

Ứng dụng BIM trong quản lý an toàn thi công xây dựng

> TS NGUYỄN QUỐC TOÀN*

Công nghệ xây dựng đã có những tiến bộ mạnh mẽ trong thời gian gần đây nhưng vấn đề an toàn trong xây dựng vẫn có ít sự cải thiện nhất. Xây dựng là một trong những ngành nguy hiểm nhất do môi trường làm việc khắc nghiệt và có tính rủi ro cao. Tỷ lệ tử vong và thương tật do tai nạn lao động (TNLĐ) trong ngành Xây dựng toàn cầu cao hơn gấp hai lần so với mức trung bình của các ngành khác. Mặc dù vấn đề quản lý an toàn thi công (ATTC) đã được chú trọng hơn trong những năm gần đây, tỷ lệ tai nạn của ngành Xây dựng tiếp tục ở mức cao.

Huấn luyện an toàn không hiệu quả, lập kế hoạch và giám sát công việc không phù hợp, không đầy đủ, trao đổi thông tin về an toàn không kịp thời là những vấn đề nổi cộm của quản lý ATTC xây dựng. Gần đây, các nghiên cứu đã có sự quan tâm đáng kể trong việc cải thiện an toàn tại nơi làm việc thông qua quản lý an toàn sử dụng mô hình thông tin công trình (BIM). Mô hình cho phép đánh giá trực quan các điều kiện tại nơi làm việc và nhận ra các mối nguy hiểm. Mô phỏng kế hoạch triển khai thi công sử dụng 4D yêu cầu kết nối kế hoạch thi công đến các đối tượng 3D trong một thiết kế, nó có thể mô phỏng trình tự thi công và thể hiện những gì công trình và mặt bằng xây dựng sẽ kết hợp tại mọi điểm ứng với mỗi thời điểm nhất định. Mô phỏng này hỗ trợ đưa ra các đánh giá cho công trình sẽ được xây dựng như thế nào hàng ngày, thể hiện các vấn đề về huy động nguồn lực và phương án điều chỉnh (mặt bằng, lao động, công cụ, xung đột không gian, các vấn đề an toàn....

ỨNG DỤNG BIM QUẢN LÝ AN TOÀN TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG

BIM 3D và 4D được sử dụng trong quản lý ATTC với vai trò là nguồn cung cấp thông tin công trình đầu vào một cách đầy đủ, chi tiết, trực quan và số hóa cho các công nghệ và phần mềm khác xử lý. Những ứng dụng của BIM 3D và 4D trong quản lý ATTC xây dựng có thể được tóm tắt ở 4 lĩnh vực: Huấn

luyện an toàn, xác định mối nguy, giám sát công trường, trao đổi và hợp tác.

Huấn luyện an toàn

Hiệu quả của huấn luyện ATTC sẽ được cải thiện đáng kể khi trực quan hóa được công trình và cho phép người lao động được tương tác và hợp tác trên chính mô hình công trình mà mình sẽ tham gia thi công. Do đó, nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng BIM như một công cụ chính và kết hợp với công nghệ VR, công nghệ trò chơi nhằm huấn luyện an toàn. BIM và VR đã được kết hợp để tạo nên một công trường xây dựng ảo nhằm hỗ trợ huấn luyện an toàn. Tính tương tác và hợp tác của phương thức huấn luyện được tăng lên thông qua việc tích hợp BIM và công nghệ chò trôi trực tuyến trong đó công nhân có thể thực hiện các hoạt động của họ bằng cách sử dụng máy tính kết nối với mạng Internet, giao tiếp và hợp tác với nhau trong thời gian thực.

