

# Nghiên cứu ứng dụng 5D BIM đo bóc khối lượng và xác định chi phí xây dựng công trình

Research and apply 5D BIM to measure volume and determine construction costs

Đặng Thị Trà My

## Tóm tắt

Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM), là một tiến trình tạo dựng và sử dụng mô hình kỹ thuật số giàu dữ liệu để cho phép các bên liên quan hợp tác thiết kế, thi công và vận hành công trình xây dựng. BIM là công cụ đắc lực giúp tự động hóa việc bóc tách khối lượng một cách nhanh chóng và chính xác, loại bỏ được những sai sót do chủ quan của người đo bóc. BIM còn hỗ trợ cho việc kiểm soát chi phí trong suốt thời gian thi công. Những đối tượng, cấu kiện, khu vực đã thi công xong sẽ được thể hiện trên mô hình, đồng thời dòng tiền của dự án cũng được cập nhật theo tiến độ của dự án, giúp chủ đầu tư kiểm soát được chi phí thực hiện dự án. Bài báo nghiên cứu việc ứng dụng 5D BIM trong đo bóc khối lượng và xác định chi phí xây dựng công trình.

**Từ khóa:** Đo bóc khối lượng; Mô hình thông tin công trình; Dự toán công trình

## Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a process involving creating and using a digital data-rich model to enable stakeholders to collaboratively design, construct and operate a facility. BIM is an effective tool to help automate mass dissection quickly and accurately, eliminating errors caused by the subjectivity of the measurer. BIM also supports cost control during construction. The completed objects, components, and areas will be shown on the model, and the project's cash flow will also be updated according to the project's progress, helping the investor control the cost of implementation project.

**Key words:** Quantity takeoff; Building Information Modeling-BIM; Cost estimate

Đặng Thị Trà My

Khoa Công trình, Trường Cao đẳng Giao thông vận tải Trung ương I  
ĐT: 096383990637  
Email: Tramymt@gmail.com

Ngày nhận bài: 14/12/2022  
Ngày sửa bài: 18/12/2022  
Ngày duyệt đăng: 20/12/2022

## 1. Đặt vấn đề

BIM được định nghĩa là quá trình tạo lập và sử dụng thông tin trong cả vòng đời dự án. Các nhà cung ứng, nhà thầu, tư vấn, chủ đầu tư và cả các đơn vị vận hành đều có thể sử dụng, khai thác thông tin từ mô hình BIM phục vụ cho công việc của mình.

Mô hình BIM được tạo lập từ các đối tượng BIM (BIM Objects), là đại diện cho các cấu kiện, kết cấu của công trình thực. Các đối tượng BIM, về bản chất là các đối tượng chứa thông tin. Các thông tin chứa trong một đối tượng BIM có thể là các thông tin nội dung để xác định các đối tượng này (các thông tin hình học để mô tả hình dáng vật chất của đối tượng; các thông tin về hình thức bên ngoài của đối tượng để nhận dạng đối tượng; các thông tin chức năng để đảm bảo đối tượng hoạt động giống như cấu kiện, kết cấu nó đại diện).

Điều tiến bộ vượt bậc của BIM so với các công nghệ cũ là: Thay vì sử dụng các thiết kế 2D, BIM sử dụng công nghệ 3D (dài, rộng, cao), 4D (tích hợp 3 kích thước và yếu tố thời gian), 5D (tích hợp 3 kích thước, thời gian và chi phí...) giúp cho việc thực hiện và quản lý dự án được thuận lợi hơn. Trên thế giới đã ứng dụng BIM ở nhiều nhiệm vụ khác nhau trong ngành xây dựng như thiết kế (3D), đo bóc tiền lượng, lập kế hoạch và quản lý tiến độ (4D), lập dự toán và quản lý chi phí (5D)[1], [2]. Trong đó, 5D BIM là một quy trình kết nối mô hình 3D và dữ liệu chi phí, quy trình này có rất nhiều cách làm và phương pháp khác nhau để thực hiện công việc kết nối[5], [7].

