

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT QUY TẮC MÃ HÓA CẤU KIỆN BÊ TÔNG TRONG MÔ HÌNH BIM NHẪM TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH LẬP DỰ TOÁN CÔNG TRÌNH

Nguyễn Vũ Linh¹, Nguyễn Thị Mùi¹, Phạm Quốc Thành²

TÓM TẮT

Khối lượng của một cấu kiện hoặc khối lượng của cả công trình có thể kết xuất tự động từ mô hình BIM của công trình. Tuy nhiên, để khối lượng này trở thành dữ liệu đầu vào của quá trình lập dự toán công trình cần sự phân loại phù hợp với các quy định cụ thể về hao phí xây dựng. Mỗi quốc gia có các bộ mã hóa và các quy tắc khác nhau trong việc đo bóc khối lượng và lập dự toán công trình. Thông qua việc phân tích các thông tin cần có để phân loại khối lượng bê tông phù hợp với các mã hiệu trong Định mức xây dựng tại Việt Nam và dựa trên logic của hai hệ thống phân loại cấu kiện xây dựng là MasterFormat và UniFormat, tác giả đã đề xuất quy tắc mã hóa cấu kiện bê tông trong mô hình BIM. Với mã hiệu đã được gán vào cấu kiện, khối lượng kết xuất từ mô hình được phân loại tự động phù hợp với Định mức xây dựng tại Việt Nam và được sử dụng trực tiếp trong quá trình lập dự toán.

Từ khóa: BIM, đo bóc khối lượng, phân loại cấu kiện, mã hóa cấu kiện, lập dự toán.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Building Information Modeling (BIM) là một công nghệ mới trong xây dựng được xuất hiện trong những năm gần đây, đó là công nghệ sử dụng mô hình 3 chiều (3D) để mô phỏng, phân tích và gắn thông tin lên các đối tượng của công trình [1-3]. Mô hình này được liên kết với các dữ liệu thông tin của dự án về mặt không gian, loại cấu kiện, hình học, kích thước và vật liệu [4]. Mô hình BIM trong công trình không chỉ là một công nghệ “đầy tiềm năng” mà nó đã thực sự trở thành một công nghệ được áp dụng phổ biến trong ngành xây dựng, đặc biệt ở các quốc gia phát triển. Một trong những lợi ích rõ nhất từ việc sử dụng BIM đó là việc có thể kết xuất ra rất nhiều bộ dữ liệu khác nhau, nhằm phục vụ các mục đích khác nhau trong quá trình thực hiện một dự án xây dựng.

Lợi ích được nói đến nhiều nhất từ mô hình BIM là chúng có thể tự động kết xuất được bảng khối lượng của công trình. Mỗi công trình trong mô hình BIM là tập hợp của một số “elements” - cấu kiện riêng lẻ. Khối lượng công việc cần hoàn thành cho công trình là khối lượng công việc cần để hoàn thành hết các cấu kiện riêng lẻ tạo nên công trình đó. Khối lượng công việc có thể thu được tự động thông qua kích thước hình học của các cấu kiện đơn lẻ. Chính vì vậy, công nghệ BIM hiện đang được nghiên cứu và sử dụng rộng rãi trong các công trình trên thế giới [5-8], tuy nhiên mỗi quốc gia có các bộ mã hóa và các quy tắc khác nhau trong việc đo bóc khối lượng và lập dự toán công trình. Do vậy, việc

¹ Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức; Email: nguyenvulinh@hdu.edu.vn

² Ban Quản lý dự án đầu tư công trình giao thông Thanh Hoá

ứng dụng công nghệ BIM trong bóc tách và lập dự toán theo các quy định của Việt Nam [9] đang gặp một số rào cản kỹ thuật. Trước hết, việc tính toán giá chi tiết cho một công việc hay một cấu kiện xây dựng đòi hỏi đồng thời thông tin về mặt khối lượng và thông tin bổ sung về mặt đặc tính của cấu kiện hay quá trình thực hiện công việc đó. Ví dụ: Bê tông mác M200 nhưng thi công cho cấu kiện có độ dày khác nhau sẽ đòi hỏi chi phí về mặt nhân công và máy móc khác nhau, hoặc Bê tông mác M200 nhưng được chế tạo từ xi măng PC30 và PC40 cũng có giá khác nhau. Vấn đề này về lý thuyết có thể xử lý bằng cách cung cấp đầy đủ các thông tin bổ sung cần thiết cho việc lập dự toán vào các cấu kiện trong mô hình BIM. Rào cản tiếp theo là các phần mềm lập dự toán được xây dựng dựa trên một bộ danh mục công việc và định mức hao phí cho các công việc đó. Cụ thể, ở Việt Nam danh mục công việc xây dựng được chuẩn hóa dưới dạng các mã hiệu công việc và được quy định trong các bộ Định mức xây dựng do Bộ Xây dựng ban hành [10]. Việc quyết định khối lượng công việc thuộc mã hiệu nào dựa trên các thông tin liên quan đến đặc tính và quá trình chế tạo của cấu kiện đó. Khối lượng công việc kết xuất được từ mô hình BIM phải được phân loại và gán vào các mã hiệu tương ứng trong các bộ Định mức xây dựng thì mới có thể sử dụng được làm dữ liệu đầu vào cho các phần mềm tính toán dự toán.

