

Xây dựng quy trình quản lý vận hành từ mô hình số:

Dự án trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Đỗ Tiến Sỹ^{1,2}, Huỳnh Phú Hải^{1,2*}, Nguyễn Anh Thư^{1,2}, Trần Nhi Ý Nhi^{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 KHOẢ

Quét Laser 3D
BIM
GIS
Quản lý vận hành
Quản lý thiết bị

TÓM TẮT

Mô hình thông tin công trình (BIM) và Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã đổi mới ngành công nghiệp xây dựng, tạo nên nhu cầu về sản phẩm dữ liệu từ các công trình hiện có, các di sản và bảo tàng. Tuy nhiên, nhiều công trình đang gặp khó khăn do thiếu thông tin và bản vẽ đầy đủ, gây rắc rối trong quản lý. Quy trình quản lý truyền thống thường phải dựa vào các bản vẽ không đồng bộ, không đáng tin cậy và đối mặt với những thách thức về giám sát trong tương lai. Điều đáng chú ý là hoạt động quản lý chiếm khoảng 60% tổng chi phí vòng đời của dự án, nhưng thường bị bỏ qua. Nhằm hỗ trợ quản lý tòa nhà một cách hiệu quả và giảm chi phí, nghiên cứu này đề xuất một quy trình quản lý được tối ưu hóa thông qua việc sử dụng mô hình số của Tòa nhà B6 - Khoa Xây dựng tại Đại học Bách Khoa (HCMUT) - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh. Đầu tiên, nghiên cứu trình bày các quy trình quản lý vận hành hiện tại trước khi đề xuất các quy trình quản lý vận hành và tài sản. Sau đó, sẽ được trình bày kết luận cùng với hướng nghiên cứu tiếp theo.

KEYWORDS

3D Laser Scanning
BIM
GIS
Operation management
Facility management

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS) have revolutionized the construction industry, creating a demand for data products from existing constructions, heritage sites, and museums. However, many old buildings lack sufficient information and drawings, which causes difficulties in management. The conventional management process relies on drawings that are unsynchronized, unreliable, and face monitoring challenges in the future. Surprisingly, management activities account for about 60% of the total project lifecycle cost but are often overlooked. To support effective building management and reduce costs, this study proposes an optimized management process by using the digital model of Building B6 – Faculty of Civil Engineering at Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT) – Vietnam National University. First, current operation management processes will be presented before proposing operation and asset management processes. After that, the conclusion and future research directions will be presented.

1. Giới thiệu

Quản lý vận hành tòa nhà là một nhiệm vụ phức tạp, đòi hỏi sự phối hợp giữa nhiều công tác khác nhau như bảo trì, sửa chữa, quản lý năng lượng và an ninh công trình. Trong quá khứ, công việc này thường được thực hiện thủ công thông qua hệ thống giấy tờ, gây tốn thời gian, dễ xảy ra sai sót và hạn chế trong công tác thu thập và phân tích dữ liệu theo thời gian thực. Tuy nhiên, với sự xuất hiện của các công nghệ kỹ thuật số như phần mềm Mô hình Hóa Thông tin Xây dựng (BIM), có tiềm năng cải thiện quá trình quản lý vận hành tòa nhà, BIM là một phần mềm mô hình hóa 3D cho phép tạo ra một mô hình số chi tiết của tòa nhà, bao gồm cả các đặc điểm vật lý và chức năng của nó. Mô hình số này có thể được sử dụng để cải thiện quá trình thiết kế, xây dựng và quản lý hoạt động của tòa nhà. Bằng cách tích hợp mô hình BIM với hệ thống quản lý cơ sở, người quản lý vận hành tòa nhà có thể truy cập

thông tin thời gian thực về hiệu suất của tòa nhà. Thông tin này có thể được sử dụng để tối ưu hóa các hoạt động bảo trì, quản lý năng lượng và đảm bảo an ninh, tăng cường khả năng theo dõi và phản hồi nhanh chóng trên toàn bộ hệ thống. Điều này không chỉ giúp giảm chi phí mà còn nâng cao hiệu suất và sự bền vững của tòa nhà.

