

Xây dựng quy trình mô phỏng thông tin công trình từ mô hình đám mây điểm (Scan to BIM) cho công trình thí điểm

Đỗ Tiến Sỹ^{1,2}, Huỳnh Phú Hải^{1,2*}, Nguyễn Anh Thư^{1,2}, Đào Quý Phước^{1,2}

¹ Bộ môn Thi công và Quản lý xây dựng, Khoa Kỹ thuật Xây Dựng, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM

² Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

TỪ KHOÁ

Scan to BIM
Dự án thí điểm
Laser Scan

TÓM TẮT

Trong bối cảnh ngày nay, Scan to BIM nổi lên như một công nghệ quan trọng, mang lại dữ liệu as-built chính xác và hỗ trợ cải thiện hiệu suất làm việc. Nghiên cứu nhấn mạnh sự quan trọng của việc áp dụng công nghệ này trong quá trình xây dựng, đặc biệt là tại cấp tỉnh Đồng Tháp. Bài nghiên cứu chú trọng vào việc khám phá công nghệ và quy trình mô phỏng thông tin công trình từ mô hình đám mây điểm, hay còn được biết đến là Scan to BIM, thông qua một dự án thí điểm tại Trung tâm hành chính công và khối trụ sở các đơn vị sự nghiệp tỉnh Đồng Tháp. Nghiên cứu đặt ra câu hỏi về tính cấp thiết và tiềm năng ứng dụng của công nghệ Scan to BIM nhằm tối ưu hóa năng suất và độ chính xác trong lĩnh vực xây dựng.

KEYWORDS

Scan to BIM
Case Study BIM
Laser Scan

ABSTRACT

Scan to BIM has become an essential tool in the present-day, offering precise as-built data and enhancing job productivity. The research highlights the importance of using this technology in the construction sector, namely at the provincial level in Dong Thap province. The research aims to investigate the technology and methodology of converting point cloud models, also known as Scan to BIM, into construction information. This will be done through a pilot project conducted at the Administrative Center and offices of several provincial agencies in Dong Thap. The study prompts inquiries on the immediacy and possible implementations of Scan to BIM technology for enhancing efficiency and precision in the construction industry.

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh sự phát triển nhanh chóng của công nghệ, ngành xây dựng đã chứng kiến sự hiện đại hóa đáng kể thông qua việc kết hợp Building Information Modeling (BIM), 3D scanning và Scan to BIM. BIM, với khả năng tạo ra mô hình số 3D chính xác, đã làm thay đổi cách thiết kế và quản lý dự án. Khi kết hợp với 3D scanning, quy trình thu thập dữ liệu từ môi trường xây dựng trở nên chính xác và chi tiết hơn. Quá trình Scan to BIM, tích hợp dữ liệu quét 3D vào mô hình BIM, mang lại sự đồng bộ và tương tác thông tin suốt vòng đời của dự án.

Sự kết hợp này không chỉ tối ưu hóa quá trình thiết kế và xây dựng mà còn mở ra những triển vọng mới trong quản lý dự án và bảo trì. Nhờ đó, các nhà quản lý dự án có khả năng theo dõi và kiểm soát dự án một cách hiệu quả hơn, trong khi độ chính xác từ Scan to BIM giúp giảm thiểu rủi ro và đảm bảo chất lượng công trình. Sự kết hợp giữa BIM, 3D scanning và Scan to BIM không chỉ là một tiến bộ công nghệ mà còn là chìa khóa mở ra tương lai hiện đại và hiệu quả hơn cho ngành xây dựng.

Việt Nam hiện đang ở giai đoạn đầu của hành trình áp dụng BIM, với việc sử dụng BIM vẫn còn khá mới mẻ trong ngành xây dựng. Mặc dù một số dự án thử nghiệm đã giới thiệu BIM vào Việt Nam, thị trường

