

Ứng dụng BIM triển khai bản vẽ Shop drawings cốt thép đối công trình hạng mục cảnh quan

Ngô Tuấn Duy^{1,2,3}, Đào Quý Phước^{1,2*}, Nguyễn Triệu Vỹ^{1,2,3}

¹ Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM, Việt Nam

² Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

³ Công ty Cổ phần Đổi mới Quản lý Công nghệ Xây dựng Khoa Kỹ thuật Xây dựng

TỪ KHOÁ

Mô hình thông tin công trình
Bản vẽ Shop drawings
Shop drawings cốt thép
Xây dựng dân dụng và hạ tầng
Triển khai bản vẽ

TÓM TẮT

Trong bối cảnh xã hội ngày càng phát triển, kéo theo nhu cầu về việc xây dựng các công trình với mức độ phức tạp cao ngày càng được quan tâm. Điều này kéo theo nhu cầu về việc ứng dụng BIM trong triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép để phục vụ cho nhu cầu xây dựng càng được chú trọng. Nghiên cứu phân tích những lợi ích, thử thách trong việc triển khai BIM cho bản vẽ shop drawings cốt thép đối với các công trình xây dựng cho các hạng mục cảnh quan, công trình dân dụng, cơ sở hạ tầng... Tổng hợp kinh nghiệm, và những số liệu thực tế trong quá trình triển khai dự án thực tế. Qua đó, nghiên cứu cung cấp một cái nhìn tổng quan và thực tế hơn về vai trò của BIM trong giai đoạn triển khai shop drawings, đồng thời góp phần nhận diện những khó khăn và thách thức mà ngành xây dựng hiện tại đang đối mặt trong việc ứng dụng công nghệ này.

KEYWORDS

Building information model
Shop drawings
Reinforcement shop drawings
Civil and Infrastructure
Construction
Drawing development

ABSTRACT

As society progresses, the demand for constructing increasingly complex projects has gained more attention. Therefore, the application of BIM in the development of reinforcement shop drawings is becoming more critical in meeting construction requirements. This study not only highlights the benefits and challenges of implementing BIM for reinforcement shop drawings in landscape works, civil buildings, and infrastructure projects, but also summarizes practical experiences and real-world data gathered during actual project implementation. The aim is to provide readers with a comprehensive understanding of BIM in the preparation of reinforcement shop drawings and the challenges it poses within the current construction landscape.

1. Giới thiệu

Bản vẽ shop drawings cốt thép có tính chất yêu cầu cao về kỹ thuật và độ chính xác trong việc triển khai cốt thép các cấu kiện kết cấu. Tuy nhiên, với các phương pháp triển khai truyền thống dựa trên bản vẽ hình học phẳng, việc thể hiện các chi tiết cốt thép phức tạp như vùng nối, uốn và những vị trí có mật độ cốt thép dày đặc không chỉ thiếu độ chính xác mà còn dễ phát sinh sai sót trong quá trình triển khai bản vẽ. Đặc biệt, khi làm việc với các cấu kiện có hình học phức tạp có hoặc có yêu cầu thể hiện với mức độ chi tiết cao phục vụ cho các công trình đặc thù, phương pháp thể hiện bản vẽ truyền thống gần như không thể đáp ứng được yêu cầu. Chính vì vậy, việc ứng dụng BIM trong triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép là giải pháp tối ưu, tăng cường tính chính xác, tiết kiệm chi phí và nâng cao hiệu quả trong công tác chuẩn bị thi công.

2. Những lợi ích của BIM trong triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép

Ứng dụng BIM trong bản vẽ shop drawings cốt thép mang lại nhiều lợi ích quan trọng cho nhà thầu xây dựng và các đơn vị triển khai trong quản lý và triển khai shop drawings cốt thép, giúp nâng cao hiệu suất làm việc, giảm thiểu sai sót và tối ưu hóa quy trình triển khai.

