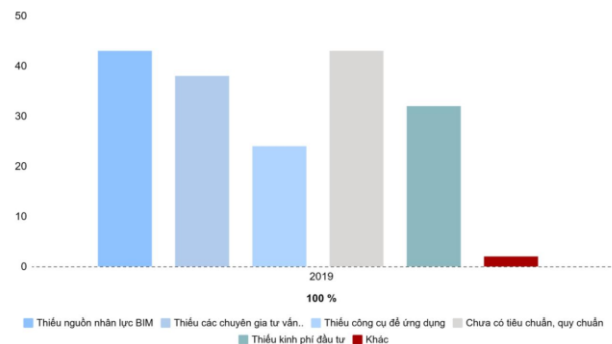
Việc đào tạo BIM cũng được thúc đẩy mạnh ở các trường đại học (Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội ...) và BIM đã trở thành một môn học chính trong chương trình đào tạo. Bên cạnh đó, các sân chơi về BIM dành cho sinh viên cũng được mở ra để thúc đẩy niềm đam mê về BIM trong ngành xây dựng (Cuộc thi Archicad về BIM được tổ chức từ năm 2014 đến nay). Bên cạnh đó, lợi ích của BIM được đánh giá cao, đặc biệt các chỉ tỷ suất hoàn vốn (ROI) rất tốt và điều này được hiện rõ trong lược đồ Macleamy ở những giai đoạn cuối của dự án khi áp dụng BIM [11] .

5. Thách thức cơ bản trong lộ trình BIM

Trong phân tích về các khó khăn khi áp dụng BIM tại Việt Nam, có rất nhiều các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định áp dụng BIM cho các công trình xây dựng (Hình 4), sau đây một số yếu tố cơ bản về sự cản trở áp dụng BIM trong các doanh nghiệp:

+ *Nguồn nhân lực có trình độ cao về BIM:* Hiện nay xu hướng phát triển, các kỹ sư trẻ có thể học hỏi về BIM nhanh chóng, đồng thời có thể làm chủ các công cụ của BIM và có thể thành thạo trong sử dụng BIM để thiết kế công trình, nhưng chủ yếu là độc lập làm việc trên mô hình BIM của mình, còn sự phối hợp và làm việc trên mô hình chung

vẫn còn hạn chế, gặp nhiều khó khăn, trong đó các chuyên gia, quản lý về hệ thống BIM còn thiếu và yếu.



Hình 4. Tỷ lệ đánh giá khó khăn trong quá trình triển khai BIM năm 2019 [6].

+ *Kinh phí sử dụng BIM:* Chi phí dành cho sử dụng BIM hiện còn cao, trong đó đáng kể nhất là đào tạo đội ngũ, thiết lập các cơ sở dữ liệu trong BIM.

+ *Tính pháp lý trong áp dụng BIM:* Tuy rằng có rất nhiều các văn bản pháp luật ủng hộ cho phát triển BIM, nhưng tính đồng bộ trong hệ thống chưa cao, các cơ quan thẩm định nhà nước vẫn sử dụng bản vẽ 2D làm cơ sở cho công trình. Hệ thống lưu giữ cơ sở dữ liệu BIM trong cơ quan nhà nước cũng chưa được xây dựng có hệ thống.

+ *Sử dụng BIM chưa thống nhất:* Hiện nay có rất ít công trình sử dụng BIM để thiết kế từ khâu chuẩn bị cho đến giai đoạn hoàn công, mà mới chỉ áp dụng BIM cho các giai đoạn khác nhau, trên ý nghĩa công tác này là sự trình diễn BIM vào một giai đoạn của công trình. Điều này, làm cho đơn vị thiết kế, chủ đầu tư không mặn mà trong áp dụng BIM, vì có khâu làm bằng BIM, đến khâu khác lại dùng bản vẽ 2D để hiện.

+ *Chuẩn hóa của công cụ BIM trong thiết kế công trình:* Hiện tại phát triển BIM mới giai đoạn đầu, các đơn vị tự áp dụng, tự xây dựng các chuẩn thiết kế và các cơ sở dữ liệu áp dụng trong BIM còn thiếu và chưa đồng bộ. Hệ sinh thái phần mềm thiết kế chưa có sự đầu tư bài bản và hệ thống, ví dụ Sketchup cho dựng khối, Revit hoặc ArchiCAD cho dựng chi tiết và các bản vẽ, 3ds max cho việc kết xuất hình ảnh.