Dự án thí điểm phát triển bộ dữ liệu quét laser được thu thập tại tòa nhà B6, Khoa Xây dựng, tòa nhà nằm trong khuôn viên Đại học Bách Khoa - ĐHQG-HCM, cơ sở Lý Thường Kiệt, có trang bị thiết bị quét laser mặt đất (TLS). Một mô hình kỹ thuật số của tòa nhà được tạo bằng phần mềm BIM, bao gồm thông tin về đặc điểm vật lý và trang thiết bị của tòa nhà. Sau đó, một số giải pháp được đề xuất nhằm hỗ trợ quản lý vận hành và xây dựng nền tảng cơ sở dữ liệu cho các nghiên cứu điển hình trong đó BIM và GIS đóng vai trò trung tâm.

Nghiên cứu trình bày một quy trình đề xuất nhằm quản lý hiệu quả hoạt động vận hành tòa nhà dựa trên mô hình số của tòa nhà. Quá

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

Nhận ngày 01/12/2023, sửa xong ngày 15/01/2024, chấp nhận đăng 18/01/2024

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2024.632>

trình này bao gồm ba giai đoạn chính: (1) thu thập thông tin, dữ liệu, hiện trạng quản lý và vận hành tòa nhà; (2) Xây dựng công cụ hỗ trợ quản lý tòa nhà dựa trên mô hình số của tòa nhà; và (3) đề xuất quy trình quản lý hoạt động cho nghiên cứu điển hình. Giai đoạn thu thập dữ liệu bao gồm việc thu thập thông tin về các đặc điểm vật lý và chức năng của tòa nhà. Giai đoạn tích hợp mô hình lên nền tảng GIS và đề xuất quy trình quản lý vận hành bao gồm việc sử dụng mô hình một cách hiệu quả để giám sát và tối ưu hóa hoạt động của tòa nhà. Nhìn chung, nghiên cứu điển hình nêu bật tiềm năng của các mô hình kỹ thuật số trong việc cải thiện việc quản lý vận hành tòa nhà và cung cấp khuôn khổ để thực hiện phương pháp này. Nghiên cứu cũng nhấn mạnh sự cần thiết phải nghiên cứu sâu hơn để khám phá những lợi ích và hạn chế của phương pháp này trong các bối cảnh khác nhau.

2. Tổng quan

Nghiên cứu và ứng dụng mô hình BIM nói chung, đặc biệt trong lĩnh vực xây dựng và quản lý vận hành đang là xu hướng phát triển. Nhiều nghiên cứu đã và đang được triển khai nhằm tăng khả năng ứng dụng bộ dữ liệu, trong những năm qua, việc sử dụng các mô hình kỹ thuật số của các tòa nhà đã trở nên phổ biến trong các giai đoạn thiết kế và xây dựng các tòa nhà, và tiềm năng của các mô hình kỹ thuật số để tăng khả năng quản lý vận hành tòa nhà là sôi nổi. Từ đó nghiên cứu áp dụng công nghệ mới nhất vào quy trình quản lý vận hành như quét laser 3D, Scan-to-BIM, GIS.

Quản lý cơ sở vật chất (FM) [1] cùng với đó quản lý vận hành là một lĩnh vực tương đối mới và cũng là một trong những lĩnh vực phát triển nhanh nhất trong lĩnh vực bất động sản và xây dựng. Tiếp cận thông tin là một trong những yếu tố quan trọng giúp người quản lý hoạt động đưa ra quyết định tốt hơn, người quản lý vận hành cần có các kỹ năng cần thiết như đọc và hiểu bản vẽ tòa nhà, quản lý thông tin tài sản, quản lý hoạt động của tòa nhà theo thời gian và đánh giá hiệu quả sử dụng của tòa nhà. Vì vậy, khối lượng thông tin mà người quản lý vận hành phải quản lý là rất lớn và cần xây dựng các công cụ hỗ trợ quản lý thông tin cho quá trình vận hành.

Trong nghiên cứu của H. Giang et al. [2] đã mô tả sự hỗ trợ của mô hình BIM cho quản lý vận hành có thể tóm tắt ở những lợi ích to lớn sau: hỗ trợ thu thập và tích hợp tất cả thông tin công trình theo mô hình đa chiều trực quan, đồng bộ cao; hỗ trợ hệ thống thông tin phân loại và phân luồng; đảm bảo trao đổi thông tin thông suốt; giải quyết vấn đề trùng lặp thông tin, từ đó giảm thiểu lãng phí thời gian và nguồn lực của doanh nghiệp; hỗ trợ các hoạt động an ninh; bảo trì, sửa chữa; hỗ trợ mô phỏng và dự đoán các sự cố có thể xảy ra; tạo điều kiện giảm thiểu rủi ro trong quá trình vận hành và bảo trì; thay thế kịp thời và duy trì độ bền kết cấu trong suốt thời gian vận hành của kết cấu.

