

# Tự động hóa việc bóc tách khối lượng và dự toán chi phí xây dựng trong dự án đầu tư xây dựng trên nền tảng BIM

BIM-based automatic quantity take-off and construction cost estimation in construction projects

> **NGUYỄN THẾ QUÂN<sup>1</sup>, NGUYỄN VĂN HẢI<sup>2</sup>, NGUYỄN THỊ HOAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Tác giả liên hệ, email: [quannt@nuce.edu.vn](mailto:quannt@nuce.edu.vn), Phó Giáo sư, Tiến sĩ, Khoa Kinh tế và Quản lý Xây dựng

<sup>2</sup> Kỹ sư Tin học Xây dựng, Viện Quản lý Đầu tư Xây dựng

<sup>3</sup> Thạc sĩ Quản lý Xây dựng, Khoa Kinh tế và Quản lý Xây dựng

Trường Đại học Xây dựng

## TÓM TẮT:

Trên cơ sở phân tích quá trình tính toán chi phí xây dựng cho dự án đầu tư xây dựng, bài báo đã chỉ ra bảy cách tiếp cận khác nhau để tính dự toán chi phí xây dựng sử dụng mô hình thông tin công trình (BIM). Bảy cách tiếp cận này khác nhau ở việc phân tách các chức năng về dựng, cập nhật mô hình BIM với các chức năng bóc tách khối lượng, tính toán chi phí thông qua việc sử dụng các ứng dụng tin học. Bảy cách tiếp cận này được đánh giá thông qua việc kiểm định với các nghiên cứu trước và thực tiễn. Các vấn đề tồn tại trong các cách tiếp cận đang được triển khai trong thực tiễn còn nhiều, trong đó nổi bật vấn đề chưa đảm bảo tính liên thông giữa các ứng dụng BIM và tính tương thích về cơ sở dữ liệu sử dụng của các phần mềm, đặc biệt là trong điều kiện Việt Nam. Từ đó, bài báo cũng đã phân tích, chỉ ra định hướng phát triển các ứng dụng để giải quyết bài toán bóc tách khối lượng, tính toán chi phí xây dựng sử dụng BIM triệt để hơn.

**Từ khóa:** Mô hình thông tin công trình (BIM), bóc tách khối lượng, chi phí xây dựng, dự toán chi phí, tự động hóa

## ABSTRACT:

Based on the process of estimating construction costs in construction investment projects, the article has pointed out seven different approaches to estimating construction costs using Building Information Modeling (BIM). These approaches differ in the separation of functions for authoring, updating BIM models with the functions of quantity takeoff, cost estimation with the use of computer applications. The approaches have been validated with previous studies in the literature review and also with practice conservation. There are lots of challenges and issues that exist in the approaches which have been deployed in practice; among which the challenges of not ensuring the interoperability between BIM applications and the compatibility of the databases used in the applications, especially in Vietnamese conditions. The article also proposes selected approaches for developing applications to deliver the BIM-based quantity takeoff and cost estimation more effective and efficient.

**Keywords:** Building Information Modeling (BIM), quantity takeoff (QTO), construction cost, cost estimation, automation

### 1. Đặt vấn đề

Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM) đã được giới thiệu rộng rãi ở Việt Nam trong gần một thập kỷ qua, tuy nhiên, ứng dụng trong thực tiễn còn khá hạn chế. Các ứng dụng BIM được áp dụng rộng rãi ở Việt Nam chủ yếu tập trung vào việc dựng mô hình 3D của công trình, diễn họa, dò tìm và xử lý các

xung đột thiết kế, sau đó đến tích hợp tiến độ, quản lý mặt bằng, biện pháp thi công, xử lý bản vẽ hoàn công v.v... Ứng dụng liên quan của BIM đến bóc tách khối lượng khá hạn chế, và BIM hầu như không được sử dụng để tính toán, quản lý chi phí. Trong khi trong thực tế, việc bóc tách khối lượng và quản lý chi phí lại là nội dung quan trọng hàng đầu của các dự án đầu tư xây dựng.

Do BIM là việc tạo lập và sử dụng thông tin chứa đựng trong mô hình 3D của công trình trong cả vòng đời dự án, về nguyên tắc, BIM có thể chứa đủ thông tin để sử dụng cho mục đích bóc tách khối lượng và quản lý chi phí. Các hãng phần mềm, khi đưa ra các giải pháp dựng mô hình BIM và triển khai các ứng dụng BIM khác có liên quan, cũng khá quan tâm đến các mục đích này. Tuy nhiên, do vấn đề kém tương thích giữa các cơ sở dữ liệu về giá và cấu trúc dữ liệu của các đối tượng được sử dụng để dựng mô hình BIM, nhất là sự đa dạng về cơ sở dữ liệu giá của các quốc gia, vùng lãnh thổ, chưa có một giải pháp nào giúp tính toán chi phí trong xây dựng trên nền tảng BIM giải quyết được vấn đề này một cách triệt để. Bài báo này, dựa trên trình tự tính toán chi phí xây dựng, một khoản mục chính của tổng mức đầu tư của dự án, đề xuất một hệ thống lý thuyết về các giải pháp khai thác mô hình BIM cho công tác tính chi phí xây dựng. Về mặt nguyên tắc, dù BIM có thể sử dụng để tính toán các loại dự toán chi phí khác, như tổng mức đầu tư, bài báo này chỉ nghiên cứu trường hợp chi phí xây dựng nhưng vẫn không mất tính tổng quát. Hệ thống các giải pháp khai thác mô hình BIM này vẫn có thể áp dụng được để tính toán các khoản mục chi phí khác của dự án hoặc chính giá trị tổng mức đầu tư, khi lựa chọn phương pháp tính tương tự như tính toán chi phí xây dựng.

