วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา)
ปีที่ 19 ฉบับที่ 2: เมษายน-มิถุนายน 2562

แนวทางการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างบนฐานแบบจำลองสารสนเทศอาคารตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต

Guideline of Construction Quantity Takeoff on BIM-based Model According to MasterFormat Categories

อลงกต สุคำวัง (Alongkot Sukhamwang)[1]* ดร.สุนิตา นุเสน (Dr.Sunita Nusen)** พรพจน์ นุเสน (Pornpote Nusen)**
ดร.มานพ แก้วโมราเจริญ (Dr.Manop Kaewmoracharoen)***

(Received: March 7, *2018*; Revised: *June 19, 2018*; Accepted: *June 24, 2018*)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างและเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณงานก่อสร้าง รวมถึงการกำหนดแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต วิธีดำเนินการวิจัยเริ่มจากการสร้างและประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างของโครงการตัวอย่าง เมื่อทวนสอบความถูกต้องของแบบจำลองแล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณงานจากแบบจำลองและจากการถอดแบบด้วยวิธีเดิมโดยแบ่งแยกปริมาณงานตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต พบว่าปริมาณงานในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและหมวดงานสถาปัตยกรรมมีความแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 3.00 โดยข้อมูลที่มีการทวนซ้ำของแบบจำลองเนื่องจากความผิดพลาดในประเด็นหลัก ได้แก่ การซ้อนทับของพื้นที่งานจากวัสดุประเภทเดียวกันและการซ้อนทับพื้นที่งานใกล้เคียงของงานต่างประเภท ผลจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ในการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต ซึ่งสามารถสร้างความชัดเจนและความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณงานก่อสร้างได้มากขึ้น

ABSTRACT

This research aimed to study and apply Building Information Modeling (BIM) for the construction quantity takeoff and cost estimate in the MasterFormat. The process started with creating and combining the BIM-based into the MasterFormat in order to apply in the construction quantity takeoff and cost estimation. After the model accuracy was validated, the BIM-based estimation method was compared with the conventional estimation method by separated the construction quantity into the MasterFormat category. The results showed that there was less than 3.00 percent of the accuracy difference between two approaches. However there was some mistake from this developed method such as the overlapping of the nearby area of the difference construction type. After that, the results from this model were reviewed by the construction experts. The experts suggested that it was possible to apply the BIM-based model in quantity takeoff following the MasterFormat category in the construction process in Thailand. The model can increase the precision and reliability of the quantity takeoff and cost estimation in construction process.

คำสำคัญ : แบบจำลองสารสนเทศอาคาร แผนปฏิบัติแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มาสเตอร์ฟอร์แมต

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Quantity takeoff, MasterFormat

---

[1] *Correspondent author: alongkot.su@gmail.com*

** นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

*** อาจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา*

**** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

บทนำ

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจและสังคม ปัจจุบันเกิดการแข่งขันทางธุรกิจที่สูง ส่งผลให้ผู้ประกอบธุรกิจจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถแข่งขันในธุรกิจได้ [1] แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการออกแบบ เขียนแบบ ติดตามงานก่อสร้าง ควบคุมต้นทุน การตรวจสอบงานก่อสร้าง [2] รวมถึงการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างเพื่อให้ทราบถึงปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง ในปัจจุบันแบบจำลองสารสนเทศอาคารยังไม่ได้ประยุกต์ใช้ในการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างแพร่หลายมากนัก อาจมาจากเหตุผลความยุ่งยากในการใช้ซอฟต์แวร์ ขั้นตอน แบบแผนปฏิบัติการที่ใช้งานที่ไม่ชัดเจน หรือแม้กระทั่งข้อจำกัดของซอฟต์แวร์จึงทำให้เกิดความไม่แม่นยำของข้อมูลต่างๆที่ได้ [3] ทั้งนี้การถอดปริมาณงานก่อสร้างด้วยวิธีเดิมโดยทั่วไปมักประสบปัญหาในด้านต่างๆที่ส่งผลต่อปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างสิ่งที่มีผลตามมาต่อเนื่องคือจะส่งผลถึงความคลาดเคลื่อนของต้นทุนค่าก่อสร้างโครงการ ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์กระแสเงินสดและความเป็นไปได้ของโครงการ ต้นทุนของการก่อสร้างโครงการที่มีความใกล้เคียงและแม่นยำจะได้ภายหลังจากการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเรียบร้อยแล้ว โดยพบว่าปริมาณงานและราคาดังกล่าวอาจมีความใกล้เคียงกับปริมาณงานและราคาที่ใช้จริง หรืออาจคลาดเคลื่อนซึ่งอาจเป็นผลมาจากความไม่แม่นยำในถอดปริมาณงานที่ได้ หรือการกำหนดราคา และความซับซ้อนของโครงการก่อสร้าง [4]