Cùng với đó, trong luận án thạc sĩ của mình, Trương Hữu Hà Ninh [3] đã đưa ra cái nhìn tổng quan về quản lý vận hành tòa nhà và ứng dụng BIM trong quản lý tòa nhà và mô phỏng tòa nhà. BIM tạo điều kiện thuận lợi cho việc quản lý hoạt động của tòa nhà, tác giả đã khuyến nghị phát triển các ứng dụng thử nghiệm để áp dụng quy trình và đánh

giá tính phù hợp của thông tin mô hình thông tin công trình đối với các ứng dụng khác nhau. Tính khả thi của quy trình này đã được chứng minh bằng thử nghiệm thực nghiệm và được cung cấp trong kết quả của luận án. Tương tự, trong luận văn thạc sĩ của mình, anh Trương Văn Cường [4] đã cung cấp những kiến thức cần thiết cho việc quản lý, vận hành và bảo trì một dự án. Anh cũng phát triển ứng dụng di động cho phép bộ phận quản lý vận hành dễ dàng truy cập thông tin và thông báo cho các bộ phận liên quan về tình trạng thiết bị.

Theo nghiên cứu được thực hiện bởi Qiuchen Lu et al. [5], việc triển khai BIM trong quá trình quản lý vận hành còn khá hạn chế. Các nghiên cứu trước đây đã tập trung vào việc xác định các đặc điểm thúc đẩy việc áp dụng BIM trong giai đoạn vận hành và bảo trì mà không kiểm tra mối liên hệ của chúng với hoạt động của dự án. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng Mô hình hệ thống hoạt động phân tích (ASM) để so sánh các dự án có và không có mô hình thông tin xây dựng nhằm xác định động cơ và hành động. Nghiên cứu tìm thấy các động lực để tăng cường sử dụng mô hình thông tin tòa nhà trong quá trình vận hành và bảo trì.

Hơn nữa, theo một nghiên cứu của Sandra T. Materneh et al. [6], nhóm nghiên cứu đã xác định thông tin chung về giai đoạn vận hành bằng cách sử dụng mô hình BIM và trình bày một quy trình chung để cung cấp một bộ thông tin và chuyển giao quy trình từ bàn giao dự án đến vận hành. Sử dụng phân tích nhân tố (EFA), nhóm đã xếp hạng các yếu tố tốt từ các bài trước và đưa ra 5 nhóm chính cho giai đoạn vận hành: thông tin chung về vận hành, thông tin về quản lý năng lượng, thông tin về quản lý bảo trì, thông tin về quản lý không gian và thông tin về quản lý tài sản.

3. Phương pháp nghiên cứu


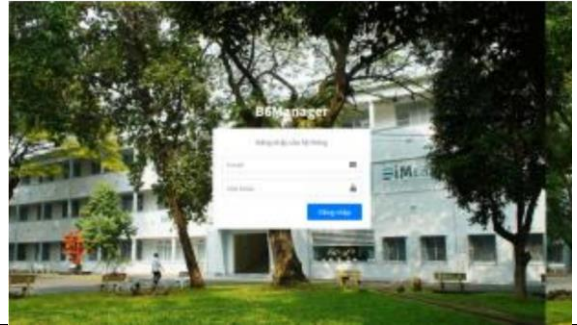

Quy trình thực hiện nghiên cứu được thể hiện như Hình 1.