Hệ thống lý thuyết về các giải pháp khai thác mô hình BIM cho công tác tính chi phí xây dựng được đề xuất thông qua việc phân tích quy trình tính toán chi phí xây dựng, sau đó được kiểm định thông qua các kết quả nghiên cứu trước và các thông tin thực tiễn về hoạt động bóc tách khối lượng, tính chi phí xây dựng trên nền tảng BIM. Bài báo này, ngoài phần Đặt vấn đề và Kết luận, được trình bày thành ba nội dung chính, đó là một số vấn đề tổng quan về dự toán chi phí xây dựng, đề xuất các cách tiếp cận khai thác mô hình BIM cho công tác tính chi phí xây dựng và đánh giá các cách tiếp cận này thông qua kiểm định với các nghiên cứu trước và thực tiễn.

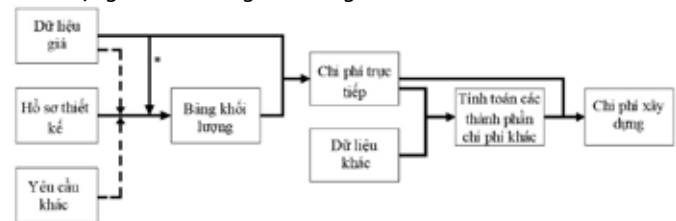
## 2. Dự toán chi phí xây dựng và trình tự tính dự toán chi phí xây dựng

Theo quy định hiện hành ở Việt Nam, trong dự án đầu tư xây dựng, chi phí xây dựng là một thành phần của Tổng mức đầu tư, khoản mục chi phí này để trang trải chi phí xây dựng các công trình, hạng mục công trình của dự án; công trình, hạng mục công trình xây dựng tạm, phụ trợ phục vụ thi công; chi phí phá dỡ các công trình xây dựng không thuộc phạm vi của công tác phá dỡ giải phóng mặt bằng đã được xác định trong chi phí bồi thường, hỗ trợ và tái định cư [2]. Cụ thể, chi phí xây dựng gồm các thành phần: chi phí trực tiếp, chi phí gián tiếp, thu nhập chịu thuế tính trước và thuế giá trị gia tăng. Đối với các dự án sử dụng vốn nhà nước, chi phí trực tiếp (gồm: chi phí vật liệu, chi phí nhân công, chi phí máy và thiết bị thi công) được xác định theo khối lượng và đơn giá xây dựng chi tiết hoặc theo khối lượng và giá xây dựng tổng hợp của nhóm, loại công tác xây dựng, đơn vị kết cấu hoặc bộ phận công trình [2]. Các chi phí khác được xác định bằng tỷ lệ phần trăm hoặc tính toán dựa trên thiết kế (nếu có). Chi phí trực tiếp ở các dự án sử dụng vốn khác, hoặc dưới các góc độ khác chủ đầu tư trong các dự án sử dụng vốn nhà nước (ví dụ trong hợp đồng giữa thầu chính và thầu phụ), cũng có thể áp dụng các cách thức tính toán trên, hoặc có thể sử dụng cách tính theo hao phí các nguồn lực được thống kê (vật liệu, nhân công, máy) và bảng giá tương ứng [1]. Các thành phần chi phí khác của chi phí xây dựng được xác định sau, dựa trên các định mức tỷ lệ hoặc có thể xác định chi tiết nếu có thiết kế hoặc mô tả công việc và dữ liệu phù hợp.

Như vậy, chỉ có việc tính toán thành phần chi phí trực tiếp trong chi phí xây dựng là liên quan trực tiếp đến việc đo bóc tách khối lượng từ công trình xây dựng. Các số liệu đầu vào cần thiết cho việc xác định chi phí trực tiếp, ngoài khối lượng các công tác xây lắp, chính là hệ thống dữ liệu về định mức và giá (có thể là đơn giá xây dựng chi tiết, giá xây dựng tổng hợp của nhóm, loại công tác xây dựng, đơn vị kết cấu hoặc bộ phận công trình, hoặc bảng giá tương ứng cho từng loại vật liệu, nhân công, máy thi công, định mức hao phí các nguồn lực – từ đây về sau gọi chung là dữ liệu giá). Thực tế này đòi hỏi sự phù hợp về cấu trúc của bảng khối lượng và dữ liệu về giá được sử dụng.

Việc tính toán chi phí trực tiếp trong các hình thức biểu hiện khác của chi phí xây dựng như dự toán gói thầu thi công xây dựng, giá gói thầu thi công xây dựng, giá hợp đồng thi công xây dựng, giá trị thanh toán theo hợp đồng và giá quyết toán hợp đồng thi công xây dựng cũng được thực hiện tương tự.

Trình tự tính toán chi phí xây dựng được thể hiện trong Hình 1. Theo đó, dữ liệu đầu vào cho khối lượng được bóc tách từ hồ sơ thiết kế, dữ liệu giá được nhập vào từ các nguồn dữ liệu độc lập bên ngoài. Ngoài cấu trúc của hệ thống dữ liệu giá được sử dụng, có thể xuất hiện các yêu cầu khác có ảnh hưởng đến việc thiết lập danh mục trong bảng khối lượng. Khối lượng được xuất ra từ hồ sơ thiết kế được kết hợp tính toán với dữ liệu giá để có được chi phí trực tiếp, cần nhắc các yêu cầu khác như các quy chuẩn, tiêu chuẩn về sản phẩm xây dựng và quá trình thi công v.v... Các dữ liệu cần thiết khác, ví dụ như cơ chế, chính sách, định mức tỷ lệ v.v... được khai thác để tính toán các thành phần chi phí khác của chi phí xây dựng. Sau đó, chi phí xây dựng sẽ được tổng hợp từ giá trị chi phí trực tiếp và các thành phần chi phí khác này, cùng với các khoản thuế VAT (nếu có). Các mũi tên đứt nét thể hiện mối quan hệ của nhân tố ảnh hưởng đến cách thức tính toán của yếu tố bị ảnh hưởng; các mũi tên liền nét thể hiện quá trình tính toán (dữ liệu đầu vào và kết quả). Trường hợp bảng khối lượng thể hiện dưới dạng hao phí các nguồn lực được thống kê, dữ liệu giá trở thành dữ liệu đầu vào để tính toán khối lượng (mũi tên có gắn \* trong Hình 1).



