

Ứng dụng xây dựng tinh gọn trong quản lý dự án thiết kế – thi công tại Việt Nam bằng cách sử dụng mô hình hóa thông tin xây dựng (BIM) và last planner system (LPS)

Applying lean construction in managing design & build (d&b) project in Vietnam by using building information modeling (BIM) and last planner system (LPS)

Ngày nhận bài: 22/4/2018

Ngày sửa bài: 26/5/2018

Ngày chấp nhận đăng: 06/6/2018

Phạm Hồng Luân, Nguyễn Duy Hoàng

TÓM TẮT:

Bằng việc thống kê những yếu tố ảnh hưởng đến sự thành công của dự án tại Việt Nam qua các nghiên cứu trước, bài báo đã đề xuất cách thức ứng dụng quản lý tinh gọn bằng cách phối hợp BIM và LPS cho từng công việc cụ thể trong các giai đoạn của sản phẩm xây dựng: thiết kế ý tưởng, thiết kế kỹ thuật, bản vẽ thi công, thi công, bàn giao và bảo trì. Áp dụng trong việc quản lý một dự án Thiết kế - Thi công thực tế, bài báo đã mô tả từng bước vận hành hai công cụ nói trên trong các lĩnh vực quản lý: thời gian, chi phí, chất lượng, thông tin, rủi ro và cung ứng vật tư. Từ đó rút ra bài học kinh nghiệm để áp dụng trong các dự án khác.

Từ khóa: BIM, Xây dựng tinh gọn, LPS, Quản lý dự án.

ABSTRACT:

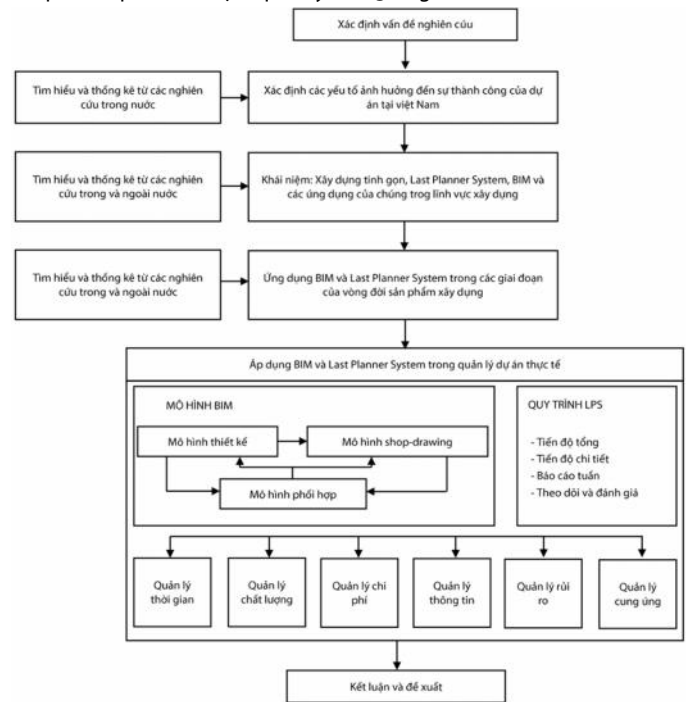
By statistical analyzing the factors have affected to the success of the project in Vietnam through previous studies, the paper proposes how to applying lean construction by integrating BIM and LPS into individual work in the stage of construction product: early design, design and detail, construction, handover and facilities maintenance. With the application in managing the actual Design & Build project, this paper describes how to perform step by step in 5 area of management knowledge: schedule, cost, quality, communications, risk and procurement. Thence, learning experience to be applied for others.

Keywords: BIM, Lean construction, LPS, Project management.

Phạm Hồng Luân - Giảng viên, Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Tp.HCM
Nguyễn Duy Hoàng - Học viên cao học ngành Quản lý Xây dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

Giới thiệu

Trong những năm gần đây, số lượng các dự án lớn xuất hiện ngày càng nhiều cả về quy mô cũng như mức độ phức tạp. Song song với đó, công tác quản lý dự án cũng đòi hỏi phải có những phương thức và công cụ hữu hiệu để đảm bảo dự án được triển khai thành công. Với yêu cầu rút ngắn thời gian, chi phí và lợi nhuận cho các dự án ngày càng cao thì khái niệm về xây dựng tinh gọn (Lean construction) đã dần được hình thành, phát triển và áp dụng. Một trong những công cụ được phát triển trên nền tảng Lean construction hiện đang được áp dụng phổ biến là Last Planner System (LPS). Đây là cách thức quản lý đi sâu vào chi tiết ở cấp độ hợp lý trước khi vấn đề trở nên nghiêm trọng. LPS hình thành nên phương pháp quản lý kế hoạch với các mức độ ngày càng chi tiết với phân cấp trách nhiệm quản lý tương ứng.