## 2. Nghiên cứu các ứng dụng BIM vào đo bóc khối lượng trên thế giới và Việt Nam

### 2.1. Tại Ai Cập:

Các nhà nghiên cứu Emad Elbeltagi, Ossama Hosny, Mahmoud Dawood và Ahmed Elhakeemb, đề xuất trình tự đo bóc khối lượng và lập dự toán công trình ứng dụng BIM gồm 2 bước:

Bước 1: Thống nhất hóa thiết kế trong phần mềm BIM và trích xuất khối lượng dựa trên cấu trúc phân chia công việc (Work Breakdown Structure - WBS);

Bước 2: Trích dữ liệu về khối lượng từ mô hình BIM xuất sang phần mềm cơ sở dữ liệu (ví dụ: Access) dưới dạng cơ sở dữ liệu trung gian. Access được liên kết với mô đun/mô hình dự toán chi phí (phát triển từ Excel). Mô hình dự toán này nhập khối lượng phù hợp từ BIM thông qua Access, sau đó tích hợp dữ liệu chi phí cơ bản cho công việc để dự toán chi phí.

### 2.2. Tại Ba Lan:

Khẳng định những lợi ích khi đo bóc khối lượng ứng dụng BIM, trình bày ứng dụng xác định dự toán xây dựng công trình BIMestiMate, ứng dụng BIM Vision, đồng thời đề xuất trình tự thực hiện việc đo bóc khối lượng gồm các bước:

Bước 1: Xây dựng mô hình 3D dựa trên đối tượng BIM (BIM Object); phát hiện các xung đột trong mô hình bằng phần mềm Tekla BIM Sight; điều chỉnh, bổ sung thông tin trong mô hình;

Bước 2: Thiết lập các đơn vị đo lường cho các cấu kiện/chi tiết và công việc cụ thể;

Bước 3: Trích xuất khối lượng trực tiếp từ mô hình (tệp IFC);

Bước 4: Chuyển dữ liệu khối lượng sang phần mềm dự toán.

### 2.3. Tại Hàn Quốc:

Các chuyên gia đưa ra trình tự đo bóc khối lượng ứng dụng BIM gồm các bước:

Bước 1: Tạo lập mô hình BIM căn cứ theo LOD;

Bước 2: Kiểm tra tính phù hợp của thông tin trong mô hình BIM với các quy định của Hàn Quốc về tính logic, chất lượng dữ liệu với yêu cầu phải thoả mãn, không có xung đột BIM;

Bước 3: Kiểm tra tính tương thích về yêu cầu cấu kiện giữa phần mềm với các đặc tính đã kiểm tra bằng thuật toán được lập trình trong phần mềm;

Bước 4: Tiến hành đo bóc khối lượng theo các quy ước đã lập trình sẵn.

#### 2.4. Tại Việt Nam:

- Tác giả Hồ Văn Võ Sỹ [6] đề xuất quy trình đo bóc khối lượng ứng dụng BIM gồm ba bước:

Bước 1: Xây dựng mô hình 3D trong phần mềm Autodesk Revit từ các bản vẽ 2D;

Bước 2: Tùy chỉnh trong phần mềm Autodesk Revit để đưa ra các đầu mục công việc, tên công tác liên quan phù hợp với Tiêu chuẩn quy định;

Bước 3: Xuất dữ liệu từ mô hình 3D Revit sang phần mềm Microsoft Excel nhờ Revit API. Từ bảng khối lượng được xác lập, có thể sử dụng để xác định thời gian, tài nguyên cho từng cấu kiện đơn lẻ một cách nhanh chóng; đây là căn cứ để lên tiến độ thi công, dự trù kinh phí ...[3]

- Trong luận văn [4] tác giả đề xuất trình tự đo bóc khối lượng trong mô hình BIM gồm 5 bước:

Bước 1: Nghiên cứu mô hình thông tin công trình;

Bước 2: Thiết lập, kiểm tra thông tin các đối tượng BIM và thiết lập các thông tin cần thiết cho việc đo bóc khối lượng (nếu cần).