Hình 1. Trình tự tính toán chi phí xây dựng

Mặc dù sơ đồ trong Hình 1 được phát triển từ các khái niệm và góc độ của phía chủ đầu tư, quản lý dự án, nhưng hoàn toàn có thể được áp dụng trong các trường hợp khác, như việc xác định chi phí xây dựng dưới góc độ của nhà thầu, nhà thầu phụ. Không chỉ sử dụng được cho việc dự toán chi phí, sơ đồ này còn áp dụng cho cả việc thanh toán và quyết toán. Lúc đó, các thành phần chi phí khác có thể thay đổi, nhưng về cơ bản, cách tính toán chi phí trực tiếp vẫn giữ như trình tự nói trên.

Theo quy trình tính chi phí xây dựng ở Hình 1, khi tập trung vào chi phí trực tiếp, có thể thấy việc tính chi phí này phụ thuộc vào hai loại dữ liệu đầu vào, đó là khối lượng và giá. Cấu trúc của bảng tiền lương phải phù hợp với cấu trúc của dữ liệu về giá để đảm bảo tính toán được chi phí. Có ba trường hợp điển hình: tính theo đơn giá xây dựng chi tiết, tính theo giá xây dựng tổng hợp hoặc tính theo bảng giá tương ứng. Bảng 1 thể hiện yêu cầu về sự tương thích giữa dữ liệu về khối lượng và dữ liệu về giá để đảm bảo khả năng tính toán được chi phí trực tiếp.

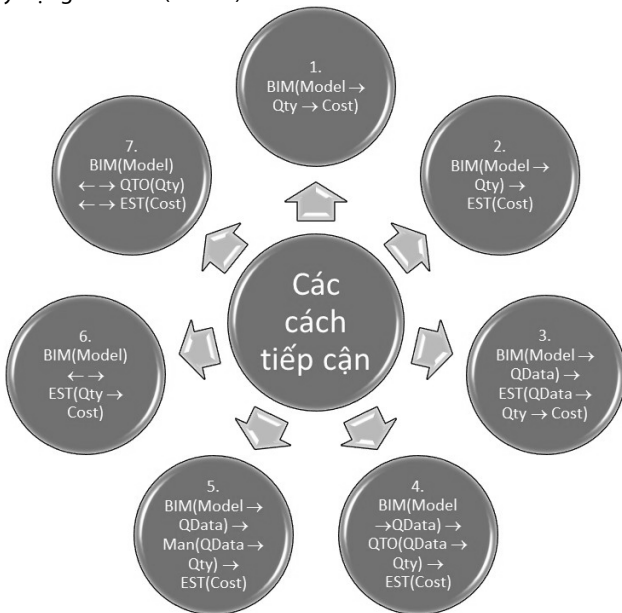
Bảng 1. Yêu cầu về sự tương thích giữa dữ liệu về khối lượng và dữ liệu về giá

| TT | Khối lượng   | Giá                       | Yêu cầu tương thích   | Ghi chú  |
|----|--|---------------------------|---|--|
| 1  | Khối lượng theo các công tác xây dựng  | Đơn giá xây dựng chi tiết | Danh mục khối lượng phải phù hợp với danh mục đơn giá xây dựng chi tiết                   | Đơn giá xây dựng chi tiết thường được sử dụng là dựa trên các tập đơn giá xây dựng cơ bản được xuất bản và cập nhật định kỳ của địa phương   |
| 2  | Khối lượng theo nhóm, loại công tác xây dựng, đơn vị kết cấu hoặc bộ phận công trình | Giá xây dựng tổng hợp     | Tùy thuộc giá xây dựng tổng hợp được sử dụng để quyết định danh mục khối lượng            | Hiện ở Việt Nam mới chỉ có giá xây dựng tổng hợp cho bộ phận kết cấu công trình được xuất bản chung cho cả nước (ví dụ Quyết định 44/QĐ-BXD cho năm 2020), tuy nhiên không được sử dụng rộng rãi |
| 3  | Hao phí từng loại nguồn lực: vật liệu, nhân công, máy                                | Bảng giá tương ứng        | Cần có giá cho từng loại hao phí nguồn lực chính trong từng nhóm vật liệu, nhân công, máy | Cần liên hệ đến hệ thống định mức hao phí nguồn lực, ví dụ định mức dự toán<br>Giá trị các hao phí nguồn lực khác có thể tính bằng %   |

Các yêu cầu tương thích này cần được cân nhắc khi xây dựng các ứng dụng tự động hóa việc tính chi phí xây dựng.