Hình 1: Quy trình nghiên cứu

Bên cạnh đó, với sự bùng nổ của công nghệ thông tin trong tất cả các lĩnh vực: thiết kế, quản lý dự án, vận hành và bảo trì tòa nhà... các ứng dụng và phần mềm ngày càng hiện đại. Trong đó, phải kể đến mô hình thông tin xây dựng (Building Information Modeling - BIM). Dựa trên nền

tăng trực quan hóa dữ liệu, BIM đã giúp cho việc xem xét và quản lý thông tin trở nên dễ dàng hơn.

Mục đích của nghiên cứu này là tìm cách phối hợp hai công cụ nói trên (LPS và BIM) trong việc quản lý để hoàn thành dự án thành công bằng cách tối ưu hóa các yếu tố ảnh hưởng. Sau đó, tiến hành kiểm chứng vào dự án cụ thể để hoàn thiện quy trình quản lý tinh gọn theo đúng tinh thần của Lean Construction.

Quy trình nghiên cứu được thể hiện như trong Hình 01 bên dưới:

Các yếu tố quản lý dự án ảnh hưởng đến sự thành công của dự án tại Việt Nam:

Sự thành công của dự án được đánh giá thông qua 6 tiêu chuẩn: đảm bảo ngân sách, đúng tiến độ, đạt được hoặc vượt các tiêu chuẩn do Chủ đầu tư đề ra, thỏa mãn được người sử dụng, chất lượng cao và giảm tối thiểu chi phí điều hành của Chủ đầu tư (Songer et al, 1997). Tuy nhiên, việc xác định một dự án thành công hay thất bại là rất khó (Nguyen et al, 2004). Để giúp cho việc xác định sự thành công dễ dàng, thông thường người ta hay dùng các chỉ số đo lường để tập trung vào các khía cạnh quan trọng của kết quả đạt được (Chan, 2001).

Từ các nghiên cứu [7], [8], [9], [16], [20], [26], [28], tác giả đã tổng hợp các yếu tố chính ảnh hưởng đến sự thành công của dự án tại Việt Nam, bao gồm:

1. Tính rõ ràng, chính xác và minh bạch của thông tin
2. Phối hợp giữa các bên tham gia
3. Lập và kiểm soát kế hoạch thi công
4. Chất lượng hồ sơ thiết kế (xung đột, thiếu thông tin, ...)
5. Thay đổi trong quá trình thi công (bởi Chủ đầu tư hoặc các bên liên quan)

Đây là cơ sở quan trọng để nghiên cứu được tiến hành đúng định hướng trong điều kiện thực tế ở Việt Nam. Việc áp dụng phối hợp BIM và LPS phải nhằm tối ưu hóa được các ảnh hưởng nói trên để đảm bảo dự án được thực hiện một cách thành công.

Khái niệm về: Xây dựng tinh gọn, BIM, Last Planner System và sự kết hợp giữa chúng

Xây dựng tinh gọn

Xây dựng tinh gọn là một cách để thiết kế hệ thống sản xuất để giảm thiểu lãng phí vật liệu, thời gian và công sức nhằm tạo ra giá trị (lợi nhuận) tối đa có thể có (Koskela, et al., 2002).

Các nguyên tắc cơ bản của tinh gọn được Aziz & Hafez (2013) định nghĩa, bao gồm:

1. Giá trị cụ thể (Value): hiểu rõ các yêu cầu của khách hàng và đảm bảo các tiêu chí kĩ thuật được minh họa rõ ràng. Khách hàng định nghĩa thứ họ cần, khi nhu cầu được đáp ứng thì giá trị sẽ được cung cấp.
2. Dòng chảy giá trị (Value Stream): các công việc và vật liệu được chia nhỏ tới mức thấp nhất. Chi tiết quá trình được nhìn thấy nên giá trị từ mỗi chi tiết nhỏ sẽ được xác định cụ thể. Từ đó, các công việc không có giá trị sẽ được nhận diện và loại bỏ do không đóng góp vào giá trị.
3. Quy trình (Flow): là sự luân chuyển tài nguyên gồm cả nguyên liệu và nhân lực. Tác tài nguyên này được sắp xếp theo cách sao cho sẽ có sẵn ở vị trí cần sử dụng. Đây là sự sẵn có của các đội khác nhau tại thời điểm tối ưu và sự thể hiện của việc hậu cần tốt.
4. Kéo (Pull): không có tồn kho trong hệ thống. Các tài nguyên với chất lượng yêu cầu chỉ có mặt sẵn sàng ở thời điểm cần thiết. Khi cần một nguồn lực cụ thể, một tín hiệu sẽ được gửi đến nhà cung cấp để vận chuyển đến nơi yêu cầu.
5. Hoàn hảo (perfection): việc cải tiến liên tục để giữ cho hệ thống trở nên tốt hơn. Hướng tới sự hoàn hảo để hệ thống sản xuất kéo dài và đạt được kết quả tốt và vượt ngoài mong đợi.