Trong cách bóc tách khối lượng thủ công, việc gán mã hiệu cho một công việc thông qua đặc tính và quá trình chế tạo của cấu kiện đó là do người lập dự toán quyết định. Việc làm này tuy đơn giản về mặt kỹ thuật, tuy nhiên lại phụ thuộc nhiều vào “kinh nghiệm và quan điểm” của người thực hiện. Ví dụ phần bê tông giao cắt giữa sàn và dầm có thể tính là bê tông sàn, hoặc bê tông dầm. Việc làm này dẫn đến những sai lệch về giá trị dự toán được lập sau này, do 2 công tác bê tông nói trên có hao phí về nhân công và máy khác nhau. Tuy nhiên, theo các quy tắc về đo bóc khối lượng được quy định theo Thông tư số 17/2019/TT-BXD thì phần bê tông này phải được tính là bê tông sàn. Để phần mềm có thể quyết định mã hiệu phù hợp cho một công tác xây lắp đòi hỏi các thông tin bổ sung dùng để phân loại khối lượng đó cũng phải được phân loại và mã hóa theo một quy tắc mà máy tính có thể hiểu được. Việc này có thể thực hiện được thông qua việc phân tích các đặc tính được dùng để phân loại công việc trong bộ định mức. Trên cơ sở đó, xây dựng một quy tắc mã hóa cho các cấu kiện trong mô hình BIM sao cho mã hiệu của một cấu kiện thể hiện được các đặc tính cần thiết cho việc phân loại các công việc liên quan cho việc chế tạo cấu kiện này. Mỗi loại hình công việc lại được phân loại dựa trên các tiêu chí khác nhau.

Trong phạm vi bài báo này, tác giả phân tích các tiêu chí dùng để phân loại các công tác bê tông. Trên cơ sở đó đề xuất một cách đánh mã số cấu kiện bê tông cốt thép giúp cho máy tính có thể hiểu được mã hiệu phù hợp cho công tác thi công bê tông trong cấu kiện đó. Từ đó có thể sử dụng trực tiếp khối lượng kết xuất từ mô hình BIM trong việc lập dự toán công trình phù hợp với các bộ định mức của Việt Nam.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phân loại và mã hóa công tác bê tông

2.1.1. Phân loại công tác bê tông

Để xây dựng được đơn giá của một công trình xây dựng, chúng ta cần xác định chi

phí cần thiết để hoàn thành mỗi cấu kiện tạo nên công trình đó. Để làm cơ sở cho việc quản lý Nhà nước về chi phí đầu tư xây dựng, Bộ Xây dựng ban hành quy định về việc đo bóc khối lượng cũng như Định mức hao phí trong xây dựng cơ bản. Đây là cơ sở cho công tác lập dự toán với các công trình sử dụng vốn ngân sách tại Việt Nam. Quy định về đo bóc xác định khối lượng công tác xây dựng đang được áp dụng hiện nay theo Thông tư số 17/2019/TT-BXD ngày 26/12/2019 của Bộ Xây dựng [9]. Theo thông tư này, khối lượng bê tông được đo bóc và phân loại thành những nhóm riêng (mỗi nhóm có mã hiệu và hao phí khác nhau) dựa trên các đặc tính sau:

- (1) Loại bê tông (bê tông đá dăm, bê tông chịu nhiệt, bê tông át phan, bê tông bèn sunfat...);
- (2) Phương pháp sản xuất hỗn hợp bê tông (bê tông trộn tại chỗ, bê tông thương phẩm), biện pháp thi công (đổ bằng máy bơm, đổ thủ công, đổ bằng cầu);
- (3) Mác bê tông (#100, #150, #200, #250, #300...);
- (4) Phương pháp chế tạo (cấu kiện bê tông đổ tại chỗ, bê tông đúc sẵn);
- (5) Loại cấu kiện (cột, dầm, sàn ...);
- (6) Theo kích thước cấu kiện;
- (7) Theo vị trí cấu kiện (thường là chiều cao, chiều sâu).

