

ĐỀ XUẤT QUY TẮC TẠO LẬP MÔ HÌNH BIM PHỤC VỤ VIỆC TỰ ĐỘNG HÓA ĐO BÓC KHỐI LƯỢNG TRONG CÁC DỰ ÁN XÂY DỰNG SỬ DỤNG VỐN NHÀ NƯỚC TẠI VIỆT NAM

Lưu Quang Phương^a, Nguyễn Thế Quân^{a,*}

^a*Viện Quản lý Đầu tư Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng, số 55 Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 28/07/2020, Sửa xong 28/09/2020, Chấp nhận đăng 28/09/2020

Tóm tắt

Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling, viết tắt là BIM), một xu thế mới cho ngành xây dựng hiện nay, khi được ứng dụng trong các dự án đầu tư xây dựng đã cho thấy những ưu điểm vượt trội trong việc kết xuất khối lượng tự động. Tuy nhiên, tại Việt Nam, do người dựng mô hình ban đầu thường là các họa viên, kỹ sư, kiến trúc sư, kiến thức chuyên sâu về dự toán không phải là thế mạnh của họ, vì vậy họ quan tâm chủ yếu đến hình khối kết cấu, kiến trúc v.v. mà chưa quan tâm đến các thông tin phục vụ đo bóc khối lượng và lập dự toán. Do đó, mô hình BIM được họ dựng lên khi sử dụng để xuất khối lượng cho kết quả khối lượng chưa phù hợp với yêu cầu bóc tách khối lượng từ các hướng dẫn, quy định về đo bóc khối lượng hiện nay, cần được điều chỉnh thủ công, dẫn đến giảm độ chính xác và năng suất bóc tách, mà các công cụ hỗ trợ dựng mô hình và bóc khối lượng từ mô hình BIM phổ biến hiện nay chưa giải quyết được vấn đề này. Bài báo đề xuất một số quy tắc cần tuân thủ khi tạo lập mô hình BIM dành cho người dựng mô hình, để giảm nhẹ khối lượng điều chỉnh mô hình, bổ sung thông tin sau này cho người bóc tách khối lượng. Các quy tắc này không quá phức tạp để làm giảm năng suất và hiệu quả của những người dựng mô hình ban đầu, nhưng vẫn đảm bảo giảm được đáng kể khối lượng xử lý, điều chỉnh mô hình cho người bóc tách khối lượng, từ đó tăng được tốc độ và hiệu quả chung khi áp dụng BIM trong dự án đầu tư xây dựng tại Việt Nam.

Từ khóa: dự án sử dụng vốn nhà nước; mô hình thông tin công trình; đo bóc khối lượng; đối tượng BIM.

ESTABLISH THE RULES FOR BIM MODELS DEVELOPMENT TO FACILITATE THE PROCESS OF AUTOMATIC BIM-BASED QUANTITY TAKEOFF IN CONSTRUCTION PROJECTS USING STATE CAPITAL IN VIETNAM

Abstract

Building Information Modelling (BIM), a new trend in the global construction industry, has proved significant advantages when being used in automatic quantity takeoff. However, in Vietnam, since the BIM Modelers who initially develop the models are often draftsman, engineers and architects, and are not well equipped with quantity surveying, they pay more attention to develop architectural and structural elements, models but not information for quantity-takeoff. Therefore, their BIM models when being used for quantity-takeoff will generate the quantities of works which are not compatible with the current requirements and guidance for quantity takeoff, leading to low accuracy and productivity, while popular BIM authoring and BIM-based quantity take-off solutions cannot help with those issues. This paper proposed some rules for the development of initial BIM models for the purpose of reducing the workload of revising the models and adding in more information for quantity takeoff for the quantity surveyors. Those rules have been kept simple in order not to reduce productivity and efficiency of the model development process, but to keep the workload of revising the models of the quantity surveyors to minimum, then, bring comprehensive benefits to the whole projects.

Keywords: project funded with stage capital; building information modeling; quantity takeoff; BIM objects.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14\(4V\)-11](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14(4V)-11) © 2020 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: quannt@nuce.edu.vn (Quân, N. T.)

1. Giới thiệu

Mô hình thông tin công trình (BIM) đang được ứng dụng ngày càng phổ biến trong ngành xây dựng, các ứng dụng BIM phổ biến như mô phỏng năng lượng (energy simulation) [1], xây dựng bền vững (sustainable construction) [2, 3], quản lý tài sản (asset management) [4], quản lý rủi ro (risk management) [5, 6], đo bóc khối lượng và dự toán (quantity take-off and estimate) [7]. Với việc BIM đang ngày càng được chấp nhận rộng rãi trong ngành xây dựng, việc sử dụng BIM có thể tự động hóa đáng kể việc đo bóc khối lượng bằng các phần mềm BIM thông qua các kỹ thuật trích xuất khối lượng dựa trên mô hình [8].

Việc xác định chính xác khối lượng không chỉ giúp dễ dàng trong việc ước lượng và quản lý chi phí mà còn giúp hạn chế những khối lượng phát sinh ngoài mong muốn trong quá trình thi công xây dựng. Do vậy việc áp dụng các tiến bộ khoa học công nghệ trong ngành xây dựng nói chung và trong đo bóc khối lượng nói riêng là rất cần thiết, trong đó Mô hình thông tin công trình đang gần như là một công cụ mạnh nhất hiện nay trong việc xác định khối lượng xây dựng công trình do khối lượng có thể kết xuất tự động được từ mô hình BIM.

Kết quả kết xuất khối lượng từ mô hình BIM có chứa hai dạng thông tin là thông tin hình học (kích thước) và thông tin phi hình học (vật liệu, mã hiệu...). Ví dụ về thông tin hình học bao gồm khối lượng cột bê tông và khối lượng đường ống thông gió, các thông tin phi hình học bao gồm tên công tác xây dựng, mã hiệu, vật liệu cấu thành. Các thông tin phi hình học cần thiết cho việc đo bóc khối lượng có thể được đưa thêm vào mô hình BIM. Lợi ích của BIM trong đo bóc khối lượng đạt được một phần nhờ vào việc sử dụng các công cụ BIM khác nhau cho phép mô hình hóa chính xác các dự án, do đó giúp xác định khối lượng chính xác hơn so với các phương pháp truyền thống. Một số công cụ BIM phổ biến trong việc đo bóc khối lượng hiện nay như Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, Autodesk QTO, CostX, Cubicost, Innovaya, Bentley ConstrucSim, Balfour Technologies, v.v. cũng đều có ưu điểm này trong một số thị trường nhất định.