BIM vẫn đang phát triển và nhiều bên liên quan trong ngành xây dựng vẫn còn do dự trước việc áp dụng công nghệ chuyển đổi [1, 2]. Bên cạnh đó Việt Nam đã đạt được những bước tiến đáng kể trong việc tích hợp BIM vào lĩnh vực xây dựng, điều này rõ ràng từ những quyết định chính phủ quan trọng trong những năm qua. Bắt đầu từ Quyết định 134/QĐ-TTG năm 2015, chấp nhận một dự án đề cải cách ngành xây dựng với yếu tố áp dụng BIM. Quyết định 2500/QĐ-TTG năm 2016 đã ủng hộ việc sử dụng BIM cho việc xây dựng cơ sở vật chất và quản lý vận hành, và việc thành lập Ban chỉ đạo BIM vào năm 2017 (Quyết định 203/QĐ-TTG). Những quyết định đáng chú ý bao gồm Quyết định 362/QĐ-TTG năm 2018 công bố các dự án thử nghiệm và Quyết định 1004/QĐ-BXD năm 2020 chấp thuận một kế hoạch biến đổi số toàn diện cho ngành xây dựng. Cùng với đó quyết định gần đây nhất là Quyết định 258/QĐ-BXD năm 2023 đặc biệt quan trọng, đề cập đến một lộ trình cho việc áp dụng BIM, thể hiện sự cam kết của Việt Nam trong việc tận dụng các công nghệ số để phát triển ngành công nghiệp.

Với quyết định gần nhất phát triển lộ trình cho việc áp dụng BIM trong các công trình xây dựng, nhưng cần nhiều hơn các quy trình, công nghệ khác áp dụng. Bài báo đưa ra cái nhìn thực tế về ứng dụng công nghệ Scan to BIM trong một dự án thí điểm, cung cấp giải pháp cho

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

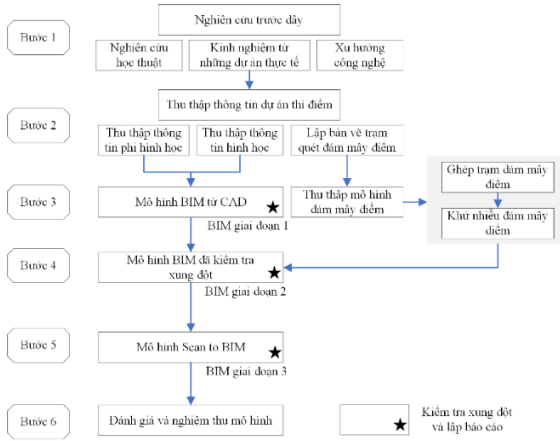
Nhận ngày 15/05/2023, sửa xong ngày 03/06/2023, chấp nhận đăng 31/07/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.04.2023.543>

những thách thức ngành đang đổi mới và khuyến khích sự hiểu biết về xu hướng hiện đại hóa ngành xây dựng.

2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình thực hiện nghiên cứu được thể hiện như 0.



Hình 1. Quy trình thực hiện nghiên cứu

Bài nghiên cứu này tuân theo quy trình nghiên cứu như minh họa trong Hình 1, bao gồm bảy bước quan trọng trong quá trình nghiên cứu được mô tả, bắt đầu từ việc đối chiếu tài liệu. Việc đánh giá hiệu suất của công nghệ Scan to BIM trong quản lý và vận hành các dự án xây dựng truyền thống tại Việt Nam. Giai đoạn đầu tiên liên quan đến việc thực hiện một đánh giá toàn diện về tài liệu để học hỏi sâu rộng về tiến triển hiện tại trong công nghệ Scan to BIM và cách sử dụng nó trong các dự án xây dựng truyền thống. Dữ liệu về các dạng hình học, phi hình học và không gian của dự án được thu thập, kèm theo các thông tin và tài liệu với các bên liên quan. Bước đầu tiên trong quá trình xây dựng dự án bao gồm việc tạo ra một mô hình thiết kế hỗ trợ máy tính ba chiều (CAD). Sau đó, dữ liệu điểm đám mây được thu thập và phân tích để đưa ra những mô hình hoàn công trực tiếp tại thời điểm thu thập dữ liệu. Dữ liệu điểm đám mây được xử lý để tạo ra một mô hình BIM, tiếp theo là việc áp dụng phần mềm Scan to BIM để tự động đồng bộ hóa dữ liệu điểm đám mây với mô hình BIM. Từ đó lập bảng báo cáo về việc định lượng xung đột và điều chỉnh mô hình được tạo ra bằng cách nhận ra sự khác biệt giữa từng mô hình BIM ở các bước 3, 5 và 6 (Hình 5). Cuối cùng, các báo cáo được kiểm tra để đánh giá hiệu suất của công nghệ Scan to BIM trong việc xác định và khắc phục những sai sót và thiếu sót trong mô hình BIM. Kết luận được đưa ra về tác động tổng thể của công nghệ Scan to BIM đối với quản lý và vận hành của dự án xây dựng đã được chọn.