จากแนวคิดการเชื่อมโยงข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารดังแสดงในภาพที่ 2 ในมิติที่ 5 ของแผนปฏิบัติแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Implementation Plan) การควบคุมต้นทุนและการประมาณราคาเป็นหนึ่งในความสามารถของแบบจำลองสนเทศอาคารที่จะเชื่อมโยงและติดตามข้อมูลต่างๆ ของโครงการ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในรูปแบบของมิติที่ 5 (5D) เป็นการใช้เครื่องมือในซอฟต์แวร์ในการกำหนดข้อมูลด้านต้นทุนของโครงการซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลด้านปริมาณงานและวัสดุ ซึ่งแบบจำลองสารสนเทศอาคารดังกล่าวเป็นการรวบรวมระหว่างแบบจำลองมิติที่ 3 (3D) และมิติที่ 4 (4D) [5-6] และเพิ่มมิติของข้อมูลต้นทุนเข้าไปอีก 1 มิติ คือมิติที่ 5 ทำให้การแสดงผลออกมาเป็นแบบจำลองที่มีรูปแบบส่วนก่อสร้างเพิ่มขึ้นตามเวลา (4D) ที่ได้ดำเนินการและวางแผนจะดำเนินไปเรื่อยๆ และจะแสดงถึงงบประมาณของโครงการ (5D) ตามเวลาและแผนการดำเนินการ ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งในแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการกำหนดต้นทุนของโครงการ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงงบประมาณและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงของโครงการ ในแผนการดำเนินงานและขณะในขณะดำเนินการก่อสร้าง [7]

มาตรฐานรหัสต้นทุน มาสเตอร์ฟอร์แมต (MasterFormat) เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการเขียนระบุลักษณะเฉพาะสำหรับการออกแบบสิ่งก่อสร้างในเชิงพาณิชย์ และโครงการในการก่อสร้างในสหรัฐอเมริกา สร้างขึ้นจากสถาบัน The Construction Specifications Institute and Construction Specifications Canada หรือ CSI และ CSC มาสเตอร์ฟอร์แมตเป็นบัญชีรายการหลักของตัวเลขและหัวข้อหลัก สำหรับใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลการทำงานในการก่อสร้าง ความต้องการ สิ่งก่อสร้าง และกิจกรรม ต่างๆ [8] ที่จะเข้าสู่การจัดลำดับงานที่เป็นมาตรฐานมาสเตอร์ฟอร์แมต (Numbers and Titles) สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการกรอกข้อมูลที่เป็นระบบมาตรฐาน และมีแผนงานในการเรียกเก็บข้อมูลของทั้งระบบของโครงการการก่อสร้าง โดยรูปแบบของการใช้งานจะอยู่ในรูปแบบของรหัสต้นทุน จะแบ่งแยกตามชนิดงานและวัสดุระดับ 1-3 คือ XX - XX - XX ทั้งนี้ XX ชุดแรกจะระบุถึงชนิดของงาน XX ชุดต่อมาระบุถึงรูปแบบของวัสดุ และ XX ชุดสุดท้ายจะระบุถึงประเภทของงาน [9] ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยหมวดหมู่ของมาสเตอร์

ฟอร์แมต ที่มีการใช้งานตั้งแต่ ค.ศ. 1995 มีหมวดหมู่การทำงาน ทั้งหมด 16 หมวดหมู่หลัก ทั้งนี้มีการปรับและนำมาประยุกต์ใช้เป็นมาสเตอร์ฟอร์แมต ค.ศ. 2004 (MasterFormat 2004 Edition) มีการแก้ไขและเพิ่มเติมหมวดหมู่เป็น 49 หมวดหมู่ ในกลุ่มการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวก [10] ปัจจุบันยังคงมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบของงานมากขึ้น แต่ยังคงประกอบด้วย 16 หมวดหมู่หลัก

โครงการก่อสร้างโดยทั่วไปมักจะไม่นำข้อมูลโครงการมาพัฒนาต่อทำให้ประสบปัญหาในหลายๆด้าน เช่น ความไม่ต่อเนื่องของข้อมูลวัสดุ การติดตามต้นทุนของโครงการ โดยมักเริ่มต้นจากขั้นตอนการออกแบบ การเขียนแบบ และจบอยู่แค่ขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งขาดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์งบประมาณ การตรวจสอบ การควบคุมงบประมาณ และการติดตามการเบิกจ่าย รวมถึงกระบวนการซ่อมบำรุงอาคารในอนาคตหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารร่วมกับการกำหนดรหัสต้นทุนของวัสดุในกระบวนการของถอดปริมาณงานก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและหมวดงานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้เพื่อให้ปริมาณงานก่อสร้างมีความแม่นยำ ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับการถอดแบบด้วยวิธีเดิม โดยกำหนดและใช้มาตรฐานรหัสต้นทุนที่เป็นการจัดแบ่งข้อมูลตามผลสัมฤทธิ์ของงาน มีการแบ่งหมวดงานตามกลุ่มวัสดุก่อสร้างตามข้อกำหนด (Specification) ของงานก่อสร้าง ตามมาตรฐานหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต เนื่องจากชุดรหัสต้นทุนของมาสเตอร์ฟอร์แมตมีการแบ่งหมวดของปริมาณงานตามกลุ่มของวัสดุก่อสร้างโดยจะมีฐานข้อมูลวัสดุแบ่งตามข้อกำหนดของงานก่อสร้างในการคำนวณราคาต่อพื้นที่ [10] ทั้งนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ราคาและควบคุมต้นทุนโครงการก่อสร้างก่อนการก่อสร้าง ในขณะดำเนินการ และหลังการดำเนินการก่อสร้าง เมื่อมีการกำหนดมาตรฐานการคำนวณปริมาณงานจากหลักเกณฑ์การประมาณราคากลางและปริมาณเผื่อตามกรมบัญชีกลาง [11] เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณงานก่อสร้างของโครงการตัวอย่าง รวมถึงกำหนดแนวทาง ระบุข้อจำกัด และกำหนดแผนการปฏิบัติในการใช้งานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เมื่อนำมิติที่ 5 มาประยุกต์ใช้ในการถอดปริมาณงานก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการตัวอย่าง