Hiện nay, việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM tại Việt Nam cũng đã dần trở nên phổ biến. Tuy nhiên, tại Việt Nam, do người dựng mô hình ban đầu thường là các họa viên, kỹ sư, kiến trúc sư, kiến thức chuyên sâu về dự toán không phải là thế mạnh của họ, vì vậy họ quan tâm chủ yếu đến hình khối kết cấu, kiến trúc v.v.. mà chưa quan tâm đến các thông tin phục vụ đo bóc khối lượng và lập dự toán. Do đó, mô hình BIM được họ dựng lên khi sử dụng để xuất khối lượng cho kết quả khối lượng chưa phù hợp với yêu cầu bóc tách khối lượng từ các hướng dẫn, quy định về đo bóc khối lượng hiện nay, cần được điều chỉnh thủ công, phải qua nhiều thao tác chỉnh sửa, điều này làm mất đi tính tự động của BIM cũng như tăng khả năng sai sót, từ đó dẫn đến giảm độ chính xác và năng suất bóc tách. Các công cụ hỗ trợ bóc khối lượng từ mô hình BIM hiện nay chủ yếu có nguồn gốc nước ngoài, nên thường không tích hợp được các quy định, hướng dẫn đo bóc khối lượng hiện hành tại Việt Nam, áp dụng cho các dự án sử dụng vốn nhà nước nhưng cũng được sử dụng phổ biến trong các dự án sử dụng vốn khác. Một số công cụ khác thì đã được tích hợp các quy định đo bóc khối lượng của Việt Nam này, nhưng hoặc chưa đầy đủ, hoặc phụ thuộc vào mô hình được dựng ban đầu từ các phần mềm dựng mô hình, trong khi các phần mềm dựng mô hình lại chưa xem xét đến các quy định, hướng dẫn đo bóc khối lượng hiện hành tại Việt Nam (ví dụ các phần mềm của Autodesk chỉ được tích hợp các nguyên tắc đo bóc khối lượng phổ biến trên thế giới như SMM7, NRM...), chưa có các nguyên tắc địa phương). Việc đòi hỏi các kỹ sư, kiến trúc sư dựng mô hình tìm hiểu kỹ lưỡng các quy tắc đo bóc khối lượng để phục vụ cho công việc của họ sẽ khó khả thi trong thực tế và sẽ dẫn đến giảm năng suất và hiệu quả. Tuy nhiên, nếu họ bỏ qua toàn bộ các quy tắc này thì người khai thác mô hình để bóc tách khối lượng và lập dự toán sẽ rất vất vả, làm giảm năng suất và hiệu quả công việc. Do đó, bài báo đề xuất một số quy tắc cần tuân thủ khi tạo lập mô hình BIM dành cho người dựng mô hình, để giảm nhẹ

khối lượng điều chỉnh mô hình, bổ sung thông tin sau này cho người bóc tách khối lượng. Các quy tắc này không quá phức tạp để làm giảm năng suất và hiệu quả của những người dựng mô hình ban đầu.

Do đó, tại các quốc gia sử dụng các quy định đo bóc khối lượng riêng như Việt Nam, cần xem xét bổ sung hướng dẫn các quy tắc tạo dựng mô hình BIM để làm nền tảng kết xuất khối lượng theo quy tắc địa phương. Hiện tại, các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng tại Việt Nam được thể hiện trong Thông tư số 17/2019/TT-BXD ngày 26/12/2019 Hướng dẫn đo bóc khối lượng xây dựng công trình [9]. Bằng phương pháp phân tích, đánh giá tài liệu, phương pháp suy luận logic và phương pháp mô hình hóa, bài báo nghiên cứu các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng cho các dự án sử dụng vốn Nhà nước tại Việt Nam, trong đó tập trung vào loại hình công trình dân dụng, công nghiệp (phần xây dựng) ở bước thiết kế kỹ thuật, thiết kế bản vẽ thi công và đề xuất quy tắc tạo lập mô hình phục vụ tự động hóa đo bóc khối lượng ứng dụng BIM trong các dự án sử dụng vốn Nhà nước tại Việt Nam phù hợp các hướng dẫn, quy định này.

2. Tổng quan về đo bóc khối lượng ứng dụng BIM

Đo bóc khối lượng ứng dụng BIM đã thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu trên toàn thế giới. Các bài báo nghiên cứu quốc tế có liên quan chỉ ra các yếu tố hạn chế của việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM [10], lợi ích và thách thức đối với việc áp dụng BIM trong việc đo bóc khối lượng [11–13]. Một số nghiên cứu cũng đề xuất các giải pháp để việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM hiệu quả hơn như đề xuất cách thức lập mô hình BIM phục vụ việc đo bóc khối lượng [14], đề xuất các nguyên tắc liên quan đến việc đo bóc khối lượng trong mô hình BIM [15], đề xuất quy trình đo bóc khối lượng ứng dụng BIM để cải thiện độ tin cậy của dự toán trong giai đoạn thiết kế sơ bộ [16]. Các nghiên cứu này đều nhằm mục đích giúp cho việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM được thực hiện dễ dàng và hiệu quả hơn. Tuy nhiên cần có nghiên cứu cụ thể phù hợp với các hướng dẫn, quy định của Việt Nam.

Các nhà nghiên cứu từ Việt Nam quan tâm đến các bài học rút ra từ nước ngoài để ước tính chi phí dựa trên BIM [17–19], các bước để thực hiện đo bóc khối lượng trong mô hình BIM bằng API (Application Programming Interface) [20], phát triển chương trình ứng dụng BIM trong tự động hóa dự toán chi phí [21, 22] nhưng chưa đề cập đến tính chính xác của khối lượng theo quy định của Việt Nam và một số hãng phần mềm đang phát triển các công cụ BIM hỗ trợ đo bóc khối lượng ứng dụng BIM phù hợp điều kiện Việt Nam. Do các nguyên tắc đo bóc khối lượng từ mô hình BIM là khác nhau giữa các quốc gia (một số quốc gia sử dụng một số quy tắc đo bóc khối lượng được công nhận rộng rãi như Phương pháp đo lường tiêu chuẩn (SMM), Phương pháp đo lường tiêu chuẩn kỹ thuật dân dụng (CESMM), Quy tắc đo lường mới (NRM), các tiêu chuẩn quốc gia cụ thể như Tiêu chuẩn 573 của Sri Lanka hoặc quy định trong Thông tư số 17/2019/TT-BXD tại Việt Nam, v.v.), nên các yêu cầu về thông tin đối với các đối tượng BIM là khác nhau. Khối lượng trích xuất từ các mô hình BIM sẽ được nhập vào phần mềm dự toán (cụ thể là G8, F1, GXD v.v. tại Việt Nam) hoặc chương trình bảng tính như Microsoft Excel để lập dự toán. Do đó, điều quan trọng là dữ liệu của khối lượng kết xuất từ mô hình BIM phải phù hợp với yêu cầu dữ liệu đầu vào của các phần mềm dự toán của Việt Nam, muốn vậy kết quả của việc kết xuất khối lượng từ mô hình BIM phải tuân thủ theo các hướng dẫn, quy định về đo bóc khối lượng tại Việt Nam.