Như vậy, để phân loại được công tác bê tông nhằm mục đích tính giá thành của nó theo quy định tại Việt Nam, chúng ta cần biết 7 loại thông tin nêu trên. Để máy tính có thể nhận ra các thông tin đặc trưng nói trên của một cấu kiện bê tông thì cấu kiện bê tông đó cần được gán một mã hiệu chứa đựng các thông tin cần thiết đó.

2.1.2. Hệ thống phân loại trong xây dựng

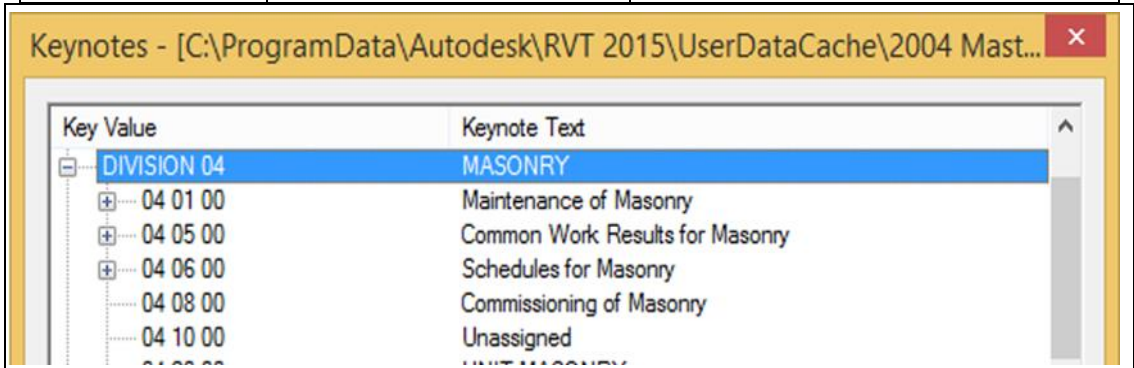
Hiện nay có 2 hệ thống phân loại cấu kiện trong xây dựng được sử dụng rất phổ biến là tiêu chuẩn phân loại theo UniFormat [11] và MasterFormat [12]. Hai hệ thống phân loại này về cơ bản là khác nhau. Trong khi UniFormat là cách phân loại dựa trên hệ thống cấu kiện công trình, còn MasterFormat là hệ thống phân loại dựa trên vật liệu xây dựng. Với mục tiêu xây dựng một hệ thống đánh mã hiệu cho các cấu kiện bê tông, tác giả lần lượt phân tích 2 hệ thống phân loại phổ biến trên thế giới hiện nay là MasterFormat [11] và UniFormat [12], từ đó rút ra được một quy tắc đánh mã hiệu có tính khoa học để mô tả được 7 thuộc tính của cấu kiện bê tông như đã đề cập.

Trong MasterFormat, vật liệu bê tông được mã hóa với bộ mã số gồm 8 chữ số: 03.xx.xx.xx. Tất cả các công tác bê tông đều được chỉ định với mã hiệu bắt đầu là 3. Có 4 mức độ chi tiết để phân loại các công tác xây lắp như trong bảng 1. Có thể thấy cách phân loại công việc trong hệ thống MasterFormat có thể dùng để mã hóa cho 6/7 đặc tính nêu trên của cấu kiện bê tông, ngoại trừ đặc tính số (5) - Loại cấu kiện. Hiện nay có thể dễ dàng tìm được các bản ghi (Keynote) của hệ thống phân loại MasterFormat trên các định dạng Excel hoặc Notepad. Các bản ghi này có thể thêm trực tiếp vào các phần mềm BIM như Revit trong quá trình thiết kế nhằm giúp phân loại các công tác xây lắp một cách có hệ

thống, từ đó giúp máy tính có thể kết xuất khối lượng theo các nhóm công việc đã được phân loại sẵn như hình 1.