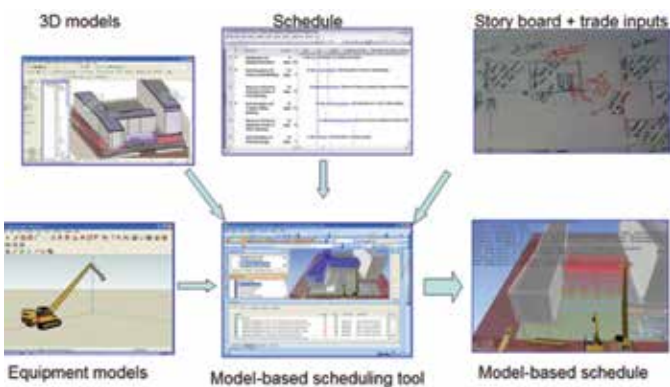
Tích hợp dữ liệu của quá trình thi công vào mô hình BIM 4D kết hợp để tạo ra một mô phỏng các quá trình xây dựng (Hình1). Dựa trên mô hình này, các đội thi công có thể thực hiện mô phỏng các phương án khác nhau trong một môi trường ảo, cho đến khi tìm được phương pháp thỏa đáng các điều kiện đặt ra.

Xác định mối nguy

BIM 3D có thể được sử dụng để hỗ trợ nhân viên an toàn xác định mối nguy trong các cuộc họp về an toàn. Để tự động hóa quy trình xác định mối nguy, các nghiên cứu đã tiến hành mã hóa các quy định của pháp luật về an toàn lao động (ATLĐ) và sử dụng BIM như một nguồn để lấy thông tin về kết cấu, vị trí nguy hiểm, tiến độ thi công nhằm xác định mối nguy thông qua hệ thống kiểm tra quy định tự động (automated rule checking system). Trước đây, chỉ có các thông tin về công trình được xem xét trong quá trình xác định mối nguy, những nghiên cứu mới đã đề xuất bổ sung thêm thông tin liên quan đến công trường, kho bãi, nhà tạm, thiết bị,... có thể hỗ trợ xác định toàn diện các mối nguy.

BIM 4D cung cấp cả yếu tố thời gian và không gian của các hoạt động nhằm làm tăng độ chính xác của việc xác định khả năng xung đột. Kết cấu công trình và các kết cấu tạm phục vụ

* Trường Đại học Xây dựng



Hình 1: Quá trình mô phỏng 4D



BIM chứa đựng đầy đủ thông tin trong suốt vòng đời công trình xây dựng

thi công, ví dụ như giàn giáo cũng có thể là các mối nguy hiểm tiềm ẩn vì chúng cần phải đủ ổn định để tránh sụp đổ trong và sau khi xây dựng. 4D CAD, BIM và phần mềm phân tích kết cấu đã được tích hợp để mô phỏng và phân tích sự sụp đổ có thể xảy ra. Khi tích hợp BIM với cảm biến oxy và nhiệt độ, thông tin về các môi trường nguy hiểm có thể được xác định và đánh dấu trong mô hình ảo.

Giám sát công trường

Thông tin về vị trí của công nhân, máy móc thi công và vật liệu xây dựng trên công trường nhận được từ các công nghệ định vị RFID, GIS, GPS được chuyển đến mô hình BIM sẽ cho phép trực quan hóa việc theo dõi các trường hợp tiềm năng xảy ra tai nạn trong thời gian thực.

Trao đổi và hợp tác

BIM cho phép giao tiếp và phổ biến thông tin dễ dàng hơn bằng cách vượt qua các ranh giới ngôn ngữ thường tồn tại trong các dự án xây dựng (DAXD) đa quốc gia. Trực quan hóa thông tin công trình giúp khả năng tiếp cận thông tin là giống nhau đối với mọi người bất kể chức vụ, khả năng đọc hoặc hiểu ngôn ngữ. Các mô hình BIM có thể là phương tiện truyền thông đa năng, ví dụ như giúp thảo luận về quá trình xây dựng giữa các chuyên gia hay để hội thảo thông tin cho các bên liên quan của dự án. Cách tiếp cận này cũng có thể làm các quy trình xây dựng trở nên dễ hiểu với những người không có nền tảng về xây dựng.