Thông thường, việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM được thực hiện theo hai cách. Cách một là khối lượng được kết xuất trực tiếp từ phần mềm lập mô hình BIM, cách hai là mô hình BIM được tạo lập bằng phần mềm lập mô hình sẽ được nhập liệu vào phần mềm đo bóc khối lượng chuyên dụng từ đó thực hiện việc kết xuất khối lượng. Đối với cách một, khối lượng sẽ được kết xuất trực tiếp từ mô hình BIM mà không cần thông qua bất kỳ bước nào khác. Đối với cách hai, yêu cầu là hai phần mềm

(phần mềm lập mô hình và phần mềm đo bóc khối lượng chuyên dụng) cần giao tiếp được với nhau thông qua định dạng dữ liệu chung, phổ biến hiện nay là định dạng IFC. IFC là một định dạng dữ liệu mở được xây dựng và duy trì bởi Building Smart International. Kể từ khi sáng kiến IFC đầu tiên được đưa ra vào năm 1994, các phiên bản khác nhau đã được phát triển. Phiên bản được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay được tích hợp trong hầu hết các công cụ BIM là IFC 2X3, ưu điểm là không phụ thuộc vào một loại công cụ BIM nhất định, nhưng nhược điểm là cần phải trải qua các bước trung gian, điều này làm mất thời gian và có thể xảy ra nhiều sai sót (phụ thuộc vào chất lượng của định dạng dữ liệu trung gian). Tuy nhiên, dù có sử dụng cách nào thì các công cụ BIM cũng đều phải được tích hợp các quy định đo bóc khối lượng phù hợp với từng quốc gia.

Đối với việc ứng dụng BIM trong đo bóc khối lượng, các công cụ BIM là không thể thiếu, vì nó giúp cho việc xác định khối lượng được thực hiện dễ dàng, nhanh chóng và chính xác. Đa phần các công cụ BIM hỗ trợ cho việc đo bóc khối lượng phổ biến hiện nay đều được tích hợp các hệ thống phân loại như Omniclass, Unifomat, MasterFormat, Uniclass, cùng với đó việc kết xuất khối lượng từ mô hình BIM được tạo lập bằng các công cụ BIM này tuân thủ theo các hệ thống phân loại được tích hợp kể trên. Một trong số các công cụ BIM phổ biến tại Việt Nam hiện nay là Autodesk Revit được sử dụng trong việc lập mô hình 3D và cũng được tích hợp tính năng kết xuất khối lượng theo các hệ thống phân loại trên. Các công cụ BIM khác như Vico chứa cấu trúc phân chia công việc dựa trên hệ thống phân loại Unifomat; CostX được tích hợp các quy định đo bóc khối lượng NRM 1, NRM 2, NRM 3, phương pháp đo lường tiêu chuẩn 7 (SMM7), Hồng Kông SMM (HK SMM), phương pháp đo lường tiêu chuẩn 5 (ASMM5) của Úc.

3. Cơ sở pháp lý về đo bóc khối lượng tại Việt Nam cho các dự án sử dụng vốn Nhà nước

Hiện tại ở Việt Nam các hướng dẫn, quy định về đo bóc khối lượng được ban hành và cập nhật thường xuyên. Ngày 26/12/2019, Bộ Xây dựng đã ban hành Thông tư số 17/2019/TT-BXD về việc ban hành hướng dẫn đo bóc khối lượng xây dựng công trình làm cơ sở xác định và quản lý chi phí đầu tư xây dựng đối với các dự án sử dụng vốn ngân sách Nhà nước, vốn Nhà nước ngoài ngân sách và dự án đầu tư theo hình thức đối tác công tư (PPP). Thông tư này thay thế Quyết định số 451/QĐ-BXD và trước đó là Quyết định số 788/QĐ-BXD, nên mang tính bắt buộc so với trước đây chỉ dừng lại ở mức tham khảo áp dụng. Các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng này đều được xây dựng dựa trên những nguyên tắc về đo bóc khối lượng cũng như hệ thống văn bản liên quan khác như các quy định về quản lý chi phí, bộ định mức dự toán, đơn giá xây dựng. Tuy được ban hành cho các dự án sử dụng vốn Nhà nước, nhưng trong thực tế, các hướng dẫn, quy định này vẫn được các dự án sử dụng nguồn vốn khác tham khảo áp dụng.

Kết cấu của hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng của Việt Nam được chia làm ba phần [9]. Phần 1 là những nguyên tắc chung trong việc xác định khối lượng, phần 2 là những quy định về việc đo bóc khối lượng theo những yêu cầu nhất định, phần 3 là hướng dẫn việc đo bóc khối lượng cụ thể theo các công tác xây dựng chủ yếu.

Việc xác định khối lượng các công tác xây dựng trên được căn cứ theo hồ sơ thiết kế được phê duyệt, tính chất vật liệu cấu thành, biện pháp thi công, cấu tạo của cấu kiện và các yêu cầu đặc thù của mỗi công tác xây dựng. Các công tác xây dựng này được tham chiếu theo bộ định mức dự toán và các bộ đơn giá xây dựng được ban hành. Cùng với đó, việc đo bóc khối lượng theo các công tác xây dựng cần tuân thủ theo những quy định riêng của mỗi công tác. Với việc áp dụng BIM, công tác đo bóc khối lượng được thực hiện dựa trên mô hình BIM. Tuy nhiên, thực tế các mô hình BIM thường không thể hiện hết tất cả các cấu kiện/thành phần công trình mà chỉ thể hiện các phần chính, các phần điển hình, lý do là một công trình xây dựng có nhiều chi tiết giống nhau nên chỉ cần thể hiện chi tiết

Bảng 1. Quy định đo bóc khối lượng cụ thể cho mỗi công tác xây dựng
(trích trong Thông tư số 17/2019/TT-BXD)