**3. Đề xuất các cách tiếp cận tính toán chi phí xây dựng sử dụng mô hình thông tin công trình**

BIM có thể 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 về nguyên tắc đều có thể sử dụng, khai thác thông tin từ mô hình 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, chính là các đối tượng chứa thông tin. Các thông tin được 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 và các thông tin chức năng để đảm bảo đối tượng hoạt động giống như cấu kiện, kết cấu nó đại diện [6]. Về mặt lý thuyết, tùy vào việc mô hình BIM, được dựng từ 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, có thể thấy, có bảy cách thức khai thác mô hình BIM cho công tác tính chi phí xây dựng như sau (Hình 2).



Hình 2. Các giải pháp tính chi phí xây dựng dựa trên nền tảng BIM

Một số cách tiếp cận trong đề xuất lý thuyết này cũng đã được đề cập đến ở một nghiên cứu trước đây [7], nhưng nghiên cứu đó chưa phân tích được đầy đủ các trường hợp trên và cũng chưa làm

rõ một cách chi tiết mối liên hệ giữa các ứng dụng được sử dụng. Các giải pháp trên được trình bày và phân tích dưới đây.

**3.1. Cách 1: BIM(Model) → Qty → Cost**

Sử dụng ứng dụng BIM (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 này có ưu điểm là mọi thao tác nằm tại một nguồn dữ liệu duy nhất, nên sẽ tiết kiệm thời gian và đảm bảo tính cập nhật. Các cập nhật vào mô hình sẽ nằm trong nguồn dữ liệu duy nhất này, và mọi tính năng của ứng dụng tin học cũng được liên kết trực tiếp với nguồn dữ liệu duy nhất này trong một phần mềm duy nhất. Không phải thao tác xuất, nhập dữ liệu, do đó tránh được mất mát thông tin và sai lỗi do con người. Mặt khác, nhiều loại chuyên gia có chuyên môn khác nhau có thể cùng thao tác trên cùng một cơ sở dữ liệu, do đó có thể đảm bảo tính chính xác và chất lượng thông tin, đồng thời tăng năng suất thực hiện công việc.

Nhược điểm nổi bật của cách tiếp cận này là khó khăn trong việc phát triển các ứng dụng phù hợp. Để chuyên môn hóa, thông thường các nhà phát triển phần mềm sẽ không tích hợp mọi tính năng thuộc các lĩnh vực chuyên môn khác nhau vào cùng một ứng dụng, mà khai thác một hệ sinh thái ứng dụng. Việc phát triển một ứng dụng duy nhất làm được nhiều chức năng cũng sẽ kéo theo hệ cơ sở dữ liệu phục vụ phần mềm lớn, từ đó gây ảnh hưởng đến tốc độ xử lý, hoặc phát sinh yêu cầu máy tính cấu hình cao, gây bất tiện cho sử dụng. Trong trường hợp này, dữ liệu về giá cần được tích hợp vào mô hình để tính toán, hoặc được chứa ở cơ sở dữ liệu độc lập có sự liên kết chặt chẽ với mô hình để đảm bảo tính tương thích của cấu trúc dữ liệu. Nhược điểm tiếp theo là đòi hỏi sự phối hợp cao giữa các chuyên gia ở các lĩnh vực khác nhau để cùng xử lý, phê duyệt các thông tin, dữ liệu trước khi đưa vào sử dụng.

Đây là cách lý tưởng và thuận lợi nhất cho tính toán, nhưng lại khó ứng dụng trong thực tiễn.

**3.2. Cách 2: BIM(Model) → QData → EST(Cost)**

Sử dụng ứng dụng BIM (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 này có mức độ tự động hóa khá cao, khiến tăng năng suất thực hiện công việc. Một ưu điểm nữa của cách tiếp cận là tận dụng được thế mạnh về dựng, cập nhật mô hình của BIM software và thế mạnh về xử lý, cập nhật cơ sở dữ liệu của các ứng dụng EST software, nhất là các dữ liệu địa phương. Các chuyên gia thuộc các lĩnh vực khác nhau tham gia vào từng giai đoạn khác nhau, các giai đoạn này nói chung cần các chuyên môn khác nhau, việc này giúp tăng năng suất và tăng mức độ chính xác của mô hình, đảm bảo chất lượng công việc.

Cách này có nhược điểm là đòi hỏi sự tương thích về cấu trúc dữ liệu được xuất ra từ BIM software và yêu cầu dữ liệu đầu vào của EST software. Nhược điểm này đưa đến yêu cầu giải quyết bài toán về việc cấu trúc dữ liệu trong Model và việc nhập dữ liệu vào Model một cách phù hợp. Mặt khác, có khả năng mất mát thông tin khi chuyển dữ liệu từ BIM software sang EST software; đòi hỏi phải có giải pháp giải quyết. Còn nữa, khi Model được cập nhật, lại phải thao tác lại việc xuất Qty và thực hiện lại việc tính toán chi phí, gây giảm năng suất và không thuận tiện cho thay đổi nếu việc tính chi phí đòi hỏi sự thay đổi từ dữ liệu khối lượng, bởi dữ liệu phải được cập nhật trở lại hay thay đổi trong mô hình một cách thủ công. Cách tiếp cận này cũng không cho phép các nhà thiết kế tính toán được ngay chi phí để ra quyết định lựa chọn các phương án thiết kế của mình trước khi triển khai, vì việc tính toán chi phí chỉ thực hiện được sau khi phương án thiết kế hoàn thành. Một nhược điểm nữa có thể nảy sinh là có thể đòi hỏi các chuyên gia thuộc các lĩnh vực khác nhau cùng tham gia vào việc dựng, cập nhật Model, ngoài những người dựng mô hình chuyên nghiệp và các kỹ sư thiết kế, từ đó phải có giải pháp phân công, phối hợp công việc giữa họ cho phù hợp.