Khung nghiên cứu bao gồm ba giai đoạn chính đã được thực hiện trong nghiên cứu điển hình tòa nhà B6 tại Khoa Xây dựng. Giai đoạn đầu tiên tập trung vào việc thu thập thông tin và dữ liệu về quy trình quản lý vận hành và quản lý tài sản của tòa nhà B6. Điều này được thực hiện dựa trên các thông tin và tài liệu liên quan, cũng như thông qua việc phỏng vấn các giáo viên, nhân viên và học sinh sử dụng thiết bị của tòa nhà. Giai đoạn thứ hai tập trung vào việc xây dựng các công cụ hỗ trợ và phát triển các ứng dụng dựa trên web cho tòa nhà. Các công cụ này được thiết kế để cung cấp hỗ trợ và giải pháp tiện ích cho quá trình quản lý và vận hành tòa nhà, với mục tiêu cải thiện hiệu suất và trải nghiệm người sử dụng. Cuối cùng, giai đoạn thứ ba tập trung vào đề xuất một quy trình quản lý vận hành tích hợp công nghệ BIM. Mục tiêu là tối ưu hóa hiệu suất của tòa nhà, cải thiện trải nghiệm của người sử dụng và thúc đẩy tính bền vững. Các phương tiện công nghệ này sẽ được tích hợp để tạo ra một quy trình quản lý vận hành hiện đại và hiệu quả cho tòa nhà B6.

Quá trình quản lý và vận hành các tiện ích của tòa nhà B6 hiện đã khá đầy đủ về thủ tục, và đơn vị quản lý đã phát hành hướng dẫn chi tiết cho từng phần. Tuy nhiên, một số phương pháp quản lý vẫn chủ


yếu thủ công và quá trình thao tác vẫn diễn ra khá chậm chạp. Dựa trên các tài liệu thu thập, nghiên cứu đề xuất một quy trình tối ưu hóa quản lý vận hành sử dụng công nghệ. Mục tiêu của đề xuất này là tối ưu hóa chi phí và thời gian cho người sử dụng, đồng thời giảm thiểu chi phí

và mức độ mất mát thông tin do việc sử dụng hồ sơ giấy. Điều này sẽ giúp cải thiện hiệu suất và khả năng quản lý của quá trình vận hành tòa nhà, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho người quản lý và người sử dụng thông tin từ việc áp dụng công nghệ trong quản lý vận hành.

Phương pháp nghiên cứu		
Bước 1	<p>Thu thập dữ liệu thông tin:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thông tin cơ bản về tòa nhà B6; - Quy trình quản lý vận hành tòa nhà hiện hành; - Quy trình quản lý tài sản tòa nhà hiện hành. 	
Bước 2	<p>Xây dựng công cụ hỗ trợ quản lý tòa nhà dựa trên mô hình kỹ thuật số của tòa nhà.</p>	
Bước 3	<p>Đề xuất quy trình quản lý:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tính năng Quản lý người dùng; - Trực quan hóa thông tin tài sản - Quy trình nhập khẩu – quản lý tài sản 	

Hình 1. Quy trình thực hiện nghiên cứu.

Bảng 1. Dự án thí điểm.

Dự án	Tòa nhà B6	
Địa chỉ	268 Lý Thường Kiệt, Phường 14, Quận 10, Thành phố Hồ Chí Minh	

Bảng 1 mô tả thông tin tòa nhà B6 là tòa nhà của Khoa Xây dựng. Sau hơn 65 năm hình thành và phát triển, tòa nhà B6 vẫn giữ nguyên giá trị sử dụng dù đã trải qua nhiều lần bảo trì, sửa chữa để phù hợp với nhu cầu sử dụng. Tuy nhiên, hiện tại thông tin lưu trữ của tòa nhà B6 chỉ bao gồm các bản vẽ 2D và chưa cập nhật hiện trạng mới nhất của tòa nhà.

3. Sản phẩm và kết luận

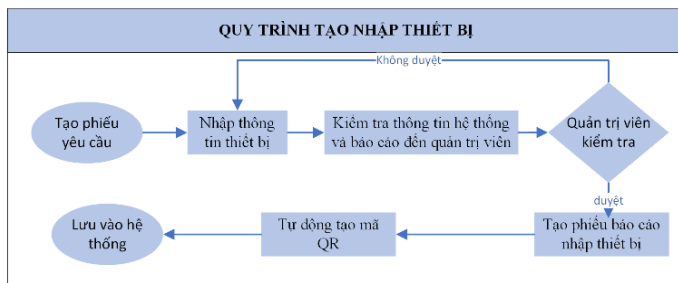
Nghiên cứu đã phát triển một công cụ dựa trên web tích hợp mô hình kỹ thuật số của tòa nhà. Công cụ này giúp trực quan hóa các phần của tòa nhà bằng mô hình 3D trên cả giao diện BIM và GIS. Người dùng có thể dễ dàng theo dõi tổng quan về tòa nhà cũng như tài sản, thiết bị trong đó.