Công tác xây dựng	Quy định đo bóc khối lượng hiện hành
Công tác phá dỡ	Khối lượng công tác phá dỡ được phân loại theo cấu kiện cần phá dỡ, loại vật liệu cần phá dỡ, điều kiện thi công và biện pháp thi công
Công tác đào, đắp	Khối lượng đào, đắp phải được đo bóc theo nhóm, loại công tác, cấp đất, đá, độ sâu đào, bề rộng hố đào, điều kiện thi công, biện pháp thi công
Công tác xây	Khối lượng xây dựng được đo bóc bao gồm cả các phần nhô ra và các chi tiết liên kết gắn liền với khối xây thể hiện trong thiết kế, không phải trừ khối lượng các khoảng trống không phải xây trong khối xây có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ² Xây tường độc lập có chiều dài lớn hơn không quá 4 lần chiều dày tường được tính là xây cột, trụ
Công tác bê tông	Khối lượng bê tông được đo bóc là toàn bộ kết cấu bê tông kể cả các phần nhô ra, không trừ thể tích cốt thép, dây buộc, bản mã, các bộ phận ứng suất trước (ngoại trừ ống luồn cáp, ống siêu âm), các lỗ rỗng trên bề mặt kết cấu bê tông có thể tích nhỏ hơn 0,1 m ³ nằm trong bê tông Cột, trụ nối với tường, nếu có cùng cấp phối, mác bê tông với tường và không yêu cầu phải đúc riêng thì đo bóc như bộ phận của tường Bê tông giao giữa cột và dầm nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông và không có yêu cầu phải đúc riêng thì đo bóc như bộ phận của dầm Phần bê tông dầm, cột, vách nằm trong tấm sàn nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông với tấm sàn và không có yêu cầu phải đúc riêng thì đo bóc như bộ phận của sàn
Công tác ván khuôn	Khối lượng ván khuôn được đo cho bề mặt của bê tông cần phải chống đỡ tạm thời trong khi đúc, không phải trừ các lỗ rỗng trên bề mặt kết cấu bê tông có diện tích nhỏ hơn 1 m ² Đối với khối lượng ván khuôn theo tấm định hình khi thi công theo yêu cầu kỹ thuật có kích thước lớn hơn 3 m ² không phải trừ diện tích ván khuôn các lỗ rỗng trên bề mặt kết cấu bê tông
Công tác cốt thép	Khối lượng cốt thép phải được đo bóc, phân loại theo loại thép, mác thép, nhóm thép đường kính cốt thép theo chi tiết bộ phận kết cấu và điều kiện thi công Khối lượng cốt thép được đo bóc bao gồm khối lượng cốt thép, mỗi nối chồng, nối ren, nối ống, miếng đệm, con kê, bu lông liên kết và khối lượng cốt thép biện pháp thi công (nếu có)
Công tác cọc	Khối lượng cọc phải được đo bóc, phân loại theo vật liệu chế tạo cọc, kích thước cọc, biện pháp thi công cọc, độ sâu cọc, cấp đất đá, điều kiện thi công
Công tác kết cấu thép	Khối lượng kết cấu thép bao gồm cả mỗi nối chồng theo quy định của tiêu chuẩn kỹ thuật, khối lượng cắt xiên, cắt vát các đầu hoặc các khối lượng khoét bỏ để tạo thành các rãnh, lỗ hoặc khắc hình trên bề mặt kết cấu thép mà mỗi lỗ có diện tích nhỏ hơn 0,1m ² cũng như khối lượng bu lông, đai ốc, con kê nhưng không bao gồm khối lượng các bu lông, chi tiết gá lắp, lắp ráp tạm thời
Công tác kết cấu gỗ	Khối lượng bao gồm cả mỗi nối, mỗi ghép bằng gỗ. Đối với sàn, vách, trần gỗ không trừ khối lượng khoảng trống, lỗ rỗng có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ² . Không tính các vật liệu dùng để chống đỡ khi lắp dựng kết cấu gỗ nhỏ hơn 0,25 m ² . Không tính các vật liệu dùng để chống đỡ khi lắp dựng kết cấu gỗ như đà giáo, thanh chống v.v.
Công tác hoàn thiện	Khối lượng công tác hoàn thiện khi đo bóc không trừ đi khối lượng các lỗ rỗng, khoảng trống không phải hoàn thiện có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ²
Công tác dàn giáo phục vụ thi công	Dàn giáo trong được tính theo diện tích hình chiếu bằng của kết cấu và chỉ được tính đối với các công tác có chiều cao lớn hơn 3,6 m theo nguyên tắc lấy chiều cao dàn giáo 3,6 m làm gốc và cứ mỗi khoảng tăng thêm 1,2 m tính thêm một lớp để cọng đôn, khoảng tăng chưa đủ 0,6m không được tính khối lượng Dàn giáo hoàn thiện trụ và cột độc lập được tính theo chu vi mặt cắt cột, trụ cộng thêm 3,6 m nhân với chiều cao cột trụ

đại diện, vì vậy nếu chỉ căn cứ vào mô hình thì khối lượng có thể bị thiếu. Do đó, trước khi thực hiện việc đo bóc khối lượng, người đo bóc khối lượng cũng cần phải kiểm tra mô hình BIM, nếu phát hiện mô hình chưa đầy đủ các thông tin cần thiết thì cần yêu cầu người lập mô hình bổ sung cập nhật lại. Những quy định đặc thù của công tác đo bóc khối lượng mà mô hình BIM cần đáp ứng được liệt kê trong Bảng 1, do phạm vi của bài báo nên trong Bảng 1 tác giả chỉ đề cập đến những quy định đo bóc khối lượng phần xây dựng. Theo đó, trong quá trình đo bóc khối lượng, cần căn cứ thêm vào từng quy định đặc thù của mỗi công tác xây dựng để xác định đúng khối lượng cần thiết.