3. Dự án thí điểm: Công trình Trung tâm hành chính công và khối trụ sở các đơn vị sự nghiệp tỉnh Đồng Tháp

Công trình Trung tâm hành chính công và khối trụ sở các đơn vị sự nghiệp tỉnh Đồng Tháp (Hình 2) công trình được khánh thành vào

năm 2022, đây là công trình do Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp tỉnh Đồng Tháp làm chủ đầu tư công trình được xác định là công trình dân dụng, cấp II, dự án nhóm B, với tổng diện tích xây dựng các khối nhà là 12.450 m², có 10 đơn vị được bố trí làm việc tại đây, công trình dự án với quy mô hai khối nhà 4 tầng và 10 tầng phục vụ cho 10 đơn vị sự nghiệp cùng với nhiều hội trường. Trong quá phát triển quản lý công trình, việc áp dụng Scan to BIM là rất quan trọng, nó cho phép so sánh chính xác giữa mô hình 3D đã xây dựng và bản sao số. So sánh này đảm bảo sự chính xác mô hình thực tế hoàn công cùng với cơ sở hạ tầng của công trình (Bảng 1). Hơn nữa, nó hỗ trợ việc tạo ra một mô hình bản sao số thực. Scan to BIM đảm bảo sự chính xác và cho phép quản lý cơ sở hạ tầng hiệu quả, làm cho nó trở nên quan trọng đối với các công trình khối trụ sở các đơn vị sự nghiệp tỉnh Đồng Tháp.

Bảng 1. Tổng hợp thiết bị trong quyết định phê duyệt dự án số 1326/QĐ-UBND.HC.

Thiết bị	Số lượng
Máy bơm điện công suất 7.5 HP	1
Máy bơm chữa cháy động cơ đốt trong	1
Máy bơm bù áp 3HP	1
Máy phát điện 200KVA	1
Thang máy 3 điểm dừng	2
Thang máy 10 điểm dừng	3
Hệ thống máy lạnh trung tâm	1
Hệ thống thông gió	1
Hệ thống báo cháy tự động	1
Trạm biến áp	1

Trong nghiên cứu công trình này, quy trình Scan to BIM đã chứng minh là không thể thiếu, cho phép so sánh chính xác giữa mô hình 3D đã xây dựng với bản sao số, từ đó đảm bảo độ chính xác dữ liệu và hỗ trợ quản lý cơ sở hạ tầng hiệu quả. Ngoài ra, quy trình Scan to BIM được đề xuất mang lại một phương pháp có cấu trúc để tối ưu hóa việc thu thập dữ liệu, đây là một bước tiến quan trọng trong giám sát các dự án xây dựng truyền thống. Quy trình này tối ưu hóa việc thu thập dữ liệu từ điểm đám mây và sao chép thông tin để tạo ra một mô hình BIM đáng tin cậy, điều này hoàn toàn phù hợp với mục tiêu chính của bài viết.

Nghiên cứu này đề xuất và đánh giá quy trình Scan to BIM, gồm ba thành phần chính. Giai đoạn đầu, được gọi là phương pháp mô phỏng mô hình BIM truyền thống, tập trung vào việc thu thập các bản vẽ hoàn công, bao gồm cả dữ liệu hình học và phi hình học. Giai đoạn thứ hai liên quan đến triển khai quy trình giám sát các mô hình được tạo ra từ giai đoạn trước và lập các báo cáo liên quan đến các xung đột giữa các bộ môn kiến trúc, kết cấu, MEP. Bên cạnh đó triển khai quy trình khảo sát quét mô hình đám mây điểm, lập kế hoạch thu thập và phân tích dữ liệu điểm đám mây cả tại hiện trường và trong văn phòng. Giai đoạn thứ ba, gọi là quy trình Scan to BIM, tập trung vào thu thập

và sao chép dữ liệu từ hai giai đoạn trước để xây dựng một mô hình BIM hoàn chỉnh. Phương pháp này đại diện cho một bước tiến trong khả năng sử dụng công nghệ BIM để giám sát và thực hiện các dự án xây dựng truyền thống. Nó hỗ trợ cải thiện quá trình thu thập và sử dụng dữ liệu xây dựng, đồng thời đảm bảo độ chính xác và hiệu quả của quy trình này. Các công tác chi tiết cho từng giai đoạn được mô tả trong các phần 3.1 đến 3.3, tương ứng.



Hình 2. Trung tâm hành chính công và khối trụ sở các đơn vị sự nghiệp tỉnh Đồng Tháp.