### 3.3. Cách 3: BIM(Model → QData) → EST(QData → Qty → Cost)

Sử dụng ứng dụng BIM (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 này kế thừa được một số ưu điểm của Cách 2, như mức độ tự động hóa khá cao, tăng năng suất, tận dụng được thế mạnh về dựng, cập nhật mô hình của BIM software và thế mạnh về xử lý, cập nhật cơ sở dữ liệu của các phần mềm EST software, nhất là các dữ liệu địa phương, việc chuyên môn hóa giúp tăng mức độ chính xác của mô hình, đảm bảo chất lượng công việc.

Tuy nhiên, cách này có nhược điểm là đòi hỏi ứng dụng EST software phải xử lý được QData để có được Qty. Các ứng dụng EST software vẫn có thể đòi hỏi các yêu cầu nhất định đối với QData, mặc dù chưa cao như đòi hỏi Qty, để có thể xử lý được dữ liệu nhập vào thành Qty. Mặt khác, vẫn có khả năng mất mát thông tin khi chuyển dữ liệu từ BIM software sang EST software. Cách này cũng kế thừa các nhược điểm khi xuất hiện yêu cầu cập nhật Model, không hỗ trợ ra quyết định về thiết kế và nhược điểm về yêu cầu các chuyên gia có chuyên môn khác cùng tham gia vào việc dựng, cập nhật Model của Cách 2.

### 3.4. Cách 4: BIM(Model → QData) → QTO(QData → Qty) → EST(Cost)

Sử dụng ứng dụng BIM (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 này tách bước xử lý dữ liệu của Cách 3 trong việc xử lý dữ liệu khối lượng (QData) thành Qty bằng một ứng dụng độc lập QTO để tận dụng các ứng dụng EST software hiện có, vốn thường không được lập trình để xử lý dữ liệu bên ngoài về khối lượng. Dù hạn chế được nhược điểm này của EST software nhưng việc này lại làm giảm năng suất do phải thao tác qua nhiều phần mềm, tăng khả năng mất thông tin khi nhập, xuất dữ liệu. Xuất hiện thêm nhược điểm trong yêu cầu về dữ liệu đầu vào đối với QTO software để xử lý được thông tin, kết xuất được khối lượng. Còn lại, cách này kế thừa hầu như toàn bộ các ưu nhược điểm của Cách 3.

### 3.5. Cách 5: BIM(Model → QData) → Man(QData → Qty) → EST(Cost)

Sử dụng ứng dụng BIM (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), Qty sau đó được nhập vào ứng dụng lập dự toán (EST software) để tính chi phí (Cost).

Cách này thủ công hóa một bước của Cách 4 trong việc xử lý dữ liệu khối lượng (QData) thành khối lượng để hỗ trợ ứng dụng EST software, vốn thường không được lập trình để xử lý dữ liệu bên ngoài về khối lượng. Dù hạn chế được nhược điểm của EST software nhưng việc này lại làm giảm năng suất, tăng khối lượng xử lý thủ công. Còn lại, cách này kế thừa hầu như toàn bộ các ưu nhược điểm của Cách 4.

### 3.6. Cách 6: BIM(Model) ← → EST(Qty → Cost)

Sử dụng đồng thời ứng dụng BIM (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 này cũng có mức độ tự động hóa cao, từ đó tăng năng suất. Nó có ưu điểm trong việc cho phép các nhà thiết kế tính toán được ngay chi phí để ra quyết định lựa chọn các phương án thiết kế của mình trước khi triển khai. Cách này còn kế thừa được toàn bộ ưu điểm của Cách 2. Nhược điểm về việc phải thao tác lại việc xuất Qty và thực hiện lại việc tính toán chi phí, gây giảm năng suất đã được khắc phục; tuy nhiên, cách này vẫn kế thừa toàn bộ các nhược điểm khác của Cách 2. Ngoài ra, nó còn đòi hỏi một môi trường dữ liệu đồng bộ, có các giải pháp quản lý phù hợp để đảm bảo sự thống nhất về dữ liệu, cũng như không gây xung đột khi cả hai ứng dụng đồng thời hoạt động.

### 3.7. Cách 7: BIM(Model) ← → QTO(Qty) ← → EST(Cost)

Sử dụng đồng thời ứng dụng BIM (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.

Về mặt lý thuyết, Cách 7 này có thể coi là một biến thể của Cách 4, khi là tạo ra sự tương tác đa chiều giữa ba ứng dụng BIM software, QTO software và EST software. Nó cũng có thể coi là một biến thể của Cách 6, khi tách ứng dụng bóc tách khối lượng ra khỏi ứng dụng tính chi phí EST software. Về ưu điểm, cách này kế thừa toàn bộ các ưu điểm của cả Cách 4 và Cách 6. Về nhược điểm, cách này đòi hỏi sự tương tác cao giữa các ứng dụng nói trên, thể hiện ở việc đòi hỏi Model phải có cấu trúc dữ liệu phù hợp hoặc QTO software phải có các giải pháp thông minh, tiên tiến để khai thác dữ liệu không cấu trúc hoặc có cấu trúc khác từ Model. Nó cũng đòi hỏi một môi trường dữ liệu đồng bộ, có các giải pháp quản lý phù hợp để đảm bảo sự thống nhất về dữ liệu, cũng như không gây xung đột khi các ứng dụng đồng thời hoạt động. Cũng cần phải giải quyết bài toán phân công công việc trong các hoạt động dựng mô hình, cập nhật mô hình và xử lý dữ liệu, bóc tách khối lượng, tính chi phí để đạt được sự phối hợp đồng bộ và hiệu quả cao.