Với việc áp dụng qua thời gian, xây dựng tinh gọn đã cho kết quả hiệu quả hơn các hình thức xây dựng truyền thống và được coi là không chi

thay thế cho xây dựng truyền thống mà còn thay thế cho lĩnh vực truyền thống khác (Koskela, et al., 2002). Những phương pháp xây dựng tinh gọn được áp dụng bao gồm: Tiếp cận đúng lúc (Just In Time - JIT), Kỹ thuật đồng thời và Last Planner System (LPS) (Koskela, et al., 2002). Những phương pháp này khi được áp dụng sẽ giúp hạn chế lãng phí và do đó giảm chi phí cho các dự án.

Last Planner System

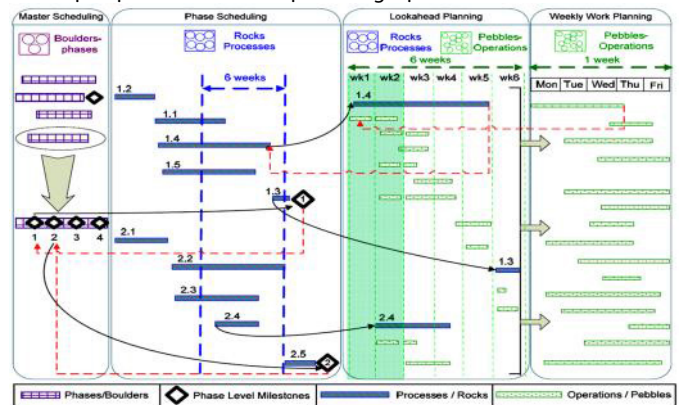
Ballard (2000) định nghĩa LPS như một hệ thống kiểm soát sản xuất do người (hoặc nhóm) trực tiếp giao việc cho đội thi công và quyết định công việc cụ thể nào cần được hoàn thành trong tương lai (người lập kế hoạch đầu cuối).

Những nguyên tắc của LPS đã được Ballard, Hammond và Nickerson (2009) liệt kê bao gồm:

1. Lập kế hoạch chi tiết cho đến mức có thể giao việc được
2. Có sự tham gia của người chịu trách nhiệm hoàn thành công việc trong giai đoạn lập kế hoạch tương ứng
3. Làm cho các công việc có tính khả thi bằng các xác định và loại bỏ tất cả các ràng buộc.
4. Đảm bảo độ tin cậy bằng cách phối hợp với các thành viên trong đội để có kế hoạch chắc chắn.
5. Có thể mạnh từ việc chia nhỏ công việc và phân tích các nguyên nhân gốc rễ để có hành động phòng ngừa.

Quá trình triển khai LPS được mô hình hóa qua hình 03 gồm 4 giai đoạn với mức độ chi tiết theo trình tự:

1. Tiến độ tổng thể (Master Schedule): tiến độ cho toàn bộ thời gian thực hiện của dự án với các mốc thời gian cụ thể theo từng giai đoạn
2. Tiến độ theo giai đoạn (Phase Schedule): tiến độ chi tiết theo từng giai đoạn theo các mốc thời gian (milestones) từ kế hoạch tổng thể.
3. Kế hoạch nhìn trước (Lookahead planning): kế hoạch được trích xuất từ tiến độ chi tiết theo giai đoạn. Đi kèm với nó là bảng theo dõi các trở ngại nhìn trước để đảm bảo công việc sẵn sàng để thực hiện
4. Kế hoạch tuần (Weekly work planning): tiến độ trong một tuần được lập, kiểm soát và cam kết bởi người trực tiếp triển khai. Đi kèm với nó là bảng báo cáo hoàn thành công việc và bảng theo dõi các nguyên nhân chậm trễ (nếu có) để đánh giá tình hình thực hiện dự án và rút ra bài học kinh nghiệm.