Hình 2. Web mô hình 3D BIM.



Hình 3. Quản lý thông tin cấu kiện trong nền tảng GIS.



Hình 4. Quy trình tạo lập thiết bị.

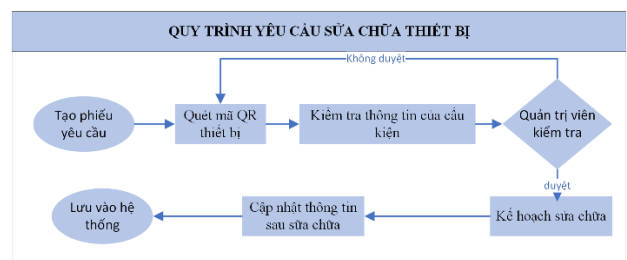
Để nhập tài sản, như trong Hình 4, người dùng chỉ cần tạo yêu cầu trên hệ thống và nhập thông tin của tài sản cụ thể, bao gồm thông tin tài liệu liên quan, tên tài sản, nước xuất xứ, năm sản xuất, mã thiết bị, số lượng và giá gốc của tài sản đó. Sau khi ghi nhận yêu cầu nhập tài sản của người dùng, hệ thống sẽ gửi thông báo đến quản trị hệ thống. Nếu quản trị viên phê duyệt thông tin này, thông tin tài sản sẽ được lưu lại và hệ thống sẽ tự động tạo Mã QR cho thông tin tài sản này. Tài liệu đưa tài sản vào khuôn viên trường học sẽ tự động được trả lại động cho người yêu cầu. Đơn vị trực tiếp sử dụng tài sản sẽ theo dõi, bảo quản và kiểm kê tài sản đó. Vì vậy, quy trình này giúp người dùng tiết kiệm thời gian khi nhập tài sản mới cũng như hỗ trợ quản lý hàng tồn kho. Hình 5 thể hiện với QR Code thông tin tài sản, người dùng có thể truy cập nhanh chóng các thông tin liên quan về tài sản cũng như cập nhật và yêu cầu sửa chữa nhanh khi cần thiết. Cũng như khi tài sản đã hết hạn sử dụng hoặc đơn vị không còn nhu cầu sử dụng, đơn vị có nhu cầu thanh lý thì hệ thống cũng sẽ đưa ra lệnh thanh lý tự động trên nền tảng web này. Công cụ sẽ hỗ trợ thống kê chi tiết và rất thuận tiện cho người dùng theo dõi một cách trực quan, bằng cách thống kê chi tiết tài sản đã lưu và dễ dàng truy cập.



Hình 5. Mã QR Code quản lý thiết bị.

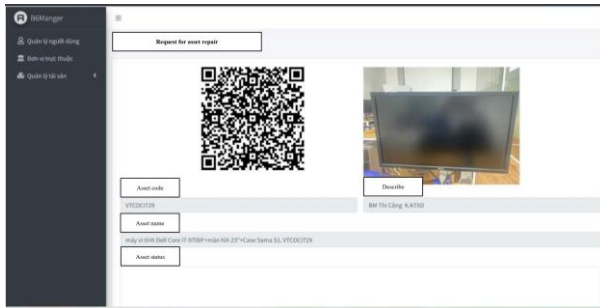
STT	Đơn vị	Mã TS	Tên tài sản	Nguyên giá	SL	Năm SD	Tỷ lệ	Lũy kế HM/SD	Giá trị còn lại	Thao tác
1	PTN Vật lý Đại cương K.KHƯD	BATHNGH193	BỘ TN thiết bị chống Lỗi quay,đđ moment q.thb.w@BM-050A(6) BATHNGH193	24.800.000	1	2021	10	2.480.000	22.320.000	[Icon]
2	PTN Vật lý Đại cương K.KHƯD	BATHNGH192	BỘ TN thiết bị chống Lỗi quay,đđ moment q.thb.w@BM-050A(5) BATHNGH192	24.800.000	1	2021	10	2.480.000	22.320.000	[Icon]
3	PTN Vật lý Đại cương K.KHƯD	BATHNGH163	BỘ TN thiết bị chống Lỗi quay,đđ moment q.thb.w@BM-050A(4) BATHNGH163	24.800.000	1	2021	10	2.480.000	22.320.000	[Icon]
4	PTN Vật lý Đại cương K.KHƯD	BATHNGH162	BỘ TN thiết bị chống Lỗi quay,đđ moment q.thb.w@BM-050A(3) BATHNGH162	24.800.000	1	2021	10	2.480.000	22.320.000	[Icon]
5	PTN Vật lý Đại cương K.KHƯD	BATHNGH161	BỘ TN thiết bị chống Lỗi quay,đđ moment q.thb.w@BM-050A(2) BATHNGH161	24.800.000	1	2021	10	2.480.000	22.320.000	[Icon]
6	PTN Vật lý Đại	BATHNGH160	BỘ TN thiết bị chống Lỗi quay,đđ moment q.thb.w@BM-050A(1) BATHNGH160	24.800.000	1	2021	10	2.480.000	22.320.000	[Icon]