4. Đề xuất quy tắc tạo lập mô hình phục vụ tự động hóa đo bóc khối lượng ứng dụng BIM tuân thủ các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng cho các dự án sử dụng vốn Nhà nước tại Việt Nam

Như đã nói, việc lập mô hình BIM ở Việt Nam hiện tại chủ yếu sử dụng các công cụ BIM có nguồn gốc nước ngoài, do đó các quy tắc lập mô hình cũng như kết xuất khối lượng từ các mô hình BIM này tuân theo những quy định của nước ngoài mà chưa tuân theo các hướng dẫn, quy định ở Việt Nam. Trong đó các quy tắc về việc sử dụng đối tượng BIM và mối quan hệ giữa các đối tượng BIM chưa được thể hiện phù hợp với các quy định riêng của mỗi công tác xây lắp. Do đó, để việc đo bóc khối lượng áp dụng BIM phù hợp với hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng của Việt Nam thì cần đưa ra những giải pháp cụ thể. Trên cơ sở đã phân tích, tác giả đề xuất một số quy tắc tạo lập mô hình phục vụ tự động hóa đo bóc khối lượng ứng dụng BIM đáp ứng các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng cho các dự án sử dụng vốn Nhà nước tại Việt Nam.

Hiện nay, việc lập mô hình BIM tại Việt Nam chủ yếu sử dụng Autodesk Revit nên trong bài báo này tác giả sử dụng các đối tượng BIM của Autodesk Revit (Đối tượng BIM trong Autodesk Revit được gọi là Family) để làm cơ sở đề xuất việc sử dụng đối tượng BIM.

4.1. Quy tắc sử dụng đối tượng BIM

Trong Autodesk Revit, các Family được sử dụng để lập mô hình được chia làm ba loại sau:

- System family (sau đây gọi là Đối tượng BIM 1): Là loại Family mặc định của Autodesk Revit đã định nghĩa sẵn và không cho phép người dùng hiệu chỉnh hay tạo mới.

- Loadable family (sau đây gọi là Đối tượng BIM 2): Là loại Family cho phép người dùng có thể tạo mới dựa trên các Family mẫu có sẵn của phần mềm sau đó có thể lưu ở định dạng tệp ngoài và được sử dụng để tạo lập nhiều mô hình BIM khác nhau.

- In-place family (sau đây gọi là Đối tượng BIM 3): Là loại Family dựng trong nội bộ mô hình BIM, không lưu được ở dạng tệp ngoài. Các Family loại này sẽ được tạo trực tiếp trong một mô hình BIM cụ thể và không thể dùng cho các mô hình khác.

Tùy theo yêu cầu của mỗi công tác xây dựng để sử dụng các đối tượng BIM một cách phù hợp, bảng dưới đây đề xuất quy tắc sử dụng đối tượng BIM theo các mức độ ưu tiên để lập mô hình BIM phù hợp với yêu cầu đo bóc khối lượng của mỗi công tác xây dựng.

- Đối với Công tác xây, Công tác cốt thép, Công tác bê tông (phần sàn, vách), Công tác hoàn thiện trong mô hình BIM được thể hiện bởi các đối tượng BIM như tường, sàn, thép v.v.

- Đối với Công tác bê tông (phần cột, dầm), Công tác ván khuôn, Công tác cọc, Công tác kết cấu thép, Công tác kết cấu gỗ, Công tác dàn giáo phục vụ thi công trong mô hình BIM được thể hiện bởi các đối tượng BIM như dầm, cột, cọc v.v.

- Đối với các Công tác xây dựng còn lại cần căn cứ theo loại cấu kiện/thành phần công trình mà sử dụng loại Đối tượng BIM phù hợp để thể hiện trong mô hình.

Cùng với đó, dựa trên những tính năng có sẵn của phần mềm, tính dễ dàng trong việc lập mô hình và cách tạo lập, phân loại đối tượng BIM trong Autodesk Revit để lựa chọn đối tượng BIM phù hợp cho việc lập mô hình phục vụ đo bóc khối lượng. Thông thường, Đối tượng BIM 2 sẽ được ưu tiên hàng đầu trong việc sử dụng để lập mô hình vì loại đối tượng BIM này có thể được sử dụng để lập nhiều hơn một mô hình BIM, khi đưa vào mô hình có thể chỉnh sửa được. Tuy nhiên, do một số tính năng đặc biệt của Autodesk Revit nên một số đối tượng BIM như “Tường”, “Sàn” v.v. sẽ được thể hiện tốt nhất khi sử dụng Đối tượng BIM 1, vì các đối tượng BIM này được thể hiện dưới dạng “System family”. Đối tượng BIM 3 do được tạo theo từng mô hình, nên không thể sử dụng lại trong các mô hình khác, vì vậy việc sử dụng chúng cho năng suất thấp nhất. Do đó, tác giả đề xuất quy tắc sử dụng đối tượng BIM theo các mức độ ưu tiên như trong Bảng 2. Quy tắc này có thể áp dụng để lập mô hình BIM phục vụ nhiều mục đích khác nhau như kết xuất hồ sơ thiết kế, diễn họa v.v. chứ không chỉ phục vụ việc đo bóc khối lượng.

Bảng 2. Quy tắc sử dụng đối tượng BIM theo các mức độ ưu tiên

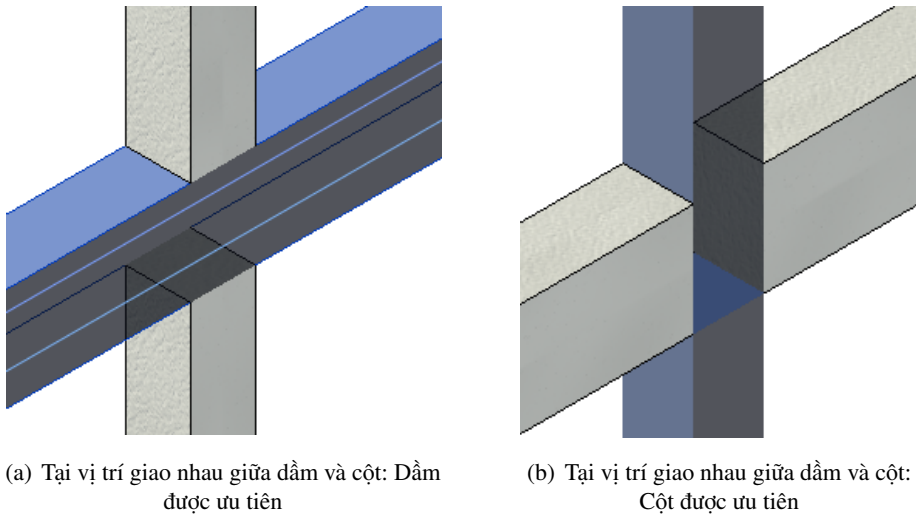
Công tác xây dựng	Đối tượng BIM theo các mức độ ưu tiên		
	Ưu tiên cao	Ưu tiên trung bình	Ưu tiên thấp
Công tác phá dỡ	Đối tượng BIM 1 Đối tượng BIM 2 Đối tượng BIM 3		
Công tác đào, đắp	Đối tượng BIM 3	Đối tượng BIM 1	Đối tượng BIM 2
Công tác xây	Đối tượng BIM 1	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3
Công tác bê tông	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3	Đối tượng BIM 1
Công tác ván khuôn	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3	Đối tượng BIM 1
Công tác cốt thép	Đối tượng BIM 1	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3
Công tác cọc	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3	Đối tượng BIM 1
Công tác kết cấu thép	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3	Đối tượng BIM 1
Công tác kết cấu gỗ	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3	Đối tượng BIM 1
Công tác hoàn thiện	Đối tượng BIM 1	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 3
Công tác dàn giáo phục vụ thi công	Đối tượng BIM 2	Đối tượng BIM 1	Đối tượng BIM 3