Dưới đây là những lợi ích của BIM trong bản vẽ shop drawings cốt thép dựa trên kinh nghiệm thực tiễn của Công ty Cổ phần Đổi mới Quản lý Công nghệ Xây dựng - BIMTech (với vai trò là tư vấn, triển khai BIM cho nhà thầu chính) đã tổng hợp được những lợi ích sau của BIM trong shop drawings cốt thép.

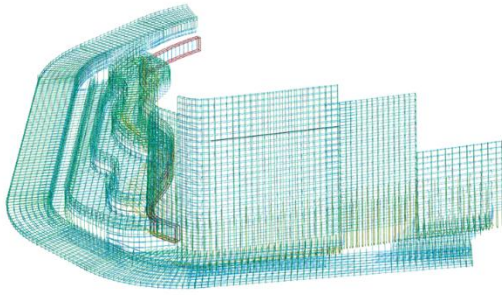
2.1. Kiểm soát khối lượng

Theo Azhar (2011) [1], khả năng mô hình hóa chi tiết 3D của BIM giúp kiểm soát chính xác khối lượng vật tư, đồng thời hỗ trợ bóc tách dữ liệu một cách tự động và thống nhất giữa các cấu kiện. Thông qua mô hình BIM, các thanh thép được thể hiện đầy đủ về hình dạng, chiều dài, vị trí, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc bóc tách khối lượng tự động, giảm thiểu sai lệch so với thực tế thi công.

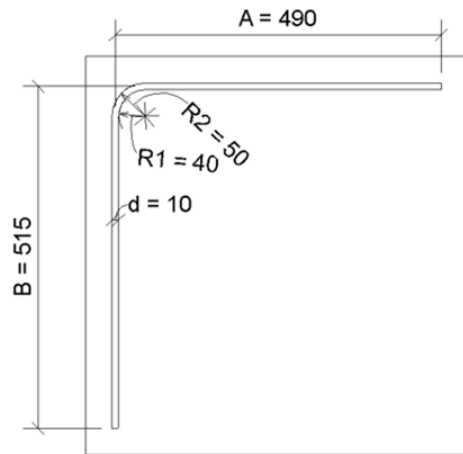
*Liên hệ tác giả: dqphuoc@hcmut.edu.vn

Nhận ngày 22/05/2025, sửa xong ngày 05/06/2025, chấp nhận đăng ngày 06/06/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.03.2025.998>



Hình 1. Mô hình cốt thép thác nước cảnh quan.



Dimensions	
Bar Length	985.7 mm (990 mm)
Total Bar Length	990 mm

Hình 2. Chiều dài thanh thép trong mô hình Revit được tính toán chính xác.

Khác với cách tính toán thông thường, các phần mềm ứng dụng BIM như Revit cho phép tính toán chiều dài thanh thép với độ chính xác cao hơn nhờ vào khả năng mô phỏng chi tiết hình học, giúp tiết

kiệm khối lượng cốt thép khi thực hiện công tác thống kê vật liệu. Ví dụ, trong một dự án, BIM tiết kiệm 1,9 % khối lượng thép so với phương pháp truyền thống [2], nhờ tính toán chính xác chiều dài thanh thép, bao gồm cả đoạn uốn (Hình 2). Điều này giúp tiết kiệm chi phí vật tư và giảm chi phí nhân công trong công tác thống kê [3]. Cách tính toán chiều dài thanh thép theo phương pháp thông thường và cách tính trong phần mềm Revit, được so sánh như sau:

Đoạn A: Tính từ vị trí mặt ngoài cùng của thanh thép (đầu uốn thép) đến đầu thanh thép;

Đoạn B: Được tính toán tương tự đoạn A.