3.1. Quy trình mô phỏng mô hình BIM truyền thống

Mô hình BIM chưa kiểm tra xung đột:

Phương pháp mô hình BIM truyền thống cho công trình thí điểm tập trung chủ yếu vào việc thu thập và phân loại dữ liệu hình học và phi hình học. Cụ thể, nhu cầu về thông tin dữ liệu có thể được thu thập thông qua việc sử dụng yêu cầu Thông tin (RFIs), một thành phần quan trọng trong quá trình mô hình hóa, quản lý cơ sở hạ tầng và vận hành. Dữ liệu phi hình học này sau đó được tích hợp vào quy trình mô hình hóa dưới dạng thông tin riêng biệt cho từng cấu kiện, làm tăng tính toàn diện và hiệu quả của nó. Quá trình mô hình hóa được phân chia thành ba bước. Bước đầu tiên của dự án bao gồm việc thu thập từ các bản vẽ đã xây dựng, đóng vai trò quan trọng trong việc tiếp nhận các đặc điểm hình học và kiến trúc chính xác của công trình tại thời điểm hiện tại. Bước thứ hai, hay còn được biết đến là bước mô hình hóa, tập trung vào sự phát triển của các đặc điểm kiến trúc quan trọng như tường, sàn, cấu trúc, khung, cột và các thành phần liên quan khác. Bước cuối cùng, giai đoạn triển khai cấu kiện, bao gồm các cấu kiện đặc biệt như cửa, cửa sổ, mái hiên và thiết bị chuyên biệt. Sự kết hợp của những thành phần này tạo ra một mô hình ba chiều truyền thống. Với mô hình hóa truyền thống chủ yếu dựa vào bản vẽ CAD hoàn công mang đến một số hạn chế đáng chú ý có thể ảnh hưởng đến độ chính xác và tính toàn vẹn của dự án. Vấn đề này thường xảy ra khi tổng hợp các bộ môn khác nhau trong công trình, thường được tạo ra trong các bản vẽ CAD tương ứng, được tổng hợp vào một mô hình duy nhất mà không có quy trình phát hiện xung đột các cấu kiện trong công trình. Điều này có thể dẫn đến việc bỏ qua những xung đột giữa các hệ thống kiến trúc, cấu trúc và MEP, gây ra sự phải thực hiện lại công việc với chi phí cao và kéo dài thời gian dự án. Một khía cạnh khác là vấn đề thừa lập dữ liệu

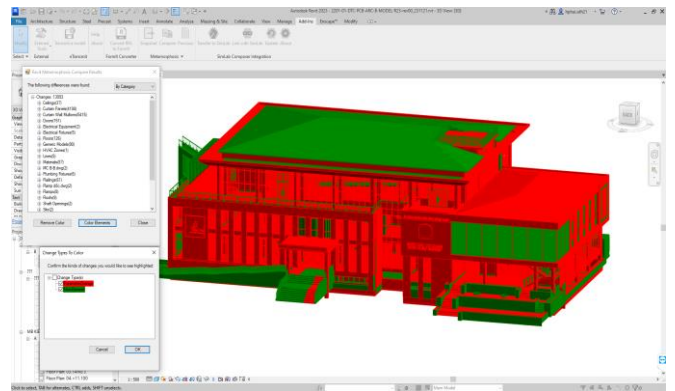
trong mô hình BIM dựa trên bản vẽ CAD, bao gồm các thông tin quan trọng có thể được sao chép trong nhiều văn bản khác nhau hoặc lưu trữ tại nhiều vị trí khác nhau, tạo ra sự nhầm lẫn và không nhất quán trong quản lý dự án.

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc phát hiện xung đột chưa được thực hiện ở mức độ này, các mô hình sơ khai của các bộ môn trong công trình được xác định riêng biệt và chưa đồng nhất dẫn đến sự xung đột lớn khi tổng hợp thành một mô hình chung bao gồm cả kiến trúc, kết cấu và cơ điện, mô hình ở giai đoạn này trong nghiên cứu đánh giá là BIM giai đoạn 1.

Mô hình BIM đã kiểm tra xung đột:

Đối với quá trình kiểm tra xung đột mô hình như được minh họa trong Hình 5, quy trình này đòi hỏi thu thập các mô hình BIM từ nhiều bên khác nhau, bao gồm các bộ môn kiến trúc, kết cấu, cơ điện và các bộ môn bổ sung khác. Việc tạo ra một mô hình kết hợp từ những nguồn đa dạng này mang lại nhiều lợi ích. Đầu tiên, nó cung cấp một hình ảnh 3D toàn cảnh của toàn bộ dự án, nâng cao sự hiểu biết về không gian và khả năng điều phối thiết kế. Mô hình BIM này giúp xác định xung đột tiềm ẩn trước khi bắt đầu xây dựng. Mô hình kết hợp cũng tạo điều kiện cho việc kiểm tra xung đột một cách trực quan, cho phép nhóm dự án kiểm tra xem có xung đột hoặc can thiệp nào giữa các hệ thống xây dựng hay không. Việc phát hiện sớm giảm nguy cơ phải thực hiện các sửa đổi đắt đỏ trong quá trình xây dựng. Từ đó phân tích bằng Autodesk Naviswork đóng một vai trò quan trọng trong việc thực hiện kiểm tra xung đột chặt chẽ, đánh dấu các xung đột cứng và mềm trong các báo cáo xung đột chi tiết.