Bảng 1. Hệ thống phân loại công việc theo MasterFormat

Mức độ chi tiết	Mã hóa công tác	Công tác
Mức độ 1	03.xx.xx.xx	Bê tông
Mức độ 2	03.01.xx.xx	Bảo trì bê tông
Mức độ 3	03.01.30.xx	Bảo trì bê tông đổ tại chỗ
Mức độ 4	03.01.30.51	Làm sạch bê tông đổ tại chỗ
	03.01.30.61	Làm lại bề mặt bê tông đổ tại chỗ



Hình 1. Bản ghi của MasterFormat trong phần mềm Revit

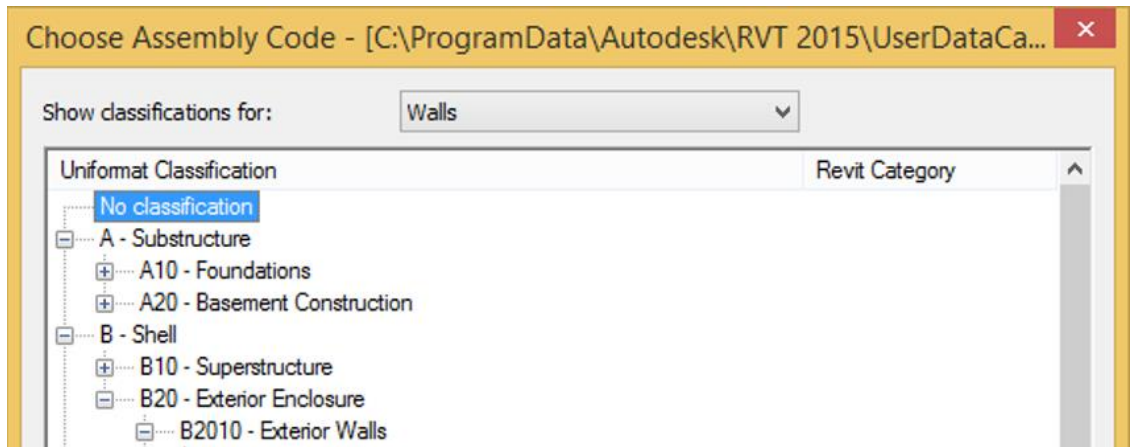
Hệ thống phân loại UniFormat phân loại công trình thành các hệ thống cấu kiện cũng như các công tác thi công trên công trường với logic hình thành lên công trình. Hệ thống UniFormat bao gồm 4 mức độ chi tiết (level) trong việc phân loại bộ phận, cấu kiện công trình và công tác thi công trên công trường (bảng 2). Hệ thống này phù hợp với tư duy tự nhiên khi kiểm soát cấu tạo công trình cũng như quá trình thi công trên công trường, giúp người lập mô hình dễ kiểm soát được quá trình mã hóa cấu kiện trong thiết kế, cũng như thiết lập danh mục công việc cần thiết để chế tạo ra cấu kiện đó trong giai đoạn thi công. Có thể thấy việc mã hóa cấu kiện theo nguyên tắc được sử dụng trong hệ thống UniFormat giúp phân loại cấu kiện theo đặc tính (5) - Loại cấu kiện. Hệ thống UniFormat cũng đã được thiết lập dưới dạng bảng ghi trong Excel hoặc Notepad để đưa vào các phần mềm BIM một cách dễ dàng như hình 2.

Như vậy việc kết hợp nguyên tắc phân loại và mã hóa cấu kiện theo logic của hai hệ thống UniFormat và MasterFormat sẽ cho phép tích hợp cả 7 nhóm thông tin “đặc tả” cho một cấu kiện bê tông. Từ đó phân loại được khối lượng bê tông thu được từ kích thước hình học của cấu kiện theo yêu cầu của các quy định về lập dự toán ở Việt Nam.

Bảng 2. Hệ thống mã hóa cấu kiện theo UniFormat

Mức độ 1 Cấu kiện chính	Mức độ 2 Nhóm cấu kiện	Mức độ 3 Cấu kiện độc lập	Mức độ 4 Cấu kiện đơn lẻ
A. Phân kết cấu	A10. Nền móng	A1010. Nền móng	A101010. Tường móng

		tiêu chuẩn	A101020. Cọc móng
			A101030. Thoát nước và chống thấm
		A1020. Nền móng đặc biệt	A102010.
			A102020.
		A1030. Nền bê tông	A103010.
			A103020.
	A20. Tầng hầm	A2010. Công tác đất	A201010.
			A201020.
A2020. Tường hầm		A202010.	
		A202020.	