Bước 3: Thiết lập bảng đo bóc khối lượng công trình, hạng mục công trình;

Bước 4: Thực hiện đo bóc khối lượng theo bảng đo bóc khối lượng mẫu;

Bước 5: Thực hiện rà soát, kiểm tra khối lượng đã được đo bóc.

Nhận xét: Về các giải pháp xuất khối lượng trực tiếp từ phần mềm dựng, mô phỏng mô hình BIM. Hiện đa số các phần mềm dựng mô hình BIM đều có tính năng tích hợp sẵn để trích xuất khối lượng từ mô hình. Nghiên cứu của tác giả Monteiro và Martins [5] đã tổng kết, hai phần mềm phổ biến trong việc dựng mô hình BIM là ArchiCAD và Revit đều có tính năng này được tích hợp sẵn. Tính năng bóc tách khối lượng của Revit đơn giản hơn và không mạnh bằng ArchiCAD. Cách thực hiện bóc tách khối lượng của ArchiCAD và Revit khá giống nhau. Người sử dụng chọn các phần tử cần đo bóc và xác định các thông số thông qua các lệnh có sẵn. ArchiCAD và Revit khác nhau ở các tham số được sử dụng cho các đối tượng, đồng thời có giao diện hoàn thiện và thân thiện hơn với người dùng. Giao diện Revit tối giản hơn đáng kể về hình thức và các tùy chọn. Cả ArchiCAD và Revit đều cho phép lựa chọn tất cả các loại đối tượng trong mô hình, do đó có thể trích xuất khối lượng liên quan đến tất cả các loại phần tử.

### 3. Nghiên cứu các cách tiếp cận tính toán chi phí xây dựng sử dụng BIM

Quan niệm phổ biến trên thế giới là việc sử dụng các mô hình BIM cho bóc tách khối lượng và ước tính chi phí được coi là hai lĩnh vực ứng dụng riêng biệt được kết nối với nhau.

Về mặt lý thuyết, tùy vào việc mô hình BIM, được dựng từ các đối tượng BIM (BIM objects), các đối tượng BIM này

chứa đựng những thông tin nào và các ứng dụng tin học có xử lý được các thông tin đó hay không, là vấn đề cần nghiên cứu và cập nhật. Thông qua nghiên cứu, nhận thấy trên thị trường hiện nay có bảy cách thức khai thác mô hình BIM cho công tác tính chi phí xây dựng:

Cách 1: Sử dụng ứng dụng BIM Software để dựng và cập nhật mô hình (Model), sau đó khai thác mô hình trực tiếp để tự động hóa toàn bộ việc bóc tách khối lượng (Qty) và tính chi phí (Cost). Cách này có mức tự động hóa cao nhất.

Cách 2: Sử dụng ứng dụng BIM Software để dựng, cập nhật mô hình (Model), sau đó xuất bảng khối lượng (Qty) trực tiếp từ BIM Software, khối lượng sẽ được nhập trực tiếp vào ứng dụng lập dự toán (EST Software) để tính chi phí.

Cách 3: Sử dụng ứng dụng BIM Software để dựng, cập nhật mô hình (Model), sau đó xuất dữ liệu khối lượng (QData), dữ liệu khối lượng sẽ được nhập vào ứng dụng lập dự toán (EST software) để xử lý thành bảng khối lượng (Qty) và tính chi phí (Cost).

Cách 4: Sử dụng ứng dụng BIM Software để dựng, cập nhật mô hình (Model), xuất dữ liệu khối lượng (QData) ra để nhập vào một ứng dụng bóc tách khối lượng (QTO Software) để xử lý dữ liệu khối lượng, khối lượng được xuất từ QTO Software (Qty) sẽ được nhập trực tiếp vào ứng dụng lập dự toán (EST Software) để tính chi phí (Cost).