## 4. Đánh giá các cách tiếp cận tính toán chi phí xây dựng sử dụng mô hình BIM trong thực tiễn

Khảo sát thực tiễn các giải pháp được giới thiệu rộng rãi trên thế giới đối với việc tính chi phí xây dựng và bóc tách khối lượng sử dụng BIM, các giải pháp sử dụng BIM để đo bóc tách khối lượng và các giải pháp tính toán chi phí xây dựng ở Việt Nam, có thể thấy rằng, hiện chưa có giải pháp nào tích hợp tất cả các tính năng từ dựng,

cập nhật mô hình, đến đo bóc tách khối lượng, tính toán chi phí. Các nhược điểm đã phân tích trên trở thành các rào cản để phát triển loại ứng dụng này. Ngoài ra, ở Việt Nam, các phần mềm tính toán chi phí xây dựng đã được phát triển độc lập khá nhiều, đòi hỏi sự linh hoạt rất cao và tùy biến rất nhiều theo đặc điểm địa phương để phù hợp với các yêu cầu của cả các dự án sử dụng vốn nhà nước và dự án sử dụng vốn khác. Do đó, Cách tiếp cận 1 trong thời điểm hiện tại cũng chưa là hướng ưu tiên của các đơn vị phát triển phần mềm.

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 hai lĩnh vực ứng dụng riêng biệt được kết nối với nhau. 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 [5, 7]. Lý do là các chức năng bóc tách khối lượng trong các công cụ này thường không thể phù hợp với yêu cầu khá đa dạng của các quốc gia, các khu vực 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 cũng có tính khả thi thấp trong điều kiện hiện nay, dù cũng 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 tính chi phí dưới dạng bảng tính [7].

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 ở các phần tiếp theo.

#### **4.1. 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. Như nghiên cứu của các 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 việc 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.

ArchiCAD cung cấp nhiều lựa chọn hơn về các tham số được xác định trước. Nó cũng cho phép người dùng sử dụng chức năng lập trình GDL để lập trình các tham số đo lường mới, tuy nhiên tính năng này ít được sử dụng do hầu hết người dùng không có kiến thức phù hợp để thực hiện việc lập trình ở định dạng đó. Revit có ít tham số đo lường được xác định trước hơn nhưng giúp dễ dàng tạo quy trình đo mới thông qua các công thức do người dùng xác định, tức là người dùng có thể đưa vào một công thức liên quan đến các thông số hiện có.

ArchiCAD cung cấp một nền tảng tương tác dễ dàng hơn, có nhiều tùy chọn hơn để sắp xếp và trình bày dữ liệu, đồng thời cho phép người dùng chỉnh sửa một số trường thông qua định nghĩa các cấu hình mới trực tiếp trên bảng bóc tách khối lượng, những thay đổi này sẽ được tự động xử lý trong mô hình.

Về kết quả đầu ra, ArchiCAD có thể lưu các bảng ở các định dạng khác nhau, bao gồm Excel, PDF và DWF. Revit chỉ xuất các bảng ở định dạng TXT, thường yêu cầu thao tác thêm để xử lý dữ liệu trong các giai đoạn tiếp theo, dù định dạng delimited text được xuất ra có thể trực tiếp import vào Excel để xử lý được.

Tuy nhiên, do vấn đề về sự khác biệt trong cấu trúc dữ liệu, dữ liệu xuất ra từ các phần mềm dựng và mô phỏng mô hình thường chỉ ở dưới dạng khối lượng theo nhóm đơn vị kết cấu hoặc bộ phận công trình (xem Bảng 1), mà không xuất ra được dưới dạng khối lượng theo các công tác xây dựng hoặc hao phí từng loại nguồn lực, là hai dạng mà đã có hệ thống dữ liệu giá khá đầy đủ. Hiện tại ở Việt Nam dữ liệu về giá cho dạng khối lượng này còn khá là thiếu, nhất là trong các dự án sử dụng vốn nhà nước, nên việc xuất khối lượng theo các giải pháp này không hỗ trợ nhiều cho công tác xác định chi phí, chưa nói đến việc cấu trúc của danh mục khối lượng được xuất ra chưa hoàn toàn phù hợp với danh mục giá. Nói chung dữ liệu xuất ra thường phải được tùy chỉnh thêm mới có thể sử dụng được, hoặc đòi hỏi khá nhiều công sức tùy chỉnh ngay khi nhập các tham số vào các đối tượng khi dựng mô hình.

Các công cụ dựng hoặc mô phỏng mô hình BIM có thể được tích hợp thêm các tính năng bổ sung để tùy chỉnh tốt hơn các dữ liệu khối lượng nhằm phục vụ việc xuất sang các ứng dụng tính toán chi phí độc lập. Các bộ công cụ có sẵn trên thị trường như Autodesk Revit, Navisworks đều cho phép mở rộng các chức năng bóc tách khối lượng bằng cách sử dụng giao diện lập trình ứng dụng (API). Gần đây, hãng Graphisoft cũng đã phát triển Plug-in ArchiQuant để hỗ trợ cả việc đo bóc tách khối lượng và tính dự toán. Ở Trung Quốc, có ứng dụng THSWARE là một ứng dụng plug-in của Autodesk Revit để phù hợp với nhu cầu bóc tách khối lượng của thị trường này [7]. Hiện cũng có khá nhiều nhà phát triển phần mềm quan tâm phát triển ứng dụng trong điều kiện Việt Nam, nhưng cho đến nay, chưa có ứng dụng nào được giới thiệu là thành công đối với các dự án sử dụng vốn nhà nước, dữ liệu khối lượng xuất ra vẫn cần tùy chỉnh thêm trước khi nhập vào phần mềm dự toán chi phí.