Hình 2. Bản ghi của UniFormat dùng trong phần mềm Revit

2.2. Đề xuất cách mã hóa cấu kiện bê tông

Trong nghiên cứu này, tác giả đề xuất quy tắc mã hóa các cấu kiện bê tông dựa trên cơ sở phân loại và đánh mã cấu kiện của UniFormat và MasterFormat, phù hợp với các quy định của Việt Nam để có thể sử dụng trong việc bóc tách khối lượng và lập dự toán. Mã hiệu được đề xuất bao gồm 2 thành phần: Phần chữ - viết tắt tên của cấu kiện và phần số - thể hiện các đặc điểm của cấu kiện. Như vậy, một cấu kiện sẽ có mã hiệu dạng A.12345-xx; trong đó A là chữ cái viết tắt đại diện cho đặc tính số (5) - Loại cấu kiện, cụ thể: C-cột, D-dầm, S-sàn; Dãy chữ số được sử dụng để mã hóa các đặc tính (1) - (4), (6) và (7) của cấu kiện. Cụ thể như sau:

Chữ số đầu tiên dùng để phân loại kích thước cấu kiện như bảng 3

Bảng 3. Phân loại cấu kiện bê tông theo kích thước

Loại cấu kiện	Tiết diện	Mã số
Tường	Chiều dày ≤ 45 cm	1
	Chiều dày > 45 cm	2
Cột	Tiết diện cột $\leq 0,1m^2$	1

	Tiết diện cột > 0,1m ²	2
Dầm	Không phân loại	0
Sàn	Không phân loại	0

Chữ số thứ 2 dùng để mã hóa ván khuôn được sử dụng để đổ bê tông:

Ván khuôn gỗ: 1

Ván khuôn thép: 2

Chữ số thứ 3 thể hiện đường kính thép sử dụng trong cấu kiện bê tông:

Thép $D \leq 10$ mm: 1

Thép $10 \leq D \leq 18$ mm: 2

Thép $D > 18$ mm: 3

Chữ số thứ 4 thể hiện cấp phối đá dăm sử dụng:

Đá 1×2: 1

Đá 2×4: 2

Đá 4×6: 4

Chữ số thứ 5 thể hiện mác bê tông:

Bê tông mác 100: 0

Bê tông mác 150: 1

Bê tông mác 200: 2

Bê tông mác 250: 3

Bê tông mác 300: 4

Riêng yếu tố độ cao của cấu kiện - đặc tính số (7) sẽ được thể hiện trực tiếp bằng số chỉ chiều cao của cấu kiện, ngăn cách bằng dấu gạch ngang.

Ví dụ một cột bê tông có các thông tin liên quan là: Tiết diện > 0,1m²; ghép bằng cốt pha thép; đường kính thép $D > 18$ mm; bê tông mác M300 sử dụng đá 1×2, cột ở vị trí cao 25 m. Mã hiệu của cột theo cách mã hóa đã đề xuất như sau: C22314-25. Bảng 4 giải thích chi tiết cho cách đánh mã hiệu của cột.

Bảng 4. Minh họa cách đánh mã hiệu cho cột bê tông mã hiệu C22314-25

STT	Thông tin	Ký hiệu	Giải thích ký hiệu
1	Bê tông cột	C	Tên viết tắt của cấu kiện
2	Tiết diện > 0,1 m ²	2	Tiết diện
3	Ghép bằng cốt pha thép	2	Ván khuôn
4	Đường kính thép $D > 18$ mm	3	Đường kính thép
5	Đá dăm 1×2	1	Cấp phối đá dăm
6	Bê tông mác M300	4	Mác bê tông
7	Cột ở vị trí cao 25 m	25	Chiều cao cấu kiện

Như vậy, khi một mô hình thông tin công trình với các cấu kiện bê tông được mã hóa theo quy tắc đề xuất trên đây thì khối lượng bê tông được bóc tách sẽ mang đầy đủ các thông tin cần thiết để phân loại khối lượng bê tông này phù hợp với một mã hiệu trong Định mức xây dựng [10]. Do vậy có thể sử dụng trực tiếp kết quả kết xuất khối lượng của phần mềm BIM để lập dự toán công trình phù hợp với các quy định hiện hành của Việt Nam.

3. KẾT LUẬN

Bài báo nghiên cứu đề xuất cách mã hóa các cấu kiện bê tông trong mô hình BIM. Thông qua mã hiệu của cấu kiện để phân loại một cách tự động khối lượng bê tông kết xuất tự động từ mô hình BIM phục vụ cho quá trình lập dự toán. Một số kết luận được rút ra là:

Có 7 nhóm thông tin cần được gán cho mỗi cấu kiện bê tông để có thể phân loại khối lượng kết xuất được phù hợp với các quy định về lập dự toán theo các quy định của Việt Nam.