Hình 2: Cơ chế lập kế hoạch theo Last Planner System (Hamzeh, Ballard & Tommelein, 2012)

Mô hình hóa thông tin (BIM)

BIM là việc tạo và sử dụng thông tin được điều phối, thống nhất, tính toán trong một dự án xây dựng mà tham số thông tin được sử dụng để ra quyết định thiết kế, tạo ra dữ liệu có chất lượng cao, dự tính được hiệu suất xây dựng, dự toán chi phí và lập kế hoạch xây dựng (Krygiel & Nies, 2008). Hoặc BIM là một mô hình dữ liệu phần mềm máy tính đa diện không chỉ mang thông tin thiết kế tòa nhà mà còn mô phỏng

trong quá trình xây dựng và hoạt động của các dự án mới hoặc sửa chữa (Katez & Gerald, 2010).

BIM đã tạo ra một cuộc cách mạng phát triển mới trong ngành thiết kế và xây dựng. Nó đã trở thành một phương pháp đa năng để thiết kế và lưu trữ dữ liệu (Krygiel & Nies, 2008). BIM là một công cụ quan trọng được sử dụng bởi các nhà thiết kế, kiến trúc sư và nhà thầu để quản lý thông tin ngày càng nhiều và phức tạp trong các dự án xây dựng (Chelson, 2010; Krygiel & Nies, 2008).

BIM là một phương pháp cải tiến liên tục và sàng lọc (Krygiel & Nies, 2008). Nó có nhiều chức năng có thể trực tiếp ảnh hưởng đến một số vấn đề quan trọng: chất lượng, thời gian, chi phí và an toàn lao động (Ningappa, 2011). Những chức năng cơ bản của BIM có thể kể đến:

1. Mô hình hóa 3D trực quan
2. Tăng độ chính xác của thiết kế và giảm các sai lỗi
3. Tăng hiệu quả trong việc triển khai bản vẽ do tính tự động
4. Giảm thiểu xung đột giữa các bộ môn: kết cấu, kiến trúc và cơ điện
5. Tăng cường sự phối hợp giữa các bên tham gia dự án
6. Giảm thời gian gia công bản vẽ và dự toán
7. Quản lý vòng đời dự án
8. Tăng hiệu quả của quy trình và giảm sai lỗi nhập liệu
9. BIM 4D giúp việc lập kế hoạch dễ dàng hơn
10. Quản lý chi phí bằng BIM 5D

Sự kết hợp giữa BIM và Xây dựng tinh gọn

Theo Dave B. và cộng sự (2013), có bốn cơ chế tương tác chính giữa BIM và Xây dựng tinh gọn, bao gồm:

1. BIM đóng góp trực tiếp vào mục tiêu Tinh gọn: điển hình là xử lý các xung đột, làm rõ thông tin, thể hiện đúng ý đồ của khách hàng... để giảm các công tác làm lại hoặc sửa chữa.
2. BIM kết nối với các quy trình và đóng góp gián tiếp vào các mục tiêu Tinh gọn: thông qua công tác phối hợp lập tiến độ 4D hoặc 5D để công tác quản lý hiệu quả, chính xác và tối ưu.
3. Các hệ thống thông tin đi kèm với BIM cũng đóng góp trực tiếp (gián tiếp) vào các mục tiêu Tinh gọn: thông qua các mô hình phân tích dữ liệu để trích xuất thông tin một cách chính xác để phục vụ công tác tính toán tin cậy hơn.
4. Các quy trình Tinh gọn tạo điều kiện thuận lợi cho việc áp dụng công cụ BIM: quy trình tinh gọn chú trọng đến việc nâng cao giá trị cho sản phẩm bằng cách lưu trữ thông tin vận hành và BIM là công cụ tối ưu cho việc này.

Việc tìm hiểu sự tương tác giữa BIM và Xây dựng tinh gọn hình thành nên cơ sở cho việc áp dụng phối hợp chúng trong cùng một quy trình quản lý. Từ đó, tác giả tiếp tục nghiên cứu về cách thức áp dụng cụ thể BIM và LPS trong từng quy trình trong các giai đoạn của sản phẩm xây dựng tại Việt Nam nhằm tối ưu hóa lợi ích mà chúng mang lại.