4.2. Quy tắc thể hiện hình dáng, chức năng và mối quan hệ giữa các đối tượng BIM

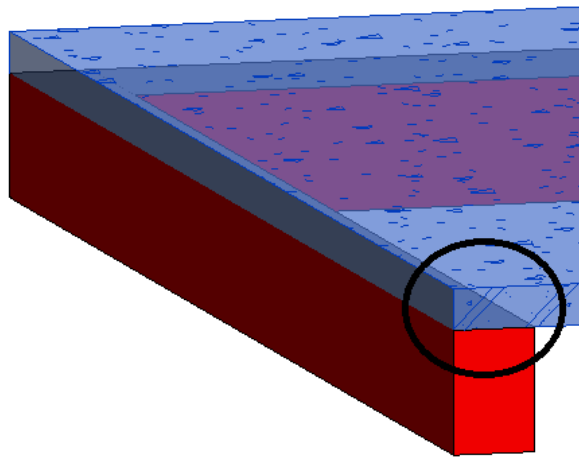
Việc lập mô hình BIM bản chất chính là việc liên kết các đối tượng BIM theo những quy tắc nhất định, như các quy tắc thể hiện giao cắt giữa các đối tượng BIM (Hình 1), quy tắc thể hiện hình dáng của đối tượng BIM.

Trong Hình 1 thể mức độ ưu tiên tại vị trí giao nhau giữa các đối tượng BIM “Dầm” và “Cột”, khi đó khối lượng sẽ tính theo đối tượng BIM được ưu tiên tại vị trí giao cắt.

Ví dụ: Phần khối lượng giao giữa dầm và sàn có cùng vật liệu bê tông cùng mác bê tông (M350) được đo bóc như bộ phận của sàn. Do đó phần giao nhau sẽ được ưu tiên cho sàn (Hình 2), khi đó khối lượng phần giao nhau sẽ được đo bóc như bộ phận của sàn.



Hình 1. Thể hiện giao cắt giữa các đối tượng BIM



Hình 2. Khối lượng giao giữa sàn (màu xanh) và dầm (màu đỏ) được tính cho sàn

Cùng với đó, căn cứ vào đặc thù riêng của mỗi công tác xây dựng mà mô hình BIM phải đáp ứng các quy tắc giao cắt cũng như quy tắc về mối quan hệ và thể hiện hình dáng của các đối tượng BIM cho phù hợp (Bảng 3). Đây là các đặc thù riêng của mỗi công tác xây dựng mà thường không được thể hiện trong mô hình bởi người lập mô hình BIM không thực hiện công tác đo bóc khối lượng, do đó họ thường không nắm được các tiêu chuẩn, hướng dẫn đo bóc khối lượng, đặc biệt là các quy tắc xử lý phần giao cắt giữa các cấu kiện để thể hiện. Mặt khác, việc yêu cầu họ tự nâng cao kỹ năng, cập nhật, trang bị kiến thức để thể hiện được chính xác theo các yêu cầu này là không phù hợp với thực tế, do yêu cầu của việc chuyên môn hóa. Do đó, họ chỉ dựng mô hình BIM với các thông tin cơ bản và bàn giao cho nhân sự ở giai đoạn sau. Trong quá trình đo bóc khối lượng, người đo bóc khối lượng phải tiến hành kiểm tra, chỉnh sửa (hoặc yêu cầu người lập mô hình BIM chỉnh sửa) mô hình BIM cho phù hợp với các đặc thù riêng của mỗi công tác xây dựng. Do phạm vi của bài báo cũng như xem xét tính phức tạp trong việc lập mô hình BIM nên trong Bảng 3 chỉ đề cập đến việc thể hiện các đặc thù

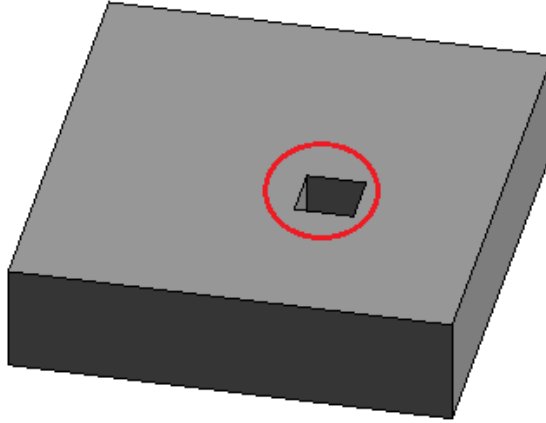
riêng chủ yếu (liên quan đến thông tin hình học trong mô hình BIM) của các công tác xây dựng (cả phần thô và phần hoàn thiện) trong mô hình BIM.

Bảng 3. Yêu cầu thể hiện mô hình BIM phù hợp với các đặc thù riêng của mỗi công tác xây dựng