Hình 6. Thống kê thiết bị trên nền tảng web.



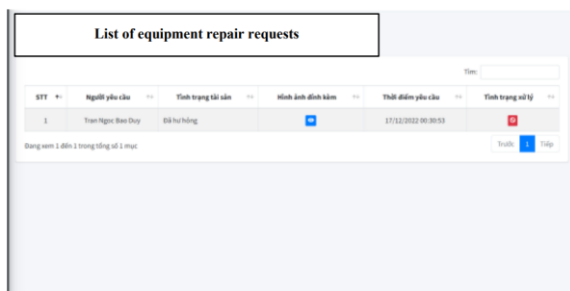
Hình 7. Quy trình yêu cầu sửa chữa thiết bị.

Như quy trình trên Hình 7, với mã QR quản lý tài sản, khi phát hiện sản phẩm hư hỏng cần sửa chữa, người dùng có thể quét nhanh mã QR được dán trên thiết bị và điền mô tả tình trạng tài sản, chụp hình trực quan thiết bị hư hỏng để yêu cầu sửa chữa. Thông tin sửa chữa sẽ được chuyển trực tiếp về hệ thống, quản trị viên kiểm tra và duyệt báo cáo, quá trình này sẽ nhanh hơn và hỗ trợ người dùng tốt hơn. Quy trình này được áp dụng cho những sửa chữa nhỏ, đơn giản, không yêu cầu định mức xây dựng cơ bản như: thiết bị điện/nước gia đình, nội thất, ổ khóa cửa, chống thấm, v.v.

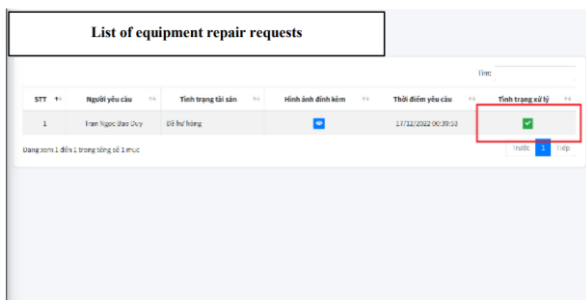


Hình 8. Mã QR nhằm quản lý và yêu cầu kiểm tra nhanh cấu kiện.

Trong quá trình này, việc ứng dụng mô hình BIM giúp tiết kiệm rất nhiều thời gian, do kỹ thuật viên có thể khảo sát trước trên mô hình để lên kế hoạch điều chỉnh thiết kế, cũng như khi hoàn thiện mô hình BIM giúp nhanh chóng lưu trữ hồ sơ và cập nhật bản vẽ một cách đồng bộ và nhanh chóng. Thông tin yêu cầu sửa chữa sẽ được trả lại cho quản trị viên cùng với thông tin trạng thái và tệp đính kèm trực quan. Sau khi quá trình sửa chữa hoàn tất, thông tin trạng thái thiết bị sẽ thay đổi, cho biết quá trình sửa chữa đã hoàn tất.



Hình 9. Danh sách các thiết bị yêu cầu sửa chữa.



Hình 10. Kiểm tra tình trạng thiết bị.

Thảo luận:

Nghiên cứu đã đưa ra những kết luận sơ bộ về công tác quản lý hoạt động của trường hợp nghiên cứu:

- Thông tin bản vẽ lưu của công trình chỉ ở dạng bản vẽ 2D và chưa được cập nhật lên bản vẽ trạng thái chính xác nhất.