Các giải pháp xuất khối lượng trực tiếp từ phần mềm dựng mô hình có thể hỗ trợ việc thực hiện tính toán chi phí xây dựng trên nền tảng BIM theo các cách 2, 3, 4, 5. Ở một số quốc gia và vùng lãnh thổ, các giải pháp này chưa hỗ trợ Cách 2.

#### **4.2. Các giải pháp đo bóc tách khối lượng, dự toán chi phí trực tiếp từ mô hình BIM bằng phần mềm độc lập**

Có nhiều giải pháp khác được phát triển để đo bóc tách khối lượng trực tiếp từ mô hình BIM. Các giải pháp thuộc dạng này thường tích hợp tính năng bóc tách khối lượng với các tính năng khác như kiểm tra mô hình, dò tìm xung đột... [5] nhưng cũng có thể là các phần mềm độc lập. Một số phần mềm được giới thiệu rộng rãi thuộc loại này bao gồm Vico Office (Takeoff Manager), Solibri Model Checker, eTakeoff hoặc phần mềm Autodesk Quantity Takeoff của hãng Autodesk (từ năm 2013, phần mềm này đã không còn được hỗ trợ, các tính năng của nó được tích hợp vào trong phần mềm Navisworks).

Một số giải pháp khác có thể tính được dự toán chi phí nhờ việc khai thác trực tiếp mô hình BIM. Một số ứng dụng điển hình thuộc loại này bao gồm Trimble Vico, Exactal CostX, Nomitech's CostOS BIM Estimating, CubiCost, RIB iTWO 5D, Primus-IFC của ACCA Software, Cubit của Buildsoft và SmartBIM QTO's Cost Check... [3, 5]. Ngoài trừ ứng dụng cuối cùng, SmartBIM QTO's Cost Check, chỉ hoạt động với Revit thông qua một plug-in để xuất bản mô hình Revit sang, các ứng dụng còn lại trong danh sách nhập mô hình BIM thông qua định dạng IFC (Industry Foundation Class). Điều này đòi hỏi dữ liệu trong mô hình BIM

phải được cấu trúc phù hợp hoặc có thể xử lý để phù hợp với định dạng IFC để đảm bảo tính tương thích [5].

Tuy đã được phát triển ở mức độ cao hơn, các giải pháp đo bóc tách khối lượng trực tiếp từ mô hình BIM bằng phần mềm độc lập này vẫn không giải quyết được hoàn toàn vấn đề tính tương thích với dữ liệu giá của khối lượng xuất ra, nhất là với các quốc gia sử dụng hệ thống dữ liệu định mức, đơn giá có cấu trúc đặc biệt như Việt Nam. Có nghiên cứu đã gợi ý rằng, khi dựng mô hình BIM cần áp dụng các quy tắc lập mô hình và lược đồ dữ liệu thích hợp thay vì sử dụng IFC cho các công cụ dựng mô hình BIM, để đảm bảo dữ liệu trong mô hình có thể được trích xuất ra với cấu trúc tùy biến theo yêu cầu, và cũng tránh được việc mất mát dữ liệu [7]. Ví dụ, hệ thống RIB iTWO 5D có hướng dẫn lập mô hình cụ thể cho các nhà lập mô hình Revit để tạo các mô hình Revit tương thích được nhập dưới dạng định dạng CPI (tích hợp quy trình xây dựng – construction process integration) độc quyền của nó vào iTWO 5D cho việc bóc tách khối lượng và tính toán chi phí [7]. Đây cũng là cách tiếp cận mà hiện đã có nghiên cứu ở Việt Nam để xuất và cũng đang tiếp cận một số đơn vị nghiên cứu triển khai [4], tuy chưa đạt kết quả mong muốn.

Ưu điểm của cách tiếp cận theo các giải pháp này là tính năng bóc tách khối lượng và/hoặc tính toán chi phí độc lập với các công cụ tạo mô hình BIM, tạo điều kiện thuận tiện cho các lập trình viên tập trung vào việc viết phát triển các tính năng này. Tuy nhiên, cách này có nhược điểm rất rõ ràng là có khả năng mất dữ liệu trong quá trình chuyển đổi dữ liệu từ các mô hình tạo nên bởi các công cụ dựng mô hình BIM và IFC. Có nghĩa là các mô hình BIM đã tạo sẽ không còn nhất quán với các mô hình đã được chuyển đổi thành định dạng IFC sau khi chúng được xuất từ môi trường mô hình BIM và sau đó được nhập vào công cụ bóc tách khối lượng và ước tính chi phí dựa trên IFC [7].

Các giải pháp đo bóc tách khối lượng trực tiếp từ mô hình BIM bằng phần mềm độc lập này (cả trường hợp có tích hợp tính năng tính toán chi phí) có thể hỗ trợ việc thực hiện tính toán chi phí xây dựng trên nền tảng BIM theo Cách 4, có thể tiếp cận đến Cách 3.

### 4.3. Các giải pháp khác

Càng ngày nhu cầu thiết kế định hướng giá trị càng cao, theo đó, các nhà thiết kế cần tính toán được ngay chi phí cho từng phương án thiết kế của mình trong quá trình triển khai để quyết định các điều chỉnh cần thiết. Vì vậy, họ đòi hỏi các ứng dụng hỗ trợ được việc này trên nền tảng BIM. Nghiên cứu của Zhou et. al. [7] đã đề xuất một giải pháp để hỗ trợ việc thực hiện tính toán chi phí xây dựng trên nền tảng BIM theo Cách 6. Nghiên cứu này đề xuất việc tạo ra một kiến trúc phần mềm (Software Architecture) mà tích hợp cả chức năng bóc tách khối lượng và ước tính chi phí, tham chiếu đến các phương pháp đo bóc các bộ phận công trình, ảnh xạ đến loại công tác xây dựng, đơn vị kết cấu hoặc bộ phận công trình và giá cụ thể để tính toán chi phí một cách hợp lý và hiệu quả.