Logic của cách mã hóa cấu kiện bê tông được đề xuất trong nghiên cứu này là sự kết hợp của cả hai hệ thống phân loại cấu kiện trong xây dựng là phân loại theo bộ phận kết cấu (UniFormat), và phân loại theo vật liệu (MasterFormat). Sự kết hợp của hai nguyên tắc phân loại nói trên vào một mã hiệu đảm bảo cho máy tính phân loại được khối lượng bê tông của các cấu kiện vào các nhóm khác nhau. Mỗi nhóm tương ứng với một công tác bê tông được quy định trong Định mức xây dựng tại Việt Nam. Đây là cơ sở cho việc tự động hóa quá trình lập dự toán, từ kết xuất khối lượng đến thiết lập giá trị công trình.

Các công tác xây dựng khác nhau có số lượng thông tin cần mã hóa là khác nhau. Do đó cần thêm các nghiên cứu để đề ra quy tắc mã hóa của cấu kiện sao cho có thể kết xuất được tất cả các công việc liên quan đến cấu kiện đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Zhang, J. Teizer, J.K. Lee, C.M. Eastman, M. Venugopal (2013), *Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules*, Automation in Construction, 29, 183-195.
- [2] J. Cheng, H. Wang (2010), *Application and Popularizing of BIM Technology in Project Management*, International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE).
- [3] Y.S. Cho, S.I. Lee, J.S. Bae (2014), *Reinforcement Placement in a Concrete Slab Object Using Structural Building Information Modeling*, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 29, 47-59.
- [4] M.R. Kannan, M.H. Santhi (2013), *Constructability Assessment of Climbing Formwork Systems Using Building Information Modeling*, Procedia Engineering, 64, 1129-1138.
- [5] E. Emad Elbeltagi, O. Hosny, M. Dawood, A. Elhakeem (2014), *BIM-Based Cost Estimation/Monitoring For Building Construction*, International Journal of Engineering Research and Applications, 4(7), 56-66.
- [6] E. Plebankiewicz, K. Zima, M. Skibniewski (2015), *Analysis of the First Polish BIM-Based Cost Estimation Application*, Procedia Engineering, 123, 405-414.
- [7] J. Choi, H. Kim, I. Kim (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, 16-25.
- [8] D. Olsen, J.M. Taylor (2017), *Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM) and Its Limiting Factors*, Procedia Engineering, 196, 1098-1105.
- [9] Bộ Xây dựng (2019), *Thông tư số 17/2019/TT-BXD ngày 26/12/2019 Hướng dẫn đo bóc khối lượng công trình*.

- [10] Bộ Xây dựng (2021), *Thông tư số 12/2021/TT-BXD ngày 31/8/2021 Ban hành định mức xây dựng.*
- [11] *The Construction Specifications Institute and Construction Specifications Canada* (2016), MasterFormat ® Numbers & Titles.
- [12] R.P. Charette, H.E. Marshall (1999), *Uniformat II Elemental classification for Building Specifications, Cost Estimating, and Cost Analysis*, National Institute of Standards and Technology, Canada.

RESEARCH ON PROPOSING CODING RULES FOR CONCRETE COMPONENTS IN BIM MODEL TO AUTOMATE THE ESTIMATION PROCESS OF CONSTRUCTION PROJECTS

Nguyen Vu Linh, Nguyen Thi Mui, Pham Quoc Thanh

ABSTRACT

The quantity of a component or the entirety of a construction project can be automatically derived from the BIM model of the project. However, for this quantity to become the input data for the construction cost estimation process, it requires appropriate classification in accordance with specific regulations on construction expenses. Each country has its own encoding systems and rules for measuring quantities and making construction estimates. By analyzing the necessary information for classifying the quantity of concrete in accordance with the codes in the Vietnam Construction Norms and based on the logic of two classification systems for construction components, MasterFormat and UniFormat, the author has proposed rules for encoding concrete components in the BIM model. With the assigned codes, the quantity derived from the model is automatically classified in accordance with the Vietnam Construction Norms and is used directly in the estimation process.

Keywords: *BIM, quantity take-off, element classification, element labeling, cost-estimation.*

* Ngày nộp bài: 09/3/2023; Ngày gửi phản biện: 15/3/2023; Ngày duyệt đăng: 10/12/2023

* Bài báo là kết quả nghiên cứu từ đề tài NCKH cấp cơ sở (mã số ĐT-2020-09) của Trường Đại học Hồng Đức.