Cách 5: Sử dụng ứng dụng BIM Software để dựng, cập nhật mô hình (Model), sau đó xuất dữ liệu khối lượng (QData), dữ liệu khối lượng sẽ được xử lý bằng thủ công để xử lý thành bảng khối lượng (Qty), sau đó Qty được nhập vào ứng dụng lập dự toán (EST Software) để tính chi phí (Cost).

Cách 6: Sử dụng đồng thời ứng dụng BIM Software và ứng dụng lập dự toán (EST Software). EST Software sẽ lấy được khối lượng (Qty) từ mô hình BIM (Model) để tính chi phí (Cost). Các ứng dụng này có thể tương tác trực tiếp với nhau, có nghĩa là thông tin cập nhật vào BIM Software cũng sẽ được EST Software nhận dạng ngay để xử lý và ngược lại.

Cách 7: Sử dụng đồng thời ứng dụng BIM Software, ứng dụng bóc tách khối lượng (QTO Software) và ứng dụng lập dự toán (EST Software). QTO Software sẽ lấy được khối lượng (Qty) từ mô hình BIM (Model) và tương tác với EST Software để tính chi phí (Cost). Các ứng dụng này có thể tương tác trực tiếp với nhau, có nghĩa là thông tin cập nhật vào BIM Software cũng sẽ được QTO Software và EST Software nhận dạng ngay để xử lý và ngược lại.[3]

Nhận xét: Hầu hết các công cụ dựng mô hình BIM đều có thể thực hiện việc bóc tách khối lượng ở một mức độ nhất định nhưng không có chức năng ước tính chi phí; các chức năng này thường được thực hiện bằng cách sử dụng các phần mềm khác. Lý do là các chức năng bóc tách khối lượng trong các công cụ này thường không thể phù hợp với yêu cầu đa dạng của các quốc gia, các khu vực/vùng lãnh thổ. Mặt khác, việc tạo ra một môi trường để các phần mềm có thể hoạt động đồng thời và tương tác được với nhau cũng là một việc khó. Do đó, cách 6 và cách 7 có tính khả thi thấp trong điều kiện hiện nay, mặc dù đã có tác giả đề xuất sử dụng công nghệ Mô hình đối tượng bộ phận (Component Object Model - COM) của Microsoft để hỗ trợ việc tương tác giữa mô hình BIM và phần mềm toán để tính chi phí dưới dạng bảng tính.

Như vậy, các giải pháp được giới thiệu rộng rãi chủ yếu tập trung vào các cách tiếp cận 2, 3, 4, 5. Các ứng dụng BIM

thực tiễn trong việc đo bóc tách khối lượng và tính toán dự toán chi phí theo các cách tiếp cận đã được chỉ ra ở trên được trình bày như đề xuất dưới đây.

#### 4. Đề xuất trình tự đo bóc khối lượng và xác định chi phí xây dựng công trình sử dụng 5D BIM

Nhằm giới thiệu trình tự ứng dụng phần mềm Cubicost TRB trong 5D BIM (gồm hướng dẫn cài đặt, các quy tắc đo đạc, dựng hình, bóc tách khối lượng, nhập dữ liệu, tính toán, kiểm soát và xuất khối lượng để xác định chi phí xây dựng công trình) và rèn luyện kỹ năng thực hành về xác định chi phí (dự toán) cho công trình xây dựng.

Bước 1: Cài đặt và tìm hiểu phần mềm Cubicost TRB.

Nội dung tìm hiểu phần mềm Cubicost TRB gồm: (i) Tổng quan về phần mềm; (ii) Giao diện và chức năng của phần mềm; (i) Các công cụ sử dụng của phần mềm (Công cụ Project Setting; BIM Model; Identify; Draw; View; Tool; Quantity).

Bước 2: Thiết lập công thức và phương pháp bóc tách khối lượng.

Nội dung gồm: (i) Tìm hiểu các quy tắc tính toán (Rule Calculating); (ii) Thiết lập công thức tính toán cho từng công việc/cấu kiện.

Bước 3: Sử dụng ứng dụng BIM Software để dựng, cập nhật mô hình (Model).