Chiều dài thanh thép được tính toán theo phương pháp thông thường:

$$L = A + B = 490 + 515 = 1005 \text{ (mm)}$$

Tuy nhiên, hình dạng thực tế của thanh thép được tính toán là tổng chiều dài tâm thanh thép bao gồm cả đoạn uốn như sau :

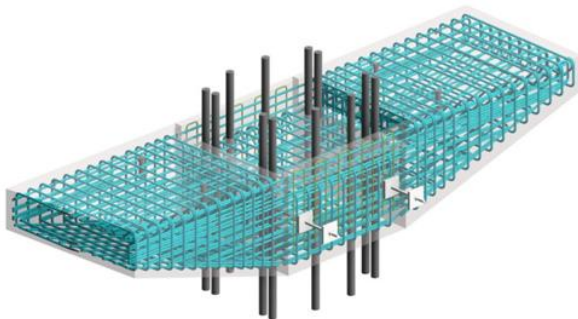
$$L = A - \frac{d}{2} - R_1 + B - \frac{d}{2} - R_1 + \frac{\pi \left(R_1 + \frac{d}{2} \right)}{2}$$

$$\Leftrightarrow L = 490 - 5 - 40 + 515 - 5 - 40 + \frac{\pi \left(40 + \frac{10}{2} \right)}{2} = 985,65 \text{ (mm)}$$

Qua đó có thể thấy chiều dài thanh thép được tiết kiệm hơn khi áp dụng BIM so với phương pháp thể hiện thông thường.

2.2. Báo cáo xung đột

Đối với các thể loại công trình có đặc thù hình dạng kết cấu phức tạp, mật độ cốt thép dày đặc, tình huống không thể thi công thực tế như trên bản vẽ đã thể hiện thường xuyên ngoài thực tế. Lấy ví dụ, đối với các cấu kiện trụ cầu, nếu không phối hợp mô hình 3D, báo cáo và xử lý xung đột trước khi thi công thì có thể kéo dài quá trình thi công trên công trường hoặc không thể thi công. Theo Bryde (2013) [4], việc báo cáo xung đột giúp lường trước được những khó khăn trước khi thi công và dự đoán được tính khả thi trong quá trình thi công cốt thép nói riêng và các hạng mục khác nói chung. Các công cụ như Naviswork hỗ trợ kiểm tra và chạm với độ chính xác cao, giúp phát hiện các điểm giao nhau không hợp lý và đề xuất điều chỉnh mô hình kịp thời.



Hình 3. Báo cáo xung đột cốt thép với sai số $\pm 2\text{mm}$.

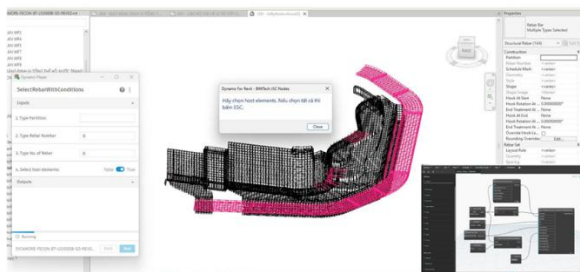
(Hình 3) là một hình ảnh mô phỏng dự án mô hình cốt thép với mật độ thép dày đặc cho trụ cầu mà công ty BIMTech đã từng đảm nhiệm triển khai. Việc ứng dụng phần mềm Navisworks để kiểm tra giúp phát hiện xung đột cốt thép với mức độ sai số là 2mm, mức độ

tương đối khắt khe tại công trường. Công trường sử dụng mô hình .nwd từ Navisworks để phối hợp và thi công, vì vậy việc đảm bảo yêu cầu về tránh các va chạm trong cốt thép là rất quan trọng.

2.3. Tự động hóa quy trình

Theo Bogue (2018) [5], BIM bao gồm nhiều phần mềm có chứa các thư viện API, cho phép người dùng lập trình, tạo ra công cụ giúp tự động hóa. Trong quá trình triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép, một trong những tính năng được sử dụng nhiều nhất có thể kể đến như: tự động mô hình kết cấu bê tông, tự động mô hình cốt thép, tự động triển khai các công tác lập bản vẽ thi công cốt thép...