Ứng dụng BIM và Last Planner System trong các giai đoạn của vòng đời sản phẩm xây dựng

Thiết kế ý tưởng	Thiết kế kỹ thuật & thi công	Thi công	Nghiệm thu & Bàn giao	Bảo trì
<ul style="list-style-type: none"> - Tiến độ tổng thể (LPS) - Làm rõ yêu cầu khách hàng (BIM) - Đánh giá & lựa chọn phương án (BIM) - Khối lượng dự toán sơ bộ (BIM) 	<ul style="list-style-type: none"> - Phối hợp các bộ môn & nhà thầu (BIM + LPS) - Xung đột (BIM) - Mô phỏng và phân tích (BIM) - Lựa chọn vật liệu (BIM) - Gia công bản vẽ (BIM) - Tiến độ phối hợp (BIM + LPS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Phối hợp các bên (BIM + LPS) - Lập và kiểm soát kế hoạch (BIM + LPS) - Quản lý chi phí (BIM) - Quản lý cung ứng (BIM + LPS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lưu trữ thông tin (BIM) - Quản lý thông tin và truy xuất dữ liệu (BIM) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lưu trữ thông tin (BIM) - Kế hoạch và kiểm soát bảo trì thiết bị (BIM) - Cập nhật thông tin (BIM)

Hình 3: Quy trình áp dụng phối hợp BIM và Last Planner System các giai đoạn của vòng đời sản phẩm xây dựng

Qua thời gian hình thành, phát triển và ứng dụng, quy trình Xây dựng tinh gọn và cũng như công cụ BIM đã thể hiện được những ưu thế vượt bậc. Vấn đề còn lại là lựa chọn công cụ và quy trình cụ thể để triển khai áp dụng phối hợp trong một quy trình quản lý nhằm đạt hiệu quả tổng hợp. Qua tìm hiểu các nghiên cứu trước [2], [5], [13], [14], [21], [25], [31], tác giả đã lựa chọn công cụ LPS đại diện cho Xây dựng tinh gọn để phối hợp với BIM vì tính đơn giản, phổ biến và quen thuộc với công tác quản lý dự án tại Việt Nam. Từng bước triển khai chi tiết trong các giai đoạn trong vòng đời sản phẩm xây dựng được thể hiện như ở Hình 07. Theo đó, BIM và LPS được áp dụng trong 5 giai đoạn: Thiết kế ý tưởng, thiết kế kỹ thuật và thi công, nghiệm thu và bàn giao, bảo trì. Đây là cơ sở cho việc áp dụng vào một dự án thực tế trong bước nghiên cứu tiếp theo

Áp dụng BIM và Last Planner System trong quản lý dự án thực tế ở dự án A

Để kiểm chứng quy trình và có thêm dữ liệu thực tế, nghiên cứu tiếp tục tiến hành đã áp dụng chúng trong quản lý dự án A theo hình thức Tổng thầu Thiết kế - Thi công tại khu vực Nha Trang.



Hình 4: Phối cảnh dự án A

Trong quá trình áp dụng thực tế, nghiên cứu chỉ tập trung một số nội dung áp dụng BIM và LPS cụ thể nhất trong 6/10 lĩnh vực quản lý dự án (theo phân loại của PMBoK), bao gồm: Quản lý thời gian, quản lý chi phí, quản lý chất lượng, quản lý thông tin, quản lý rủi ro và quản lý cung ứng.

Quản lý thời gian bằng công cụ BIM và LPS

Kế hoạch thi công được triển khai theo trình tự như trong Hình 05 bên dưới. Theo đó, tiến độ dự án sẽ được lập từ tổng thể đến chi tiết. Tiến độ nhìn trước 6 tuần và tiến độ tuần dùng để thảo luận trong cuộc họp tiến độ vào thứ 3 hàng tuần. Để các bên tham gia (bao gồm trực tiếp và trực tuyến) có thể dễ dàng hình dung được tình hình dự án, mô hình BIM với các cấu kiện được thực hiện trong 6 tuần sẽ được thể hiện tương ứng như trong hình 06.



Hình 5: Trình tự triển khai và kiểm soát tiến độ

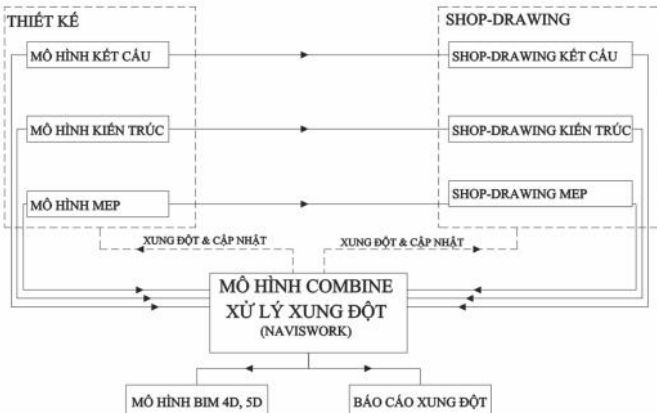
Để đảm bảo các công tác sẵn sàng thực hiện, một bảng đánh giá các yếu tố trở ngại liên tục được theo dõi và cập nhật mới hàng tuần. Các trở ngại này phải được giải quyết trước khi các công tác đó được đưa vào trong tiến độ tuần. Và theo tinh thần liên tục cải tiến của tinh thần Tinh gọn, một bảng theo dõi về các nguyên nhân gây ra chậm trễ (nếu có) cũng sẽ được lập và theo dõi để các bên cùng rút kinh nghiệm. Từ đó, có phương án cải tiến để ngày càng hoàn thiện.