Trong bước tiếp theo của quy trình là sau khi đã thực hiện kiểm tra xung đột ban đầu, công tác lọc các xung đột trong bảng báo cáo để xác định số lượng xung đột thật sự của công trình. Bước lọc này quan trọng vì nó làm rõ và tinh chỉnh lại báo cáo xung đột, cho phép phân biệt rõ ràng giữa các vấn đề trong mô hình CAD 3D và các vấn đề trong mô hình BIM tổng thể hơn. Nó khởi đầu một quá trình lặp để xác định và giải quyết xung đột. Quy trình này bắt đầu với việc phát hiện xung đột trong báo cáo. Sau khi các xung đột được phát hiện, chúng được tổ chức và định lượng một cách có hệ thống để tạo ra một cái nhìn toàn diện về những vấn đề cần giải quyết, mỗi xung đột được liên kết với bộ môn hoặc thành phần mô hình BIM tương ứng.



Hình 3. Kiểm tra sự khác biệt của các giai đoạn mô hình.

Bảng 2. Quy định màu sắc của mô hình.

Màu	Chức năng
Xanh lá	Cấu kiện mới
Xanh dương	Cấu kiện thay đổi hình học
Đỏ	Thay đổi thông số, di chuyển, thay đổi góc

Vòng lặp được tiếp tục nhằm kiểm định tính chính xác của mô hình nhằm đảm bảo không còn các xung đột giữa các bộ môn được. Mục đích của công tác này là để khắc phục các xung đột đã được phát hiện, sau mỗi sửa các xung đột trong báo cáo, vòng lặp công tác lại kiểm tra xung đột được thực hiện để đảm bảo rằng vấn đề đã được giải quyết, quá trình lặp lại tiếp tục cho đến khi tất cả các xung đột quan sát được đều được sửa chữa trong mô hình. Khi tất cả các xung đột được giải quyết hiệu quả và không xuất hiện xung đột mới, mô hình đạt đến mốc quan trọng được biết đến là BIM giai đoạn 2, trong giai đoạn này, mô hình 3D truyền thống tích hợp kiểm tra xung đột toàn diện, tương trưng cho khả năng giải quyết các xung đột trong thiết kế và các bản vẽ 2D hoàn công. Như minh họa trong Hình 3, sự phân biệt giữa các mô hình BIM giai đoạn 1 và giai đoạn 2 được thể hiện thay đổi thông qua hệ thống mã màu như thể hiện trong Bảng 2. Màu đỏ được sử dụng để chỉ các cấu kiện nơi tham số cấu kiện đã được thay đổi hoặc di chuyển và xoay đã xảy ra. Các yếu tố màu xanh lá cây đại diện cho các thành phần mới được tạo nên, trong khi những yếu tố màu xanh lam chỉ định các thay đổi về hình học của các cấu kiện hiện có. Biểu diễn hình ảnh này đơn giản hóa việc hiểu về các sửa đổi được thực hiện trong quá trình chuyển từ BIM giai đoạn 1 sang giai đoạn 2 và cả trong những mô hình trong vòng lặp giai đoạn 2, mang lại một cách rõ ràng để truyền đạt sự tiến triển của mô hình.

3.2. Quy trình thu thập đám mây điểm

Thu thập dữ liệu tại công trường:

Ban đầu, nhóm nghiên cứu sử dụng ba công nghệ cốt lõi: công nghệ quang trắc hình ảnh, chụp ảnh tại công trình và quét laser 3D để thu thập một mô hình đám mây điểm 3D toàn diện. Mô hình ban đầu này thu thập tổng quan công trình nhằm có một góc nhìn toàn cảnh công trình từ đó cần thiết lên kế hoạch trong các lần thu thập tới nhằm thu thập chi tiết xây dựng phức tạp, bên cạnh đó dữ liệu thu về rất lớn, chứa hơn 50 tỷ điểm dữ liệu. Nhận thấy dữ liệu mô hình đám mây điểm thô chưa được xử lý này, mặc dù chứa rất nhiều dữ liệu và các chi tiết, nhưng không thuận tiện để sử dụng trực tiếp trong các ứng dụng BIM. Các bước tiếp theo của quy trình là để tinh chỉnh mô hình đám mây điểm chưa được xử lý thành một định dạng có cấu trúc và có thể sử dụng. Điều này bao gồm quá trình xóa nhiễu, lọc và ghép trạm, nhằm tăng cường độ chính xác và tối ưu hóa tập dữ liệu, xóa nhiễu và lọc dữ liệu liên quan đến việc loại bỏ, lựa chọn các đám mây điểm được tạo ra bởi sự di chuyển khi thu thập đám mây điểm và sai số khi thiết bị hoạt động. Cuối cùng, quá trình ghép trạm đóng một vai trò quan trọng trong việc đặt tất cả các trạm dữ liệu một cách chính xác liên quan, tạo ra một mô hình hợp nhất và nhất quán.

Sau khi hoàn thành những bước xử lý và ghép trạm, mô hình đám mây điểm đã xử lý đóng vai trò làm nền tảng cho việc xây dựng một mô hình BIM chi tiết và chính xác. Bảng 3 cung cấp một bảng thống kê tóm tắt về khảo sát dự án, bao gồm dữ liệu điểm ảnh thu thập từ 1056 trạm. Bộ dữ liệu bao gồm hơn 36,5 tỷ điểm dữ liệu, có mật độ điểm cao lên đến 3 mm. Quá trình khảo sát thể hiện hiệu suất của nó thông qua thời gian trên công trường ngắn gọn, mất 25 ngày cho nội thất và 5 ngày quét ngoại thất. Thời gian thu thập điểm ảnh được tối ưu hóa ở mức 9 phút cho Chế độ A và 12 phút cho Chế độ B. Sau đó, một nhóm gồm bốn kỹ sư dành hai tuần để xử lý dữ liệu đã thu được.

Bảng 3. Tổng hợp quá trình thu thập mô hình đám mây điểm.

STT	Mục	Kết quả
1	Tổng số trạm	1056 trạm
2	Tổng số đám mây điểm	36,512,525,612 Points
3	Tổng số ảnh 360	1056 ảnh 360°
4	Mật độ điểm	3mm
5	Tổng thời gian hoạt động (công trường)	Nội thất (25 days) Ngoại thất (5 days)
6	Thời gian thu thập điểm / trạm	Chế độ A: 9 phút / trạm Chế độ B: 12 phút / trạm
7	Tổng thời gian xử lý mô hình	2 tuần
8	Nhân lực	4 kỹ sư
9	Chế độ quét	Nội thất: Chế độ A Ngoại thất: Chế độ B

Phương pháp quét laser được áp dụng trên công trình thí điểm thể hiện một cách tiếp cận toàn diện và có hệ thống trong việc thu thập dữ liệu, cùng với đó tính đến nhiều yếu tố quan trọng, bao gồm việc chọn góc tối ưu để đảm bảo phủ sóng toàn diện và hiểu biết kỹ lưỡng về bố trí của các cơ sở, khuôn viên. Việc lên kế hoạch này không chỉ giúp tạo bản tài liệu chính xác về chi tiết vật lý, mà còn giảm thiểu khả năng bỏ sót dữ liệu quan trọng, nhấn mạnh sự quan trọng của nó trong bức tranh lớn của quá trình thu thập dữ liệu.

Xử lý dữ liệu đám mây điểm tại văn phòng:

Nhằm loại bỏ, xóa nhiễu mô hình không mong muốn như cây cỏ và người đi lại, trong khi quá trình lọc giảm số lượng điểm nhiễu xuống còn 0,3% của tổng số. Quá trình xóa nhiễu này là quan trọng để giảm thiểu số lượng đám mây điểm trong công trình xuống còn trên 36 tỷ điểm, mô hình trở thành một tập dữ liệu hiệu quả và gọn nhẹ hơn cho quy trình Scan to BIM (Hình 4). Sau khi hoàn thành quy trình thu thập dữ liệu, bước tiếp theo liên quan đến việc thực hiện việc ghép trạm quét. Việc ghép trạm có thể được thực hiện thông qua hai phương pháp: ghép trạm dựa vào các thiết bị hỗ trợ định vị (quả cầu, bảng mục tiêu) và ghép trạm tự động. Trong dự án này, không thiết lập các bảng mục tiêu và quả cầu cho việc ghép trạm dựa trên mục tiêu. Do đó, trong trường hợp nghiên cứu cụ thể này, các mặt phẳng thu được từ ghép trạm thủ công đã được sử dụng, với sai số đám mây điểm là 5,23 mm, thấp hơn ngưỡng 10 mm [3], được xem là chấp nhận được trong bối