Đối với dự án thực hiện bản vẽ shop drawings cốt thép hạng mục cảnh quan, BIMTech đã phát triển Dynamo thực hiện tính năng hỗ trợ mô hình cốt thép được thể hiện như (Hình 4), giúp cho việc triển khai mô hình tiết kiệm được thời gian đáng kể.



Hình 4. Hỗ trợ mô hình cốt thép bằng Dynamo - BIMTech trong Revit.

Mức độ hiệu quả của Dynamo trong shop drawings cốt thép được tổng hợp một cách ngắn gọn, như sau:

- Giao diện đơn giản, dễ sử dụng, không tốn thời gian để tiếp cận [6].
- Hạn chế việc truy vấn toàn bộ cấu kiện khi không cần thiết để tối ưu tốc độ [7].
- Khả năng tái sử dụng trong nhiều trường hợp [8].
- Dễ dàng sửa chữa và nâng cấp [9].
- Sử dụng các node được Autodesk tích hợp sẵn hoặc tự phát triển, hạn chế dùng các package ngoài khi không quá cần thiết [10].

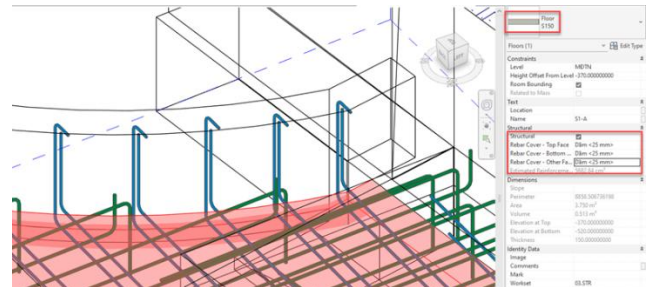
3. Yêu cầu trong việc ứng dụng BIM trong triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép

Việc ứng dụng BIM trong xây dựng nói chung và hạng mục shop drawings cốt thép nói riêng mang lại rất nhiều lợi ích trong vấn đề triển khai của nhà thầu phụ và kinh tế cho nhà thầu chính [11]. Tuy nhiên, việc ứng dụng này còn có những thách thức lớn cho đơn vị triển khai bao gồm các vấn đề từ nhân lực cho đến cơ sở vật chất. Dưới đây là những yêu cầu tối thiểu mà nghiên cứu này tổng hợp và ghi nhận được trong quá trình triển khai nhiều thể loại dự án shop drawings cốt thép trong và ngoài nước.

3.1. Trình độ nhân sự

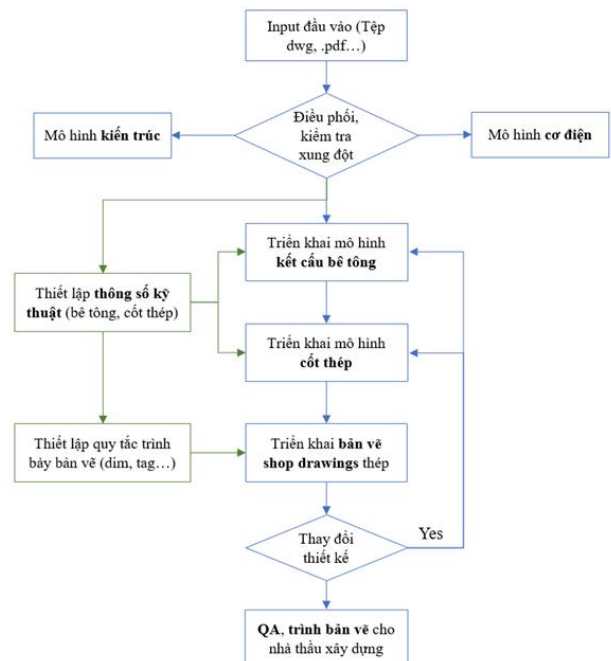
Theo Sacks [12] (2010), đội ngũ có kỹ năng cao trong việc sử dụng các phần mềm BIM có tầm quan trọng trong việc tự động hóa quá