Hình 6: Tiến độ 6 tuần được thể hiện trên mô hình BIM bằng phần mềm Naviswork Manage 2017

Quản lý chất lượng bằng công cụ BIM:

Công tác quản lý chất lượng ở đây tập trung vào bản vẽ (bao gồm thiết kế và bản vẽ triển khai thi công). Bằng công cụ BIM, bản vẽ các bộ môn sẽ được phối hợp và giải quyết xung đột xuyên suốt từ giai đoạn thiết kế đến khi bàn giao theo quy trình như trong hình 07.



Hình 7: Quy trình triển khai và kiểm tra xung đột bản vẽ

Theo đó, sẽ có một mô hình trung tâm đóng vai trò tổng hợp bản vẽ của 3 bộ môn để tìm ra xung đột, giải quyết và phản hồi để các mô hình cho từng bộ môn được hoàn thiện. Từ đó, mô hình trung tâm này sẽ bổ sung thêm các thông tin để tiến hành quản lý tiến độ (BIM 4D đã nói ở phần Quản lý tiến độ) và quản lý chi phí (sẽ được chi tiết ở phần Quản lý chi phí).

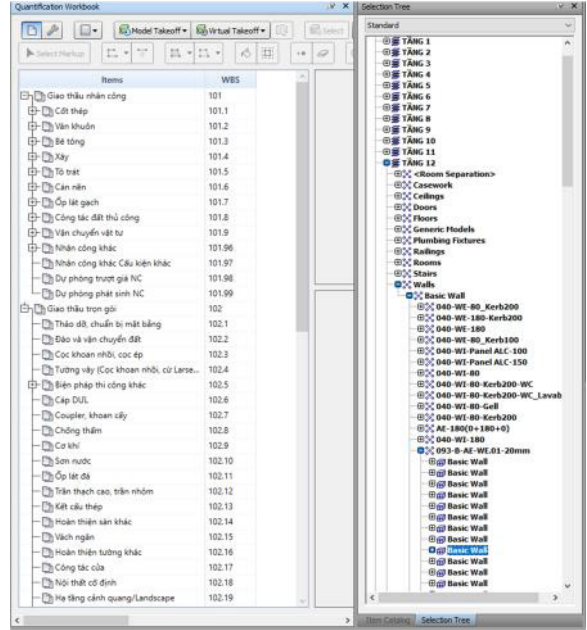
Bên cạnh đó, BIM cũng lưu trữ toàn bộ các thông tin liên quan đến cấu kiện được thi công (ví dụ: thời gian, nhân sự, thầu phụ, biên bản nghiệm thu...) để phục vụ cho công tác trích xuất hồ sơ hoàn công sau này.

Quản lý chi phí bằng công cụ BIM

Hai hai vấn đề chính được áp dụng đó là: tính toán khối lượng và kiểm soát thanh toán. Các đầu mục khối lượng được đưa vào mô hình thông qua công cụ Quantification của phần mềm Naviswork Manage 2017 như trong Hình 08:

Từ đó, các thông tin từ mô hình sẽ được cập nhật vào trong hệ thống các đầu mục công việc được định sẵn và dữ liệu sẽ được xuất sang định dạng bảng tính excel để xử lý.

Công tác kiểm soát thanh toán được tiến hành theo 3 bước chính:



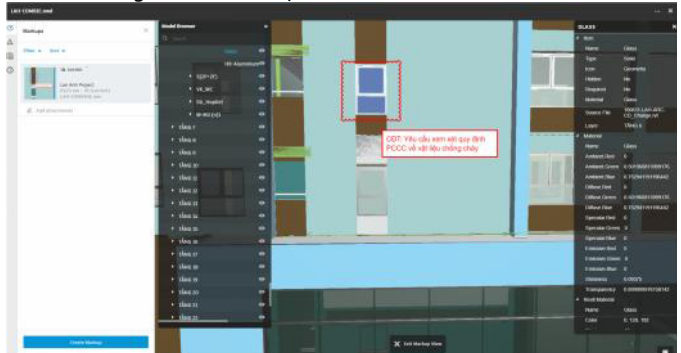
Hình 8: Các đầu mục tính toán khối lượng trong mô hình Naviswork bằng công cụ Quantification

1. Bước 01: Dùng bộ lọc trong công cụ Timeliner để lọc ra các công việc đã hoàn thành trong kì thanh toán và lưu nhóm theo tên kì thanh toán.
2. Bước 02: Kéo thả các cấu kiện hoàn thành vào bảng khối lượng với các đầu mục tương ứng
3. Bước 03: Xuất khối lượng ra bảng Excel và bổ sung đơn giá tương ứng.