BIM chứa các mối liên hệ logic về mặt không gian, kích thước, số lượng, vật liệu và các bộ phận công trình. Giúp tích hợp thông tin vật lý về các bộ phận công trình với các thông tin khác (vật liệu, tiến độ thi công...) nhằm tối ưu hóa thiết kế, thi công, quản lý vận hành và bảo trì công trình. BIM là nguồn lưu trữ và cung cấp thông tin để làm cơ sở vững chắc cho việc ra quyết định trong suốt vòng đời của công trình xây dựng. Quy trình này cho phép phối hợp nhiều bộ môn từ nhiều đơn vị tham gia trong nhiều giai đoạn khác nhau của dự án.

LỰA CHỌN CÔNG CỤ XÂY DỰNG MÔ HÌNH BIM PHÙ HỢP CHO QUẢN LÝ AN TOÀN THI CÔNG XÂY DỰNG

Các đặc trưng quan trọng nhất của phần mềm thiết lập mô

hình BIM cho mục đích quản lý ATTC là: chất lượng mô hình 3D và khả năng quan sát các đối tượng; các công cụ thiết lập mô hình cảnh quan; thư viện đối tượng 3D mở rộng; công cụ và các tính năng tạo BIM-4D; các công cụ để phân tích rủi ro hoặc ATTC từ khâu thiết kế lập kế hoạch và, khả năng trao đổi dữ liệu.

Chất lượng mô hình 3D và khả năng lựa chọn màu

Các mô hình kết cấu thường có màu sắc khác nhau, màu sắc của các cấu kiện đại diện cho thuộc tính về mặt kết cấu của chúng, màu sắc có thể được gán theo chủ quan của người quản lý. Tuy nhiên, trong một số trường hợp như trong trao đổi, trình bày các vấn đề về an toàn, các mô hình nên giống thật nhất có thể để cung cấp các thông điệp dễ hiểu và nhanh chóng. Mặt khác, có thể cần làm nổi bật các vấn đề trong mô hình bằng cách sử dụng màu tương phản, ví dụ: các phần không liên quan đặt màu nền và làm nổi bật các vấn đề chính bằng cách sử dụng màu sáng, tương phản với màu nền đã chọn. Đó là lý do tại sao phần mềm cần cho phép người dùng lựa chọn màu sắc mà không có giới hạn trong phạm vi màu.

Công cụ để mô hình hóa cảnh quan, địa hình trên công trường

Hiện nay, dữ liệu về địa hình ngày càng được cung cấp nhiều hơn với sự hỗ trợ của công nghệ quét laser 3D, GIS. Từ quan điểm về an toàn, các phần mềm và thiết bị hỗ trợ thiết lập mô hình BIM mô tả chính xác điều kiện địa hình, các mốc cao độ tạm thời của mặt đất, của kết cấu trong từng giai đoạn thi công, giúp tiết kiệm thời gian, hạn chế lao động sai sót

Thư viện đối tượng 3D mở rộng

Các dự án đều phải được xây dựng từ các bộ phận hợp thành, mỗi bộ phận đó lại được cấu tạo từ nhiều các thành tố, đối tượng. Đối với mô hình BIM, các đối tượng này gọi là BIM Objects (BIM Components). Đây là những yếu tố căn bản để tạo nên mô hình, nó mang đầy đủ thông tin hình học cũng như phi hình học phục vụ cho cả quá trình thiết kế, thi công... Những phần mềm thiết kế ứng dụng BIM đều cho phép người dùng có thể tự tạo các BIM Objects phù hợp với dự án của mình như tạo Family trong Revit; Components trong ArchiCAD, Sketchup; Part Builder trong Civil3D... Nếu trong ứng dụng có thư viện đối tượng 3D sẵn có của hầu hết các

thiết bị thi công trên công trường thường được sử dụng sẽ tạo điều kiện thuận lợi trong lập kế hoạch an toàn.