trình triển khai. Khác với các phần mềm CAD, BIM yêu cầu người triển khai mô hình kết cấu hiểu rõ được quy trình triển khai và cách các mô hình tương tác với nhau. Việc dựng mô hình không chính xác (ví dụ không thiết lập đúng lớp bê tông bảo vệ) có thể gây ảnh hưởng trực tiếp đến chiều dài cốt thép và độ chính xác bản vẽ. Không chỉ vậy, việc xử lý không triệt để các vấn đề trong mô hình kết cấu sẽ làm cho việc hiển thị đường nét trên bản vẽ không còn chính xác. Do đó, việc chuẩn bị và thiết lập đầy đủ các thông số kỹ thuật ngay từ đầu cần được thực hiện theo một quy trình thống nhất và chặt chẽ, nhằm hạn chế các thiếu sót có thể xảy ra trong quá trình triển khai mô hình.



Hình 5. Cốt thép có hình học không chính xác khi chọn không đúng chiều dày bê tông bảo vệ.

Quy trình triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép mà BIMTech đề xuất để đảm bảo tính hiệu quả trong việc triển khai được trình bày trong (Hình 6).



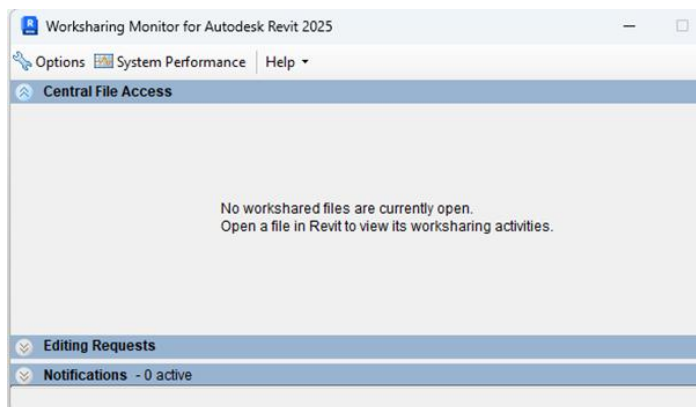
Hình 6. Lưu đồ triển khai shop drawings cốt thép trong quy trình BIM.

3.2. Mức độ quản lý

Việc triển khai BIM cho một dự án đòi hỏi quy trình quản lý

nghiêm ngặt và sự phối hợp liên ngành ngay từ giai đoạn khởi tạo [13]. Vì vậy, yêu cầu về mức độ quản lý mô hình là rất cao trong quá trình này, vai trò của các vị trí chuyên trách như BIM Coordinator và BIM Leader trở nên đặc biệt quan trọng nhằm đảm bảo tính nhất quán, kiểm soát dữ liệu và điều phối hiệu quả giữa các nhóm kỹ thuật [14]. Ngoài ra, đối với các dự án lớn, đòi hỏi nhiều người tham gia, người quản lý mô hình phải kiểm soát rõ ràng phạm vi làm việc (Worksets) của từng cá nhân. Trong thực tế, đã ghi nhận nhiều trường hợp xảy ra xung đột mô hình, lệch vị trí hoặc mất dữ liệu cốt thép do có nhiều người cùng thực hiện thao tác “Synchronize with Central” tại cùng một thời điểm.

Để hạn chế rủi ro này, từng thành viên tham gia cần kiểm tra trạng thái hoạt động của các thành viên khác thông qua bảng giám sát Worksharing Monitor trong phần mềm Autodesk Revit trước khi tiến hành đồng bộ dữ liệu, giao diện được thể hiện trong (Hình 3.2):



Hình 7. Giao diện bảng giám sát gói công việc các thành viên.