cảnh số hóa Scan to BIM. Do các tính chất gốc của cấu trúc đám mây điểm, các tường hiện trạng không mang tính vuông góc, trong khi các bề mặt cũng không đảm bảo được không có chuyển vị, gây ra một số vấn đề mô hình hóa trong quá trình mô hình lại trong Revit. Những cấu kiện phức tạp hơn yêu cầu trong mô hình đòi hỏi đội ngũ nghiên cứu phải nỗ lực để có thể thành công mô phỏng cấu kiện dưới dạng số hóa.



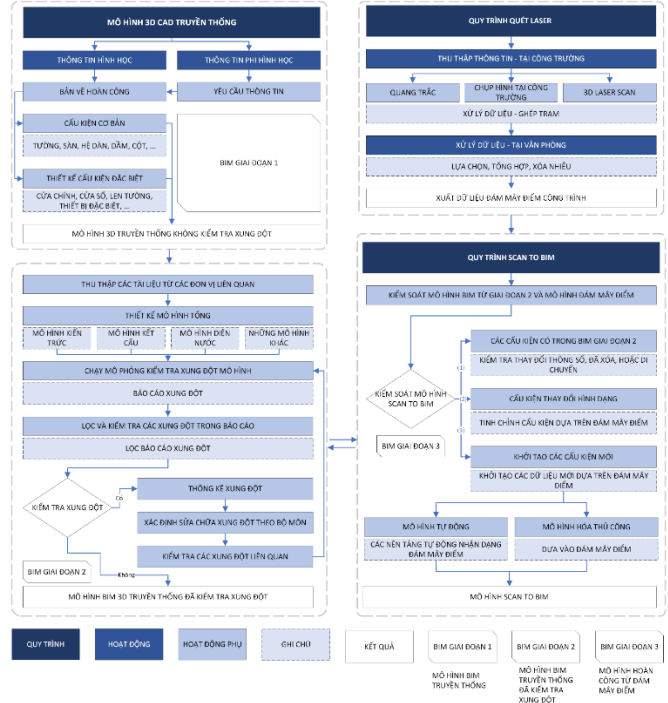
Hình 4. Mô hình đám mây điểm dự án thí điểm.

3.3. Quy trình Scan to BIM

Quy trình Scan to BIM, tổng hợp kết quả và sản phẩm của các phần 3.2 và 3.3, kết hợp mô hình BIM truyền thống với mô hình đám mây điểm đã được xử lý. Nhờ vào phương pháp tích hợp này, có thể thực hiện một so sánh toàn diện giữa mô hình BIM 3D và thực tế công trường trong thời gian thực. Với quy trình cụ thể này, thống kê các tùy chỉnh đối với mô hình BIM hoàn công:

- 1) Cấu kiện có sẵn trong mô hình: Sử dụng mô hình đám mây điểm, tìm kiếm bất kỳ sự khác nhau của các cấu kiện và mô hình thông tin BIM từ thay đổi thông số, xóa bỏ hoặc di chuyển các cấu kiện (cửa, tường sàn, ...).
- 2) Thay đổi về mặt hình học: Đánh giá các thay đổi hình học giữa mô hình thông tin BIM và mô hình đám mây điểm.
- 3) Cấu kiện mới: Dựa vào mô hình đám mây điểm mô phỏng, tạo mới các cấu kiện đặc biệt.

Đối với các cấu kiện mới nghiên cứu áp dụng phương pháp kép, bằng cách kết hợp cả mô hình hóa tự động và mô hình hóa thủ công. Với quy trình mô hình hóa thủ công, sử dụng một nền tảng nhận diện đám mây điểm [4], để xác định và thống kê các cấu kiện mới dựa trên dữ liệu đám mây điểm. Sau bước tự động này, mô hình BIM được đánh giá và hoàn thiện bởi sự can thiệp của các chuyên gia để đảm bảo độ chính xác và đầy đủ cho công trình thí điểm [5]. Với mô hình BIM mới cập nhật này quay lại quy trình đánh giá xung đột như đã mô tả trong quy trình 3.2.2, quy trình này là quan trọng để xác định và giải quyết xung đột và va chạm trong mô hình. Qua nhiều vòng lặp, quy trình phát hiện và giải quyết xung đột tiếp tục cho đến khi mô hình đạt được trạng thái phát hiện xung đột thấp nhất, đại diện cho phiên bản cuối cùng của mô hình BIM, được gọi là BIM giai đoạn 3, đảm bảo khả năng chính xác nhất cho mô hình hoàn công tại thời điểm thu thập dữ liệu cho mô hình đám mây điểm.