Kiến trúc phần mềm này được đề xuất bao gồm hai ứng dụng độc lập về dựng mô hình BIM và bảng tính. Công nghệ COM của Microsoft giúp kết nối công cụ dựng mô hình BIM và bảng tính bên ngoài để hai ứng dụng này có thể tương tác được mà không cần thay đổi kiến trúc phần mềm hiện có. Tuy nhiên, các quy tắc đo bóc tách khối lượng, vốn được trình bày dưới dạng văn bản, cần được chuyển đổi thành các quy tắc tính toán trong môi trường số hóa. Bảng tính trở thành một kho lưu trữ thông tin, chứa các giá trị và quy tắc tính toán có liên quan. Một cách đồng thời, công cụ thiết kế có thể tiếp nhận các giá trị và các quy tắc, bóc tách được khối lượng các bộ phận công trình và xuất ra được khối lượng và các giá trị chi phí ước tính dưới dạng Bảng tiên lượng (Bill of Quantity – BOQ) trong bảng tính. Việc truy cập dữ

liệu và trích xuất khối lượng có thể được thực hiện đồng thời với các hoạt động thiết kế khác liên quan, ví dụ thêm đối tượng, xóa đối tượng, sửa đổi thuộc tính đối tượng... [7].

Ưu điểm nổi bật của giải pháp này là tạo điều kiện thuận tiện cho các nhà thiết kế trong việc kiểm soát chi phí để đưa ra các quyết định thiết kế phù hợp. Mặt khác, nội dung bảng tính có thể được cập nhật linh hoạt mà không ảnh hưởng đến việc sử dụng công cụ BIM. Do đó, giải pháp này có thể sử dụng để giải quyết vấn đề các tiêu chuẩn đo bóc tách khối lượng khác nhau của các quốc gia, vùng lãnh thổ, bởi dữ liệu cho mỗi địa phương này sẽ được lưu trữ dưới một bảng tính riêng biệt. Giải pháp này có thể được phát triển không những cho Cách tiếp cận 6, mà còn cả Cách tiếp cận 7. Đây cũng là hướng mà các nhà phát triển ứng dụng về bóc tách khối lượng và dự toán chi phí trên nền tảng BIM ở Việt Nam nên theo đuổi.

### 5. Kết luận

Do việc phát triển một ứng dụng BIM để giải quyết toàn diện được cả bài toán dựng, cập nhật mô hình và đo bóc tách khối lượng, tính toán chi phí cho dự án đầu tư xây dựng, dù khá lý tưởng, nhưng cũng rất khó triển khai, nên việc triển khai các ứng dụng BIM này trong thực tế có khá nhiều cách tiếp cận kém lý tưởng hơn. Bài báo đã phân tích quá trình tính toán chi phí xây dựng, dựa trên các đặc điểm của BIM để đề xuất 7 cách tiếp cận khác nhau, kể cả trường hợp lý tưởng trên. Một số cách tiếp cận này đã được ứng dụng trong thực tiễn, tuy nhiên, vẫn còn nhiều hạn chế trong điều kiện Việt Nam. Các ứng dụng được phát triển trong thực tiễn nói chung đều tách các chức năng dựng và cập nhật mô hình BIM ra khỏi chức năng tính toán chi phí, do đó, đòi hỏi tính liên thông giữa các phần mềm và tính tương thích của các cơ sở dữ liệu cao, đây là điều còn đang là vấn đề chưa được giải quyết triệt để. Các nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào phân tích các hạn chế này, từ đó đề xuất các giải pháp phù hợp hơn với điều kiện Việt Nam để khai thác BIM cho các ứng dụng về khối lượng và dự toán xây dựng, từ đó giúp nâng cao hiệu quả triển khai các dự án đầu tư xây dựng.

### Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số 2019-XDA-04.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Văn Yêm (1997). *Phương pháp định giá sản phẩm xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng.
2. Chính phủ (2021). Nghị định 10/2021/NĐ-CP ngày 09 tháng 02 năm 2021 của Chính phủ quy định về quản lý chi phí đầu tư xây dựng.
3. Estimationqs (2017). *Top 5 BIM Quantity Takeoff Software – 3D Model Based Estimating Solutions*. Online, truy cập ngày 3 tháng 4 năm 2021, tại trang web <https://estimationqs.com/top-5-bim-quantity-takeoff-software/>.
4. Lưu Quang Phương và Nguyễn Thế Quân (2020). "Đề xuất quy tắc tạo lập mô hình BIM phục vụ việc tự động hóa đo bóc tách khối lượng trong các dự án xây dựng sử dụng vốn nhà nước tại Việt Nam". *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHGNCĐ)-ĐHXD*. 14(4V), tr. 118-129.
5. André Monteiro và Joao Pocas Martins (2013). "A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design". *Automation in construction*. 35, tr. 238-253.
6. TheNBS (2017). *A manufacturer's guide to BIM object creation*. NBS Enterprises Ltd. Online, truy cập ngày 16 tháng 4 năm 2021, tại trang web <https://manufacturers.thenbs.com/resources/knowledge/a-manufacturers-guide-to-bim-object-creation>.
7. Wei Zhou và các cộng sự. (2016). Automatic Quantity Takeoff and Cost Estimation in BIM Design. *16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE 2016)*, Nobuyoshi Yabuki và Koji Makanae, chủ biên, ICCBE 2016 Organizing Committee, Osaka, Japan.