Các công cụ phân tích rủi ro hoặc an toàn trên các thiết kế và kế hoạch

Hiện tại, hầu như không có công cụ độc lập nào phù hợp để phân tích ATTC trong xây dựng theo BIM. Tuy nhiên, có thể tích hợp một số kỹ thuật phân tích mối nguy an toàn trong mô hình BIM 4D để phân tích rủi ro và an toàn trong thi công xây dựng.

Cơ quan Quản lý an toàn và sức khỏe nghề nghiệp Hoa Kỳ (The Occupational Safety and Health Administration (OSHA)) khuyến nghị thực hiện kỹ thuật JHA (Job hazard analysis) cho các hoạt động xây dựng để làm nổi bật và phản ứng với các mối nguy tiềm ẩn - hay JSA (Job Safety Analysis) - phân tích mối nguy trong công tác, là một kỹ thuật tập trung vào các bước thực hiện một công tác để xác định trước các mối nguy có thể xảy ra. JHA tập trung vào mối quan hệ giữa công nhân, công tác, công cụ và môi trường làm việc. Thực hiện JHA sẽ giúp xác định các mối nguy và từng bước loại bỏ hoặc giảm nhẹ các mối nguy tới mức chấp nhận được trước khi tiến hành thi công.

Kiviniemi (2011) phát triển phương pháp phân tích mối nguy ATLD thông qua sự trợ giúp của mô hình công trường xây dựng ảo. BIM 4D được công nhận là công nghệ trung tâm cho các hoạt động lập kế hoạch an toàn trên công trường, cho phép hình dung về các bố trí an toàn trong các dự án xây dựng (DAXD) tại các thời điểm khác nhau.

Bansal (2011) ứng dụng công nghệ GIS để lập tiến độ DAXD theo phương pháp đường găng (CPM) và liên kết các hoạt động của nó với các thành phần tương ứng của mô hình BIM 3D đã được phát triển. Liên kết này giúp người quản lý có thể phát hiện sự không đầy đủ, lỗi logic trong lịch trình dự án. Khả năng quản lý cơ sở dữ liệu của GIS cũng được sử dụng để duy trì và cập nhật cơ sở dữ liệu xây dựng (loại và số lượng vật liệu, yêu cầu lao động, khuyến nghị kiểm soát chất lượng và an toàn, v.v.) để tạo điều kiện thuận lợi cho việc lập DAXD. Điều này giúp cảnh báo các vị trí và các công tác có nhiều nguy cơ xảy ra TNLD, các mối nguy TNLD này được kết nối với tiến độ.

Hadikusumo (2004) phát triển công cụ DFSP (Design For Safety Process) nhằm hỗ trợ cán bộ quản lý phát hiện các mối nguy tai nạn lao động (TNLD) ứng với các cấu kiện và quy trình thi công. Cơ sở dữ liệu của DFSP bao gồm loại cấu kiện, các nguy cơ TNLD, cơ sở dữ liệu các cảnh báo sớm.

Công cụ 4D

Các phần mềm cần có sẵn các công cụ / thủ tục để sắp xếp công trường tạm thời, ví dụ như các thiết bị an toàn. Ngoài ra, khả năng người dùng chọn độ chính xác của hình ảnh 4D (các bước giữa các giai đoạn được trực quan hóa) và khả năng chọn quy tắc thể hiện (phần nào được trình bày và màu tương ứng) trong hình ảnh 4D là các tính năng có liên quan theo quan điểm an toàn.