3.3. Cấu hình máy tính

Trong một số dự án trọng điểm, mức độ phức tạp và độ lớn của mô hình có thể khiến cho dung lượng tệp dữ liệu rất cao, đặc biệt là đối với mô hình triển khai cốt thép. Do mỗi thanh thép trong mô hình được xây dựng như một đối tượng riêng biệt có chứa thông tin kỹ thuật, hệ thống dễ bị quá tải, dẫn đến hiện tượng chậm, giật hoặc thậm chí treo máy khi thao tác lưu trữ hoặc đồng bộ mô hình. Vì vậy, việc trang bị hệ thống máy tính có cấu hình phù hợp là yếu tố then chốt để đảm bảo hiệu suất làm việc và tiến độ triển khai. Một cấu hình phần cứng không đủ mạnh không chỉ ảnh hưởng đến trải nghiệm người dùng mà còn gây gián đoạn đáng kể cho quy trình phối hợp mô hình và xuất bản vẽ kỹ thuật.

4. Tiến độ thi công

Khác với các phương pháp triển khai truyền thống dựa trên bản vẽ hai chiều, việc ứng dụng BIM trong triển khai bản vẽ shop drawings yêu cầu phải thống nhất quy trình phối hợp, tiêu chuẩn mô hình hóa và nguyên tắc trao đổi dữ liệu giữa các nhóm kỹ thuật ngay từ giai đoạn khởi tạo dự án [15]. Điều này khiến giai đoạn đầu thường tốn nhiều thời gian hơn do cần thiết lập hệ thống làm việc đồng bộ.

Tuy nhiên, khi mô hình BIM đã được xây dựng đầy đủ và chuẩn hóa, các giai đoạn triển khai tiếp theo sẽ diễn ra thuận lợi hơn đáng kể. Với khả năng kế thừa và tái sử dụng thông tin mô hình, BIM thể hiện rõ ưu thế về tốc độ triển khai, khả năng kiểm soát và tính linh hoạt so với phương pháp truyền thống trong suốt vòng đời dự án.

Bảng 1. Cấu hình khuyến nghị cho triển khai mô hình cốt thép bằng Revit và các phần mềm hỗ trợ.

Thành phần	Cấu hình tối thiểu	Cấu hình khuyến nghị dài hạn (3–5 năm)	Lưu ý kỹ thuật
Mainboard	Dòng phổ thông hỗ trợ CPU và RAM hiện tại (chipset B-series)	Mainboard chipset cao cấp hỗ trợ PCIe 4.0 trở lên	Ưu tiên hỗ trợ DDR5, khe M.2 NVMe, 4 khe RAM
CPU (Vi xử lý)	6 nhân, xung nhịp đơn nhân $\geq 3.5\text{GHz}$	8 nhân trở lên, xung nhịp đơn nhân $\geq 4.5\text{GHz}$	Ưu tiên hiệu năng đơn nhân cho Revit và Dynamo
RAM	32GB DDR4	64GB DDR5 hoặc hơn	Cần thiết cho mô hình cốt thép lớn hoặc đa bộ môn
Ổ cứng (SSD)	SSD SATA $\geq 512\text{GB}$	SSD NVMe Gen 4 $\geq 1\text{TB}$	Tối ưu hóa thao tác lưu, mở, đồng bộ mô hình
Card đồ họa (GPU)	GPU có $\geq 4\text{GB}$ VRAM (hỗ trợ DirectX 12)	GPU có $\geq 8\text{GB}$ VRAM, hỗ trợ tính toán phần mềm CAD và trình diễn 3D	Cần thiết khi dùng Enscape, Twinmotion hoặc Navisworks
Màn hình	Full HD 24"	Màn hình độ phân giải 2K hoặc 4K, kích thước từ 27" trở lên	Nên sử dụng 2 màn hình song song hơn dùng 1 màn hình lớn
Hệ điều hành	Windows 10 64-bit	Windows 11 Pro 64-bit (bản quyền chính hãng, hỗ trợ lâu dài)	Đa số các phần mềm kỹ thuật chỉ được hỗ trợ trên Windows

4. Kết luận

Việc ứng dụng BIM trong triển khai bản vẽ shop drawings cốt thép đang dần trở thành xu hướng tất yếu trong ngành xây dựng hiện