Công tác xây dựng	Đặc thù riêng của mỗi công tác xây dựng cần được thể hiện trong mô hình BIM	Yêu cầu thể hiện trong mô hình BIM
Công tác xây	Không trừ khối lượng các khoảng trống không phải xây trong khối xây có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ²	Các khoảng trống trên Đối tượng “Tường” có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ² thì thể hiện bằng “Đối tượng trống”
	Xây tường độc lập có chiều dài lớn hơn không quá 4 lần chiều dày tường được tính là xây cột, trụ	Đối tượng “Tường” có chiều dài lớn hơn không quá 4 lần chiều dày thì thể hiện bằng Đối tượng “Cột”
Công tác bê tông	Không trừ khối lượng các lỗ rỗng trên bề mặt kết cấu bê tông có thể tích nhỏ hơn 0,1 m ³ nằm trong bê tông	Các khoảng trống trên các Đối tượng BIM (đại diện cho kết cấu bê tông) có thể tích nhỏ hơn 0,1 m ³ thì thể hiện bằng “Đối tượng trống”
	Cột, trụ nối với tường, nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông với tường và không có yêu cầu phải đúc riêng thì khi đo bóc được đo như bộ phận của tường	Phần giao giữa Đối tượng “Cột” với “Tường”, nếu có cùng cấp phối, mác bê tông với “Tường” và không yêu cầu phải đúc riêng thì “Tường” được ưu tiên
	Phần bê tông giao giữa cột và dầm nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông và không có yêu cầu phải đúc riêng thì khi đo bóc được đo như bộ phận của dầm	Phần giao giữa Đối tượng “Cột” với “Dầm” nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông và không có yêu cầu phải đúc riêng thì “Dầm” được ưu tiên
	Phần bê tông dầm, cột, vách nằm trong tấm sàn nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông với tấm sàn và không có yêu cầu phải đúc riêng thì khi đo bóc được đo như bộ phận của sàn	Phần giao giữa Đối tượng “Cột”, “Dầm”, “Tường” với “Sàn” nếu có cùng loại cấp phối, mác bê tông và không có yêu cầu phải đúc riêng thì “Sàn” được ưu tiên
Công tác ván khuôn	Khối lượng ván khuôn được đo cho bề mặt của bê tông cần phải chống đỡ tạm thời trong khi đúc (kể cả các phần ván khuôn nhô ra theo tiêu chuẩn kỹ thuật hoặc chỉ dẫn kỹ thuật), không phải trừ các lỗ rỗng trên bề mặt kết cấu bê tông có diện tích nhỏ hơn 1 m ²	Các khoảng trống trên các Đối tượng BIM (đại diện cho kết cấu xây dựng) có diện tích nhỏ hơn 1 m ² thì thể hiện bằng “Đối tượng trống”
Công tác kết cấu thép	Không trừ khối lượng các lỗ rỗng trên bề mặt kết cấu thép có diện tích nhỏ hơn 0,1 m ²	Các khoảng trống trên các Đối tượng BIM (đại diện cho kết cấu thép) có diện tích nhỏ hơn 0,1 m ² thì thể hiện bằng “Đối tượng trống”
Công tác kết cấu gỗ	Không trừ khối lượng khoảng trống, lỗ rỗng bề mặt kết cấu gỗ có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ² .	Các khoảng trống trên các Đối tượng BIM “Sàn”, “Tường”, “Trần” (đại diện cho kết cấu gỗ) có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ² thì thể hiện bằng “Đối tượng trống”
Công tác hoàn thiện	Khối lượng công tác hoàn thiện khi đo bóc không phải trừ đi khối lượng các lỗ rỗng, khoảng trống không phải hoàn thiện có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ²	Các khoảng trống trên các Đối tượng BIM (đại diện cho phần hoàn thiện) có diện tích nhỏ hơn 0,25 m ² thì thể hiện bằng “Đối tượng trống”

Theo đó, mô hình BIM cần thể hiện những đặc thù riêng của mỗi công tác xây dựng. Ví dụ như việc thể hiện các lỗ rỗng trên bề mặt sàn bê tông có thể tích nhỏ hơn 0,1 m³ thì được thể hiện bằng “Đối tượng trống” (Phần khoanh tròn trong Hình 3). Khi đó yêu cầu thiết kế về thể hiện các lỗ mở vẫn được đảm bảo, mặt khác khối lượng các lỗ rỗng được thể hiện bằng “Đối tượng trống” cũng đảm

bảo theo đúng quy định của Việt Nam (phần khối lượng các lỗ rỗng này bị chiếm chỗ bởi “Đối tượng trống” không bị trừ). Nếu các lỗ rỗng này không được thể hiện bằng “Đối tượng trống” trong mô hình BIM thì mặc dù yêu cầu thiết kế vẫn được đảm bảo, nhưng khi kết xuất khối lượng trực tiếp từ mô hình BIM sẽ bị trừ đi phần lỗ rỗng này, do đó khối lượng sẽ không đúng với quy định của Việt Nam.



Hình 3. Lỗ rỗng trên bề mặt sàn bê tông có thể tích nhỏ hơn $0,1 \text{ m}^3$ được thể hiện bằng “Đối tượng trống”

5. Kết luận

Một thách thức chính là các công cụ BIM thông dụng chưa được tích hợp các quy định đo bóc khối lượng của Việt Nam nên việc kết xuất khối lượng từ mô hình BIM còn gặp nhiều khó khăn. Để giải quyết những thách thức này, tác giả đề xuất một số giải pháp chính trên cơ sở phân tích thực trạng các hướng dẫn, quy định về đo bóc khối lượng tại Việt Nam cũng như thực trạng việc lập và khai thác mô hình BIM hiện nay.

Thực tế việc ứng dụng BIM trong ngành xây dựng tại Việt Nam hiện nay phần nhiều được thực hiện trong giai đoạn thiết kế. Các mô hình BIM được tạo lập bởi người mô hình BIM (thường là các họa viên, kỹ sư thiết kế). Tuy nhiên người mô hình BIM thường không có chuyên môn về đo bóc khối lượng, cùng với đó việc lập mô hình BIM chủ yếu phục vụ việc kết xuất hồ sơ thiết kế mà chưa quan tâm đến việc đo bóc khối lượng nên mô hình BIM thường không có hoặc có rất ít thông tin phục vụ việc đo bóc khối lượng theo các hướng dẫn, quy định của Việt Nam. Việc đo bóc khối lượng tại Việt Nam thông thường được thực hiện bởi người đo bóc khối lượng (thường là kỹ sư dự toán). Khi ứng dụng BIM trong công tác đo bóc khối lượng, người đo bóc khối lượng sẽ tiếp nhận mô hình BIM từ người lập mô hình BIM sau đó tiến hành kiểm tra các thông tin trong mô hình BIM dựa trên các hướng dẫn, quy định về đo bóc khối lượng của Việt Nam trước khi thực hiện việc kết xuất khối lượng từ mô hình, điều này đòi hỏi người đo bóc khối lượng phải ít nhiều có kiến thức về BIM. Cùng với đó cũng cần cập nhật cách thức làm việc theo quy trình BIM, trong đó cần tập trung vào việc phối hợp nhiều hơn. Hơn nữa để đảm bảo về tiến độ, chi phí thực hiện, tính chuyên môn hóa thì cần phải phân rõ vai trò phù hợp với chuyên môn của từng người, đây cũng là một trong những yêu cầu khi thực hiện áp dụng BIM cho các dự án đầu tư xây dựng.

Việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM là việc làm cần thiết trong giai đoạn hiện nay, trong khuôn khổ của bài báo, tác giả đã đưa ra giải pháp bằng việc đề xuất một số quy tắc tạo lập mô hình phục vụ đo bóc khối lượng ứng dụng BIM đáp ứng các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng cho các dự

án sử dụng vốn Nhà nước tại Việt Nam nhằm đẩy mạnh việc ứng dụng BIM trong ngành xây dựng nói chung cũng như trong đo bóc khối lượng nói riêng tại Việt Nam. Tuy nhiên do nhiều yếu tố khách quan và chủ quan, đề xuất này cũng có những ưu điểm và nhược điểm nhất định. Về mặt ưu điểm, các giải pháp đều dựa trên quy tắc lập mô hình BIM sử dụng các công cụ BIM thông dụng nên khả năng áp dụng rộng rãi, mặt khác cũng dựa trên các hướng dẫn, quy định đo bóc khối lượng tại Việt Nam nên tính ứng dụng cao. Tuy nhiên cũng do đề xuất được thực hiện dựa trên các công cụ BIM có nguồn gốc nước ngoài nên khó chủ động trong việc cập nhật, hơn nữa việc đo bóc khối lượng ứng dụng BIM cũng cần sự phối hợp nhiều hơn giữa người lập mô hình BIM và người đo bóc khối lượng, mà điều này hiện chưa được thực hiện tốt ở Việt Nam. Trong tương lai khi BIM được áp dụng rộng rãi tại Việt Nam, các hướng dẫn sử dụng BIM được công bố có xu thế kế thừa các chuẩn mực của nước ngoài, các quy tắc đo bóc khối lượng có thể thay đổi. Khi đó các nguyên tắc được đề xuất trong bài có thể cũng cần điều chỉnh tương ứng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số B2019-XDA-04.

Tài liệu tham khảo

- [1] Abanda, F. H., Byers, L. (2016). [An investigation of the impact of building orientation on energy consumption in a domestic building using emerging BIM \(Building Information Modelling\)](#). *Energy*, 97: 517–527.
- [2] Abanda, F. H., Manjia, M. B., Pettang, C., Tah, J. H. M., Nkeng, G. E. (2014). [Building information modelling in Cameroon: overcoming existing challenges](#). *International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM)*, 3(4):1–25.
- [3] Henry, A. F., Elambo, N. G., Tah, J. H. M., Fabrice, O. E., Blanche, M. M. (2014). Embodied energy and CO2 analyses of mud-brick and cement-block houses. *AIMS's Energy*, 2:18–40.
- [4] Abanda, F. H., Vidalakis, C., Woods, G. *BIM for FM: Input versus Output data*.
- [5] Abanda, H., Oti, H. (2015). [Assessment of BIM for Managing Scheduling Risks in Construction Project Management](#).
- [6] Musa, A. M., Abanda, F. H., Oti, A. H., Tah, J. H. M., Boton, C. (2016). [The potential of 4D modelling software systems for risk management in construction projects](#).
- [7] Azhar, S. (2011). [Building information modeling \(BIM\): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry](#). *Leadership and Management in Engineering*, 11(3):241–252.
- [8] Wijayakumar, M., Jayasena, H. S. (2013). Automation of BIM quantity take-off to suit QS's requirements. *The Second World Construction Symposium*, 70–80.
- [9] Bộ Xây dựng (2019). *Thông tư số 17/2019/TT-BXD ngày 26/12/2019 của Bộ Xây dựng: Hướng dẫn đo bóc khối lượng xây dựng công trình*.
- [10] Olsen, D., Taylor, J. M. (2017). [Quantity take-off using building information modeling \(BIM\), and its limiting factors](#). *Procedia Engineering*, 196:1098–1105.
- [11] Harrison, C., Thurnell, D. (2015). [BIM implementation in a New Zealand consulting quantity surveying practice](#). *International Journal of Construction Supply Chain Management*, 5(1):1–15.
- [12] Raphael, V., Priyanka, J. (2014). Role of Building Information Modelling (BIM) in quantity surveying practice. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 5(12):194–200.
- [13] Muhammad, M. R. R. (2015). The significance of Building Information Modelling to the Quantity Surveying practices in the UAE Construction Industry. *6th International Conference on Structural Engineering and Construction Management*, 22–32.
- [14] Kwon, O., Jo, C.-W., Cho, J.-W. (2011). [Introduction of BIM quality standard for quantity take-off](#). *Journal of the Korea Institute of Building construction*, 11(2):171–180.

- [15] Firat, C. E., Arditi, D., Hämmäläinen, J. P., Stenstrand, J. (2010). Quantity take-off in model-based systems. *27th International Conference – Cairo, Egypt*.
- [16] Choi, J., Kim, H., Kim, I. (2015). Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage. *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(1):16–25.
- [17] Duyen, D. T. H., Van Tam, N., Van Yen, N. (2018). **Ứng dụng BIM vào việc đo bóc khối lượng: Bài học kinh nghiệm từ một số nước trên thế giới**. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐHXD*, 12 (1):46–52.
- [18] Ân, L. T. H. (2014). *Nghiên cứu ứng dụng mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling-BIM) trong công tác đo bóc khối lượng và lập dự toán phù hợp điều kiện Việt Nam*. Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
- [19] Phương, L. Q. (2019). *Nghiên cứu giải pháp hỗ trợ đo bóc khối lượng trong mô hình thông tin công trình (BIM) phù hợp điều kiện Việt Nam*. Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
- [20] Sĩ, H. V. V., Đức, H. N., Thắng, V. D., Thủy, N. T. B. (2016). Ứng dụng mô hình thông tin xây dựng (BIM) vào việc đo bóc khối lượng công trình xây dựng. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ - Trường Đại học Duy Tân*, 17:68–74.
- [21] Phước, Đ. Q., Luân, P. H., Duy, H. Đ., Huy, T. N. B. (2019). Phát triển chương trình ứng dụng mô hình thông tin (BIM) trong việc tự động hóa lập dự toán công trình xây dựng. *Tạp chí Xây dựng Việt Nam*.
- [22] Toàn, N. Q., Anh, N. T., Vĩnh, T. N., Hằng, N. T. (2019). Nghiên cứu ứng dụng mô hình thông tin công trình để tự động hóa công tác lập dự toán phục vụ quản lý chi phí xây dựng tại Việt Nam. *Tạp chí Kinh tế Xây dựng*.