Trao đổi dữ liệu

Khả năng nhập mô hình từ phần mềm khác, đặc biệt là sử dụng định dạng tệp IFC và khả năng xuất dữ liệu ở định dạng IFC để kết hợp và sử dụng mô hình trong phần mềm BIMbase khác. Các định dạng tệp có thể sử dụng khác bao gồm ví dụ

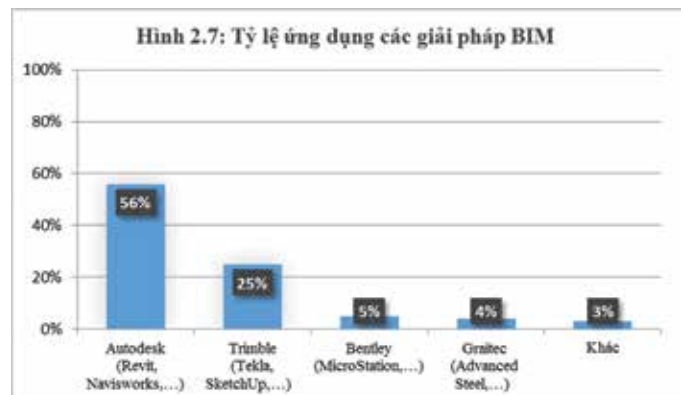
3d-dwg. Các hình dạng của một mô hình có thể được tích hợp và sử dụng trong một mô hình khác trong định dạng 3d-dwg, nhưng nó không chứa bất kỳ sản phẩm thông minh hoặc các thông tin nào như tập tin IFC.

Các phần mềm cho phép thiết lập mô hình BIM 3D phổ biến hiện nay bao gồm: Google SketchUp (Google), ArchiCAD (Graphisoft), Tekla Structures và Tekla Construction Management (Tekla), Navisworks (Autodesk) và Solibri Model Checker (Solibri Inc.). Chúng được coi là khả thi để sử dụng trong lập kế hoạch ATTC, bởi vì vấn đề an toàn nên được xem ở giai đoạn thiết kế, các mô hình được tạo trong giai đoạn thiết kế được sử dụng trong giai đoạn thi công làm nguồn thông tin hoặc cơ sở để lập kế hoạch sản xuất với sự trợ giúp của phần mềm tương tự hoặc tương thích, và ngoài ra, nhân viên chịu trách nhiệm lập kế hoạch an toàn không sẵn sàng sử dụng nhiều phần mềm riêng biệt trong các DAXD của họ.

Cả hai phần mềm của Tekla đều có chứa các công cụ 4D. Một lợi thế đặc biệt khác của việc sử dụng phần mềm Tekla để lập kế hoạch an toàn là cơ hội sử dụng mô hình kết cấu của tòa nhà làm cơ sở cho kế hoạch an toàn. Mô hình này tương ứng với công tác xây dựng tại công trường. Tuy nhiên, các nghiên cứu phát triển thêm là cần thiết để tìm ra cách áp dụng phần mềm được chọn cho các mục đích liên quan đến an toàn được đề xuất.

Từ quan điểm về an toàn, các điểm mạnh của phần mềm mô hình kiến trúc như ArchiCAD và Revit bao gồm công cụ phù hợp để mô hình hóa cảnh quan và trực quan hóa các cao độ theo kế hoạch thi công, và một điểm yếu là thiếu hoặc hạn chế các tính năng 4D. Google SketchUp đã đạt được mức độ phổ biến tương đối cao trong sử dụng chuyên nghiệp, đặc biệt là trong phác thảo kiến trúc. Tại Mỹ, một số nhà thầu cũng đã sử dụng nó để lập kế hoạch an toàn và hỗ trợ truyền thông dự án (Google Sketchup 2010). Tính phổ biến của Google SketchUp được dựa trên chi phí thấp, dễ sử dụng, trực quan hóa các cao độ theo kế hoạch thi công và hỗ trợ để dễ dàng chia sẻ cấu kiện 3D do người dùng mô hình hóa với sự giúp đỡ của Internet-based 3D Warehouse. Ngoài ra, một tính năng đặc biệt là cơ hội chuyển các mô hình 3D của tòa nhà lên Google Earth.