đại, đặc biệt đối với các công trình có mức độ phức tạp cao và yêu cầu kỹ thuật nghiêm ngặt. Thông qua các lợi ích nổi bật như kiểm soát chính xác khối lượng vật tư, phát hiện và xử lý xung đột trước thi công cũng như khả năng tự động hóa trong triển khai bản vẽ, BIM không chỉ

giúp nâng cao hiệu suất làm việc mà còn giảm thiểu sai sót, tiết kiệm chi phí và thời gian cho các bên liên quan. Những lợi ích này càng trở nên nổi bật khi áp dụng cho các hạng mục cảnh quan – nơi yêu cầu sự phối hợp linh hoạt giữa kiến trúc, kết cấu và hạ tầng kỹ thuật.

Tuy nhiên, để triển khai hiệu quả BIM cho bản vẽ shop drawings cốt thép, cần đáp ứng các yêu cầu về trình độ nhân sự, năng lực quản lý mô hình, cơ sở hạ tầng thiết bị và sự phối hợp chặt chẽ giữa các bộ phận trong suốt vòng đời dự án. Những thách thức này đòi hỏi sự chuẩn bị kỹ lưỡng về quy trình và công nghệ ngay từ giai đoạn đầu triển khai.

Tổng kết lại, BIM là một công cụ toàn diện, mang lại giá trị bền vững cho công tác triển khai bản vẽ thi công cốt thép – đặc biệt trong các công trình có đặc thù hình học phức tạp như cảnh quan. Khi được áp dụng đúng cách và có sự phối hợp chặt chẽ giữa các bên liên quan, BIM sẽ là nền tảng quan trọng để nâng cao chất lượng công trình, hiệu quả triển khai và khả năng thích ứng với xu hướng xây dựng hiện đại.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

Tuyên bố tác giả

Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Challenges for the AEC Industry", Leadership and Management in Engineering, 2011.
- [2]. M. Alwan, "Cost Management of Construction Projects Using BIM Technology", ResearchGate, 2023.
- [3]. S. Ubaidillah, D. Harjoko, A. Hidayat, "BIM-Based Scheduling for Project Planning Optimization", E3S Web of Conferences, ICENIS, Indonesia, 2020.
- [4]. Bryde, D. Broquetas, M. Volm, J. M., "The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM)", International Journal of Project Management, 2013.
- [5]. Bogue, R, "Automation in Construction: The Benefits of BIM and Robotics", Automation in Construction, 2018.
- [6]. Autodesk, "The Dynamo Primer", Autodesk, 2022.
- [7]. DiRoots Team, "Revit Automation – Custom Add-in for Concrete Rebar Reinforcement", DiRoots Case Study, UK, 2021.
- [8]. M. Arslan, "How Revit Dynamo Improves BIM Workflows", HiTech CADD Services, 2022.
- [9]. A. Widyastuti, "Create Reinforcement in Revit with Simple Dynamo Script", AGACAD Blog, Lithuania, 2020.
- [10]. A. Khanzode, "Best Practices in BIM Execution Planning", Autodesk University, Las Vegas, 2018.
- [11]. A. Arayici, C. Egbu, P. Coates, "Building Information Modelling (BIM) Implementation and Remote Construction Projects: Issues, Challenges, and Critiques", Journal of Information Technology in Construction, 2012.
- [12]. Sacks, R. Eastman, C. Lee, G. Teicholz, P. Korman, T, "A BIM-Based Approach to Automated Detailing and Fabrication", Automation in Construction, 2010.
- [13]. R. Volk, J. Stengel, F. Schultmann, "Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings – Literature Review and Future Needs", Automation in Construction, Elsevier, 2014.
- [14]. Y. Liu, Y. Xie, R. Ding, "Integrating Lean Principles and BIM for Facility Management", CIB W78 Conference on IT in Construction, Qatar, 2014.
- [15]. A. Merazga, "Optimized 3D Reinforcement in Complex Shapes Using Dynamo", Autodesk University, Las Vegas, 2016.