Các cấu kiện được xuất thanh toán cho từng kì là duy nhất theo tiến độ do đó sẽ hạn chế được sự trùng lặp về khối lượng giữa các kì thanh toán.

Quản lý thông tin bằng công cụ BIM và LPS

Việc quản lý thông tin được thực hiện cả bằng phương pháp trực tiếp thông qua cuộc họp phối hợp (đã được nhắc đến trong phần Quản lý thời gian) và phương pháp trực tuyến thông qua một công cụ đi kèm đó là BIM360. Bằng cách cập nhật mô hình lên cơ sở dữ liệu điện toán đám mây, các bên tham gia dự án có thể đồng thời tương tác để tiến hành: phê duyệt bản vẽ, xem xét và xử lý các xung đột, thông tin đến các bên tham gia chỉ thị của chủ đầu tư bằng cách đánh dấu trên mô hình như trong Hình 09 thể hiện.



Hình 9: Yêu cầu thay đổi trực tuyến từ Chủ đầu tư trên mô hình BIM360

Quản lý rủi ro bằng công cụ LPS

Toàn bộ các rủi ro sẽ được nhận diện, theo dõi và xử lý ở tất cả các cấp quản lý để cùng nhau biết và thực hiện. Và thực chất vấn đề này đã được nói đến ở cuộc họp phối hợp theo quy trình LPS đã được nói đến

ở phần Quản lý thời gian khi tiến hành nhận diện, theo dõi và xử lý các trở ngại ảnh hưởng đến tiến độ thực hiện dự án.

Quản lý cung ứng bằng công cụ BIM

Ứng dụng BIM với mô hình đầy đủ các thông tin từ các mẫu vật liệu thực tế đưa vào mô hình trực quan sẽ giúp các bên có cái nhìn tổng thể để ra quyết định lựa chọn sản phẩm thích hợp một cách nhanh chóng. Đi kèm với đó, chức năng kiểm soát hao hụt với hai loại vật tư quan trọng: thép xây dựng và gạch ốp lát đã giúp cho Nhà thầu giảm được chi phí đáng kể.

Kết luận

Sự kết hợp giữa BIM và Last Planner System là yếu tố chính giúp cho dự án giảm thiểu được các lãng phí theo đúng tinh thần của Xây dựng tinh gọn nhằm tăng giá trị cho dự án. Đây là sự phối hợp giữa các yếu tố Tổ chức – Quy trình (LPS) và Công nghệ (BIM). Nghiên cứu này dẫn đến kết luận: BIM là công nghệ được sử dụng để hoàn thành mục tiêu của dự án (giảm thiểu lãng phí và gia tăng giá trị cho sản phẩm) và LPS là môi trường cần thiết để BIM được phát huy thêm thế mạnh trong việc kiểm soát thời gian và trao đổi thông tin.