BIM được sử dụng trên công trường cũng có thể là một mô hình kết hợp, ví dụ như nhờ sự trợ giúp của phần mềm Navis



Tỷ lệ ứng dụng các giải pháp BIM

Works hoặc trình kiểm tra mô hình Solibri. Chúng không bao gồm bất kỳ công cụ lập mô hình nào nhưng có thể được sử dụng để kết hợp các mô hình của các bên thiết kế khác nhau để tạo các mô hình kết hợp có kích thước tệp khá nhỏ, để xem xét các thiết kế tòa nhà kết hợp này, để kiểm tra xung đột và tạo sự trực quan hóa.

Hiện nay, trên thị trường Việt Nam có nhiều giải pháp BIM khác nhau. Tuy nhiên, chỉ có một số giải pháp được ứng dụng phổ biến và mỗi giải pháp có thể phù hợp hoặc không phù hợp trong các giai đoạn khác nhau của dự án.

Việc lựa chọn công cụ để lập kế hoạch an toàn phụ thuộc vào thực tế, ví dụ như loại mô hình nào được lấy từ các nhà thiết kế, loại kỹ năng và công cụ nào mà nhà thầu/người tiến hành lập kế hoạch an toàn đang sở hữu và cách sử dụng kết quả mô hình. Lập kế hoạch an toàn thường dựa trên mô hình kiến trúc hoặc kết cấu BIM, nhưng có thể đi theo một cách khác là kết hợp các mô hình làm cơ sở cho kế hoạch an toàn hoặc dựng lại từ đầu.

THÁCH THỨC KHI ỨNG DỤNG BIM TRONG QUẢN LÝ AN TOÀN TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG Ở VIỆT NAM

Pháp lý

Mô hình thông tin công trình thường được tạo ra bởi các chuyên gia với đa dạng các chương trình phần mềm và được sử dụng bởi những bên khác nhau. Sai sót trong việc sử dụng thông tin về mô hình công trình có thể dẫn đến tổn hại đáng kể, việc khiếu nại sẽ trở nên rất phức tạp do trách nhiệm không rõ ràng. Thêm vào đó, việc quy định truy cập và bảo mật thông tin trong các mô hình công trình, quyền sở hữu và bảo vệ dữ liệu, bảo hiểm, giao thức... cũng phải được giải quyết.

Việc thiếu hành lang pháp lý, khiến cho các bên đều rất thận trọng khi ứng dụng BIM. Ứng dụng BIM sẽ cần thời gian để tạo hiệu quả công việc tốt nhất. Do đó, khi chưa có sự hỗ trợ từ phía Chính phủ, các doanh nghiệp sẽ rất cân nhắc trong việc có nên “mạo hiểm” đầu tư nguồn lực vào BIM. Một số nội dung liên quan đến BIM đã được đề cập trong Luật Xây dựng 2014. Đây có thể coi là một bước tiến trong việc ứng dụng BIM ở Việt Nam. Ngoài ra, Nhà nước cần công bố các tiêu chuẩn (BIM standards) và các hướng dẫn cụ thể (BIM guides) phù hợp với điều kiện kinh tế xã hội ở Việt Nam cho các doanh nghiệp ứng dụng BIM.

Việt Nam có thể học tập kinh nghiệm của các nước phát triển. Vương quốc Anh là nước tiên phong và dẫn đầu trong việc áp dụng BIM trong ngành Xây dựng. Các tiêu chuẩn, hướng dẫn BIM ở Anh đã được ban hành ở hầu hết các nội dung trong xây dựng thông qua tiêu chuẩn PAS 1192 về ứng dụng BIM, trong đó có riêng tiêu chuẩn PAS 1192-6 - 2017 về ATLD sử dụng BIM.

Công nghệ

Các gói phần mềm nền tảng BIM còn được gọi là công cụ BIM (BIM tools) có một số vấn đề như chưa phát triển hoàn thiện, thiếu các tiêu chuẩn và giao thức, v.v. Hạn chế của những phần mềm dựa trên nền tảng BIM là vấn đề chính làm giới hạn khả năng ứng dụng của nó trong ngành Xây dựng nói chung và trong quản lý an toàn trong thi công xây dựng nói riêng. Để

áp dụng BIM khi lập kế hoạch an toàn thì còn một số hạn chế: các phần mềm thiết lập mô hình BIM 3D thiếu các đối tượng liên quan đến biện pháp an toàn như lưới chống vật rơi, các loại giáo công tác khác nhau,...