- Sự hiểu biết về BIM và các ứng dụng của nó đối với người dùng và cán bộ quản lý còn hạn chế.

- Vì đây là tòa nhà được xây dựng từ lâu nên thông tin chi tiết về tòa nhà cho quản lý chưa thực sự hoàn thiện.

- Chưa có công cụ để đơn vị quản lý đồng bộ hóa công việc

Từ những phát hiện và kết quả thu được, nghiên cứu đã đề xuất các giải pháp hỗ trợ quản lý vận hành và xây dựng nền tảng cơ sở dữ liệu cho các trường hợp nghiên cứu, trong đó BIM, GIS đóng vai trò trung tâm:

- Từ mô hình 3D của tòa nhà, tốt nhất cho việc lưu trữ, quản lý và cập nhật thông tin tòa nhà.

- Đề xuất quy trình quản lý, lưu trữ thông tin dự án đồng bộ trên nền tảng Web, giúp người dùng và đơn vị quản lý tối ưu hóa thời gian, chi phí, đồng bộ dữ liệu và tránh mất thông tin trong quá trình lưu trữ.

Mọi thông tin về tòa nhà, trang thiết bị và tài sản bên trong tòa nhà đều được đồng bộ trên nền tảng web. Người dùng có khả năng nhanh chóng truy cập thông tin về tài sản thông qua việc quét mã QR được dán trên từng tài sản. Họ cũng có thể dễ dàng tìm kiếm thông tin về tài sản bằng cách sử dụng chức năng tìm kiếm từ khóa của hệ thống, tìm kiếm theo chủ đề, loại tài sản, và nhiều tiêu chí khác. Tất cả thông tin liên quan đến trang thiết bị và tài sản sẽ được hiển thị một cách chi tiết.

Các yêu cầu liên quan đến xuất, nhập, và sửa chữa tài sản sẽ tự động được ghi lại trong lịch sử trên hệ thống, giúp quản trị viên dễ dàng trích xuất lại thông tin khi cần thiết. Quá trình thử nghiệm đã giải quyết hiệu quả vấn đề về trực quan hóa dự án thông qua việc tích hợp các công cụ BIM và GIS. Việc lưu trữ thông tin được thực hiện hiệu quả, thời gian được tối ưu hóa, và quá trình nhập và truy xuất dữ liệu trở nên nhanh chóng hơn. Mặc dù mô hình thử nghiệm hiện mới chỉ áp dụng cho phần kiến trúc, nhưng cần thêm nhiều thử nghiệm khác cho các hệ thống khác trong tòa nhà như kết cấu, phòng cháy chữa cháy để hoàn thiện quy trình đề xuất.

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-SKHCM.

Tuyên bố tác giả

Nhóm tác giả không có xung đột lợi ích.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Noor Azman Mohamat Nor, Abdul Hakim Mohammed, and B. Alias, "Facility Management History and Evolution," *International Journal of Facility Management*, vol. 5, 2014.
- [2]. H. Giang and L. Nam, "Sự kết hợp giữa BIM và BMS - giải pháp tối ưu cho công nghệ quản lý vận hành nhà cao tầng ở Việt Nam," *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD) - ĐHXD*, 04/27 2021.
- [3]. T. H. H. Ninh, "ỨNG DỤNG MÔ HÌNH BIM VÀO HỖ TRỢ CÁC CÔNG TÁC QUẢN LÝ VÀ VẬN HÀNH NHÀ CAO TẦNG," Master, Faculty of Civil Engineering, HCMUT, 2016.
- [4]. T. V. Cường, "Ứng dụng BIM trong quản lý vận hành cơ sở vật chất chung cư cao tầng,," Master, Faculty of Civil Engineering, HCMUT, 2021.
- [5]. Q. Lu, L. Chen, S. Lee, and X. Zhao, "Activity theory-based analysis of BIM implementation in building O&M and first response," *Automation in Construction*, vol. 85, pp. 317-332, 2018.
- [6]. S. T. Matarneh, M. Danso-Amoako, S. Al-Bizri, M. Gaterell, and R. T. Matarneh, "BIM for FM: Developing information requirements to support facilities management systems," *Facilities*, vol. 38, no. 5/6, pp. 378-394, 2020.