Hình 5. Quy trình Scan to BIM.

4. Kết luận

Nghiên cứu này tập trung vào đánh giá quy trình Scan to BIM trong các dự án xây dựng truyền thống, với một nghiên cứu trường hợp cụ thể được tiến hành tại Việt Nam. Nghiên cứu sâu rộng vào việc sử dụng công nghệ Scan to BIM, bao gồm việc chuyển đổi dữ liệu quét laser 3D thành mô hình BIM. Công nghệ này có tiềm năng cải thiện đáng kể độ chính xác, hiệu suất và tổng năng suất của các dự án xây dựng. Trong nghiên cứu, một trường hợp nghiên cứu đáng chú ý tại Công trình Trung tâm hành chính công và khối trụ sở các đơn vị sự nghiệp tỉnh Đồng Tháp, là một ví dụ về ứng dụng thực tế của Scan to BIM để tạo ra mô hình BIM hoàn công, đặc biệt cho mục đích quản lý và bảo dưỡng cơ sở vật chất.

Một phương pháp toàn diện cho việc áp dụng công nghệ Scan to BIM trong quản lý và vận hành các dự án xây dựng truyền thống tại Việt Nam đã được đề xuất. Khung công việc này bao gồm bốn bước quan trọng: thu thập dữ liệu, xử lý dữ liệu, mô hình hóa dữ liệu và sử dụng dữ liệu. Mỗi bước được mô tả cẩn thận, đặc trưng cho các phương pháp, công cụ và kỹ thuật được sử dụng, cũng như những thách thức gặp phải và các giải pháp tương ứng được đề xuất. Phương pháp này là một hướng dẫn quý giá cho những bên liên quan muốn tận dụng tiềm năng của Scan to BIM trong ngành xây dựng Việt Nam. Hơn nữa, tài liệu này mang lại những cái nhìn sáng tạo thông qua việc trình bày các kết quả đạt được thông qua việc triển khai phương pháp Scan to BIM trên công trình thí điểm. Nó thể hiện cách Scan to BIM được sử dụng hiệu quả để tạo ra một mô hình BIM theo tình trạng thực, sau đó được tích hợp với phần mềm quản lý cơ sở vật chất. Sự tích hợp này mở ra

con đường cho các thực hành bảo dưỡng và vận hành hiệu quả. Tài liệu trong tương lai sẽ đi sâu hơn để đánh giá các lợi ích và hạn chế của Scan to BIM qua các khía cạnh khác nhau, bao gồm độ chính xác, thời gian, chi phí, chất lượng và bền vững.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Ủy ban Nhân dân Tỉnh Đồng Tháp, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM, Sở Khoa học Công nghệ tỉnh Đồng Tháp, và Sở Xây dựng tỉnh Đồng Tháp đã hỗ trợ cho nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài mã số 2144/2022/HĐ-SKHCN.

Tuyên bố tác giả

Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích.

Tài liệu tham khảo

- [1]. T.-T.-N. Nguyen, T. Anh Nguyen, S. Tien Do, and V. T. Nguyen, "Assessing stakeholder behavioural intentions of BIM uses in Vietnam's construction projects," *International Journal of Construction Management*, vol. 23, no. 13, pp. 2279-2287, 2023, doi: <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2051241>.
- [2]. N. Q. Toan, P. X. Anh, and N. V. Tam, "Trends in BIM tools adoption in construction project implementation: A case study in Vietnam," in *Proceedings of FORM 2022: Construction The Formation of Living Environment*: Springer, 2022, pp. 9-19.
- [3]. F. Bosché, A. Guillemet, Y. Turkan, C. T. Haas, and R. Haas, "Tracking the built status of MEP works: Assessing the value of a Scan-vs-BIM system," *Journal of computing in civil engineering*, vol. 28, no. 4, p. 05014004, 2014.
- [4]. C. Poullis, "A framework for automatic modeling from point cloud data," *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 35, no. 11, pp. 2563-2575, 2013.
- [5]. J. Moyano, J. E. Nieto-Julián, L. M. Lenin, and S. Bruno, "Operability of point cloud data in an architectural heritage information model," *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 16, no. 10, pp. 1588-1607, 2022.