Nội dung cập nhật mô hình gồm các cấu kiện/công việc: Móng (Foundation), cột (Column), dầm (Beam), sàn (Slab), tường (Wall), cửa và cửa sổ (Door & Window Opening), cầu thang (Stairs), các cấu kiện/công việc khác (Other).

Bước 4: Tính toán và trích xuất báo cáo dữ liệu khối lượng (QData).

Nội dung gồm: (i) Tính toán và kiểm soát khối lượng; (ii) Xuất báo cáo khối lượng và in ấn.

Bước 5: Xử lý khối lượng thành bảng (Qty).

Khối lượng sau khi xuất ra từ bước 4 sẽ được xử lý bằng thủ công để xử lý thành bảng khối lượng (Qty), sau đó Qty

được nhập vào ứng dụng lập dự toán (EST Software) để tính chi phí ().

Bước 6: Xác định chi phí của công trình xây dựng (Cost).

Bảng khối lượng (Qty) được nhập vào ứng dụng lập dự toán (EST Software) hoặc các phần mềm chuyên dụng để tính chi phí xây dựng công trình (bao gồm: Chi phí xây dựng, chi phí xây dựng công trình, chi phí gói thầu xây dựng, tổng chi phí xây dựng công trình).

#### 5. Kết luận

Bài báo đề xuất trình tự đo bóc khối lượng và xác định chi phí xây dựng công trình sử dụng 5D BIM dành cho người sử dụng công nghệ BIM, nhằm giảm thời gian cần thiết cho tính toán do tự động hóa xác định khối lượng cấu kiện. Thêm vào đó, khi có một sự thay đổi về một cấu kiện trong bất kỳ bản vẽ nào thì các bản vẽ còn lại sẽ tự động cập nhật các thông số mới nhất của cấu kiện đó, vì thế sai sót trong quá trình xác định, tính toán khối lượng cấu kiện và việc xác định chi phí xây dựng công trình sẽ được điều chỉnh, bổ sung thông tin và giảm thiểu đến mức thấp nhất thời gian thực hiện.

Về mặt ưu điểm, đề xuất nêu rõ các bước kèm theo các công cụ BIM cần sử dụng trong từng bước đo bóc khối lượng cũng như các phần mềm chuyên dụng để xác định chi phí xây dựng công trình 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 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 ứng dụng, kế thừa các chuẩn mực của nước ngoài, các quy tắc đo bóc khối lượng, cách tiếp cận tính toán chi phí có thể thay đổi. Khi đó đề xuất trong bài báo này cũng cần điều chỉnh tương ứng./.

#### Tài liệu tham khảo

1. Andrey Pilyay and Liubov Shilova, "The use of normative basis for the construction cost for introduction of 5D BIM in Russia". IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 365062009, 2018.
2. Estimationqs (2017), Top 5 BIM Quantity Takeoff Software – 3D Model Based Estimating Solutions, Online, truy cập ngày 20/9/2022, tại trang web <https://estimationqs.com/top-5-bim-quantity-takeoff-software/>.
3. Nguyễn Thế Quân, Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Thị Hoan (2021), Tự động hóa việc bóc tách khối lượng và dự toán chi phí trong dự án đầu tư xây dựng trên nền tảng BIM, Tạp chí KHCNXD-ĐHXD.
4. Lưu Quang Phương, luận văn thạc sĩ "Nghiên cứu giải pháp hỗ trợ đo bóc khối lượng trong mô hình thông tin công trình (BIM) phù hợp điều kiện Việt Nam".
5. Olsen, D., Taylor, J. M. (2017). Quantity take-off using building information modeling (BIM), and its limiting factors. *Procedia Engineering*, 196:1098–1105.
6. Hồ Văn Võ Sỹ và cộng sự: "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*.
7. TheNBS (2017), A manufacturer's guide to BIM object creation, NBS Enterprises Ltd, Online, truy cập ngày 10/9/2022, tại trang web <https://manufacturers.thenbs.com/resources/knowledge/a-manufacturers-guide-to-bim-object-creation>.