Các công cụ BIM vẫn chưa thể cung cấp đầy đủ tất cả các hình dạng kết cấu khác nhau, chưa thể mô phỏng các thông tin về các mối nguy (điện, sử dụng thiết bị lao động, vệ sinh, cháy nổ,...) nên cần phối hợp nhiều giải pháp trong quá trình mô hình hóa hoặc phải mô hình hóa một cách thủ công. Để khắc phục điều này, sự hợp tác để xây dựng hệ thống thư viện ngày càng đa dạng là cần thiết.

Chi phí

Những chi phí chính được đề cập đến bao gồm chi phí phần mềm cũng như phần cứng cho BIM, giảng dạy... Theo khảo sát năm 2008 của McGraw-Hill, chi phí và vấn đề đào tạo là rào cản lớn nhất của ứng dụng BIM trong xây dựng. Tại Việt Nam, kinh phí cho ứng dụng BIM là một lý do quan trọng khiến các đơn vị chưa dám đầu tư. Theo khảo sát của Viện Kinh tế xây dựng, có đến 29% đơn vị được hỏi có ý kiến chi phí cho ứng dụng BIM quá lớn là nguyên nhân chưa ứng dụng BIM tại doanh nghiệp

Quản lý

Vấn đề quản lý đề cập đến quy trình và những giới hạn liên quan đến tổ chức, bao gồm thái độ của những bên tham gia với những ứng dụng của BIM, sự thiếu những trường hợp thành công và tiêu chuẩn quản lý liên quan, bản chất phân mảnh của ngành Xây dựng, sự không phù hợp của các mô hình doanh nghiệp và sự thiếu hợp tác từ những đối tác. Sự phân mảnh luôn là một vấn đề lớn ảnh hưởng đến năng suất và hiệu suất của DAXD. Tuy nhiên, một nghiên cứu cho rằng hầu hết đơn vị do dự dùng BIM chính bởi vì bản chất phân mảnh của quy trình xây dựng và sự khác biệt của mỗi dự án.

Nhân lực

Triển khai quản lý an toàn trong thi công xây dựng sử dụng BIM cần thông qua các mô hình 3D, 4D. Các nhà thiết kế có khả năng mô hình hóa và có các phần mềm cần thiết nhưng phần đông họ không có kiến thức về ATTC xây dựng trong thực tế. Mặt khác, sự tương tác rời rạc giữa các bên liên quan, đặc biệt giữa đơn vị tư vấn thiết kế với nhà thầu thi công, sự ngắt quãng giữa các giai đoạn đầu tư ở Việt Nam làm cho hiệu quả của trao đổi và hợp tác trong xây dựng mô hình BIM trong quản lý an toàn trong thi công xây dựng trở nên khó khăn. Vì vậy, thúc đẩy nâng cao nhận thức và sự tham gia của các bên tham gia là cần thiết.

KẾT LUẬN

Quản lý an toàn trong thi công xây dựng dựa trên BIM 4D thay vì một kế hoạch an toàn bằng mô hình BIM 3D có liên quan đến tiềm năng để thực hiện kế hoạch an toàn theo thời gian thực và kết nối kế hoạch an toàn với kế hoạch thi công.

Để hoàn thiện công tác quản lý ATTC với sự trợ giúp của công nghệ BIM, các công cụ và phương pháp làm việc cần phải phát triển hơn nữa. Ngoài ra, cần có thêm kinh nghiệm thực tế về lập kế hoạch an toàn bằng BIM và cần nâng cao năng lực trong các DAXD để sử dụng các phương pháp và công cụ BIM. ❖