6. Kết luận

Như vậy, với sự khuyến khích của Chính Phủ, sự nhanh nhạy của các công ty tư vấn và đơn vị thi công đã nhận ra lợi ích của BIM và đưa BIM thành một xu hướng phát triển trong ngành công nghệ xây dựng thời đại 4.0.

Lộ trình áp BIM đã được thiết lập, với các mốc thời gian cụ thể. Việc đáp ứng các mốc thời gian này đòi hỏi sự phối hợp từ các cơ sở giáo dục đại học, các cơ quan cấp tính đến Trung ương.

Tiềm năng áp dụng BIM ở Việt Nam là rất lớn, nhu cầu là có thực và cơ chế chính sách đã thể hiện rõ. Nhưng còn cần một sự đồng bộ xuyên suốt giữ các ban ngành.

Công nghệ BIM ngay từ bây giờ phải được phổ biến trong mọi cấp, mọi ngành và quan trọng BIM phải được coi như một môn học chính thức của chương trình đào tạo kỹ sư ngành kiến trúc/xây dựng/MEP.

Tài liệu tham khảo

- [1] T. A. Nguyen, T. A. Nguyen, and T. V. Tran, "Building Information Modeling (BIM) for Construction Project Schedule Management: A Review", *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 13133–13142, Apr. 2024.
- [2] S. Azhar, M. Khalfan, and T. Maqsood, "Building Information Modeling (BIM): Now and beyond," *The Australasian Journal of Construction Economics and Building*, vol. 12, no. 4, pp. 15–28, Aug. 2020.
- [3] R. Grys, "Implementation of Building Information Modelling (BIM) on Public Infrastructure and Building Projects in Qatar," in *International Conference on Civil Infrastructure and Construction (CIC 2023)*, 2023, pp. 180–188.
- [4] J. Tulke, M. Nour, and K. Beucke, "A Dynamic Framework for Construction Scheduling based on BIM using IFC," in *17th IABSE Congress: Creating and Renewing Urban Structures – Tall Buildings, Bridges and Infrastructure*, Chicago, IL, USA, 2008, pp. 158–159.
- [5] Nguyễn Việt Hùng (2015). Báo cáo "Nghiên cứu xây dựng lộ trình áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) nhằm nâng cao hiệu quả thiết kế, xây dựng và quản lý công trình tại Việt Nam", Viện Kinh tế Xây dựng, 2015, 153 trang
- [6] Trung Tâm Thông Tin Và Thống Kê KH&CN (2019), "Báo cáo phân tích xu hướng công nghệ: Xu hướng ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM) về quản lý khối lượng, chi phí (QS) và tạo lập thực tế ảo (VR) trong ngành xây dựng", Sở khoa học và công nghệ Thành phố HCM, 46 trang.
- [7] Đào Huy Hoàng (2021), Báo cáo tổng hợp: Điều tra, khảo sát công tác lập, quản lý dự toán theo phương pháp thông thường tại các công trình dân dụng và công nghiệp ở Việt Nam hiện nay, đề xuất quy trình hướng dẫn áp dụng Mô hình thông tin công trình – BIM trong công tác lập, quản lý dự toán", Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội, 245 trang.
- [8] Tạ Ngọc Bình (2017). Giải pháp thúc đẩy áp dụng BIM trong ngành Xây dựng Việt Nam. Tạp chí kiến trúc Việt Nam, 2017.
- [9] Nguyễn Việt Hùng, Tạ Ngọc Bình (2014) - Tổng quan về mô hình thông tin công trình (BIM) và nhu cầu xây dựng lộ trình áp dụng BIM trong ngành xây dựng Việt Nam, Hà Nội.
- [10] Nguyen Minh Ngoc, Tran Thanh Son (2019). Advantages, difficulties and challenges of applying BIM in the design and construction of water supply and drainage system for high buildings in vietnam. BIM IN CONSTRUCTION & ARCHITECTURE. Proceedings of 2nd International Conference. ISBN 978-5-9227-0927-9. DOI: 10.23968/BIMAC.2019.002. pp 12-18.
- [11] Salih Sen (2012). The Impact of BIM/VDC on ROI; Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects. Master of Science. KTH Royal Institute of Technology. Stockholm 2012.