Với xu hướng phát triển hiện nay, việc bắt buộc áp dụng BIM cho trong xây dựng là điều không thể tránh khỏi. Cùng với đó, yêu cầu tăng giá trị cho dự án cũng như giảm lãng phí trong ngày xây dựng cũng được quan tâm ngày càng nhiều (Xây dựng tinh gọn). Thực tế, tại Anh đã xây dựng khung pháp lý chuẩn bị cho việc áp dụng BIM toàn diện (cấp 02 và 03) vào trong quản lý xây dựng để giảm thiểu chất thải và tăng giá trị cho công trình và được khuyến cáo là mô hình kiểu mẫu để áp dụng. Từ bây giờ, chúng ta cần tiếp cận, hình thành nên quy trình để áp dụng BIM và Xây dựng tinh gọn vào dự án nhằm tăng giá trị (lợi nhuận) của sản phẩm xây dựng với sự hao phí được hạn chế tối thiểu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Autodesk revit training (20177, October 31).
- [2] Aziz, R. & Hafez, S., 2013. "Applying lean thinking in construction and performance improvement." *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), pp. 679-695.
- [3] Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of production control* (Doctoral dissertation). School of Civil Engineering, University of Birmingham.
- [4] Ballard, G., Hammond, J., & Nickerson, R. (2009, July). *Production control principles*. In *Proceedings of the 17th annual conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 489-500).
- [5] Bhatla A. & Leite F. "Integration framework of BIM with the Last Planner System", In *Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* Haifa, Israel, July14-16, 2012.
- [6] BSI. "PAS 1992-5:2015 – Specification for security-minded building information modeling, digital built environments and smart asset management, UK, ISBN 978 0 580 88257 9, 2015.
- [7] C. Dang. "Các yếu tố thành công của các dự án được thực hiện theo phương thức thiết kế - thi công ở khu vực phía Nam," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2011.
- [8] C. Hoang. "Đánh giá hiệu quả kết nối thông tin trong các dự án xây dựng tại Việt Nam," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2015
- [9] C. Nguyen. "Nghiên cứu đánh giá rủi ro của hình thức tổng thầu Thiết kế - Thi công trong thi công xây dựng tại Việt Nam," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2011
- [10] Chan, A.P.C., Ho, D.K.C, and Tam, C.M. (2001). "Design and build project success factors: Multivariate analysis", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 127(2), 93-100.
- [11] Chelson, D. E. (2010). *The effects of building information modeling on construction site productivity* (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/762401054?accountid=15150>
- [12] D. Nguyen. "Phân tích các nguyên nhân gây chậm trễ tiến độ do nhà thầu thi công và biện pháp khắc phục, hạn chế," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2015
- [13] Dave, D. et al (2013). *Implementing Lean in construction: Lean construction and BIM*, C725, CIRIA, London (ISBN: 978-0-86017-727-2)
- [14] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, architects, engineers, contractors, and fabricators*, Wiley, Hoboken, N.J.
- [15] Gamil, M. "Mapping between BIM and Lean Construction," Master Thesis, University of Applied Sciences, Berlin, 2017
- [16] H. Pham. "Phân tích tác động của các ràng buộc đến khả năng thực thi kế hoạch chi tiết trong các dự án xây dựng," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2016
- [17] Katz, G. I. & Crandall, J. C. (2010). *Building Information Modeling: The present of the construction industry*. *Construction Accounting & Taxation*, 20(1), 26-32.
- [18] Koskela, et al., 2002. *The foundations of lean construction. Design and construction: Building in value*, pp. 211-226.
- [19] Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: successful sustainable design with building information modeling*. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons.
- [20] L. Nguyen. "Các nhân tố làm tăng chi phí của dự án theo mô hình Fast-track dưới góc nhìn của nhà thầu," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2013.
- [21] LCI Israel. (2015, 06 22). *Last Planner System Business Process Standard and Guidelines*, (Revision 06)
- [22] M. Nguyen & N. Nguyen. "Phong cách quản lý Lean – Nguyên tắc và ứng dụng tại Việt nam," *Tạp chí khoa học*. Số 01. Pp.108-114, 01 2013.
- [23] Nguyen, D.L., Ogunlana, S.O., and Lan., Đ.T.X. (2004). "A study on project success factors in large construction projects in Vietnam", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(6), 404-413.
- [24] Nigappa G. "Use of Lean and Building Information Modeling (BIM) in the Construction Process; Does BIM make it Leaner?" Master Thesis, Georgia Institute of Technology, Georgia, 2011
- [25] Onyango A.F. "Interaction between Lean Construction and BIM", Master of Science Thesis, Stockholm, Sweden, 2016
- [26] P. Vo. "Các nhân tố sai sót và thay đổi thiết kế ảnh hưởng đến tiến độ thi công," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2016.
- [27] Project Management Institute, Inc. *A Guide to the Project Management Body Of Knowledge*, 6th edition, U.S, 2017
- [28] S. Mai. "Phân tích tác động yếu tố quản lý của nhà thầu đến sự thành công của dự án xây dựng tại khu vực Tp.Hồ Chí Minh," Luận văn thạc sĩ, ĐH Bách Khoa TP Hồ Chí Minh, Việt Nam, 2016
- [29] Songer, A.D., Molenaar, K.R., and Robinson, G.D. (1997). "Selection factors and success criteria for design-build in the U.S. and U.K.", available at: <http://www.colorado.edu/engineering/civil/db/papers/usuk/> (accessed May 5, 2010)
- [30] Womack, J. P., and Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York.
- [31] Zaid K. "Using Building Information Modeling (BIM) and the Last Planner System (LPS) to reduce construction process delay," Master Thesis & Specialist Project, Western Kentucky University, Kentucky, 2016