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต
2. เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต
3. เพื่อกำหนดแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ในครั้งนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 6 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย

1. ศึกษาและเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการตัวอย่าง
2. ศึกษาและคัดเลือกโครงการตัวอย่างที่มีความเหมาะสมของปริมาณงานก่อสร้างและขั้นตอนของการก่อสร้างและเป็นโครงการที่ใช้ระยะเวลามากในการถอดปริมาณงานด้วยวิธีการเดิม จากแบบก่อสร้าง 2 มิติ
3. สร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทวนสอบความถูกต้อง รวมถึงกำหนดรหัสต้นทุนตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการตัวอย่าง

4. ถอดปริมาณงานในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและหมวดงานสถาปัตยกรรม โครงการตัวอย่าง โดยแยกออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

4.1 การถอดปริมาณงานด้วยวิธีการเดิม จากแบบก่อสร้าง 2 มิติ

4.2 การถอดปริมาณงานจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาณงานจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารและปริมาณงานด้วยวิธีการเดิม ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาณงานในครั้งนี้ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และอัตราร้อยละ (Percentage)

6. สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดปริมาณงานตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต ผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลผลลัพธ์ของการวิจัยก่อนการสัมภาษณ์ โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญที่เคยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร และผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เคยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยทำการสัมภาษณ์ใน 2 ประเด็นหลัก ได้แก่

6.1 ความคิดเห็นในการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในโครงการก่อสร้าง

6.2 ความคิดเห็นในผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารถอดปริมาณงานก่อสร้าง ตามหมวดหมู่มาสเตอร์ฟอร์แมต

ผลการวิจัย

1. งานวิจัยนี้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร พบว่ามีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถช่วยในการเขียนแบบและออกแบบงานด้านอาคาร โดยเฉพาะในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ (CAD) โดยใช้หลักการสร้างระบบจำลองสารสนเทศอาคารหรือการสร้างรูปแบบจำลองข้อมูลของอาคารแทนการเขียนแบบด้วยขั้นตอนและวิธีการเดิม โดยใช้เครื่องมือตัวแปรผันเปลี่ยนสัมพันธ์ (Parametric Change Engine) สิ่งที่จะได้ติดตามมาคือแบบก่อสร้าง 2 มิติ และรูปแบบของโมเดล 3 มิติ สามารถถอดปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของวัสดุอาคาร การวางแผนและติดตามงาน รวมถึงการควบคุมต้นทุนและค่าใช้จ่ายโครงการก่อสร้าง โดยรูปแบบของการใช้งานจะเป็น 3 มิติ [12-13] ทั้งนี้ข้อดีของการใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อลดปัญหาในการก่อสร้างในเชิงของขั้นตอนและเทคนิคในการก่อสร้าง เมื่อระบบงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบของอาคารที่มีความซับซ้อน

2. งานวิจัยนี้เลือกโครงการตัวอย่าง โครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก จำนวน 1 โครงการ มี 2 อาคารประกอบ ได้แก่ อาคาร A และอาคาร B เป็นอาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวมทั้งสิ้น 16,764 ตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 5 โครงการตัวอย่างดังกล่าวเป็นโครงการขนาดใหญ่ใช้ระยะเวลามากในขั้นตอนการออกแบบ เขียนแบบ และการถอดปริมาณงาน รวมถึงหากมีการแก้ไขแบบและเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง

3. การสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารโครงการตัวอย่าง

3.1 แบบก่อสร้างโครงการตัวอย่างจากซอฟต์แวร์ Auto CAD พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในมุมมอง 2 มิติ จะอยู่ในลักษณะของแปลนพื้นของอาคาร ภาพรูปด้าน ภาพรูปตัด และแบบขยายในส่วนต่างๆ ประกอบด้วย หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จำนวน 38 แผ่น หมวดงานสถาปัตยกรรม จำนวน 56 แผ่น รวมแบบก่อสร้างโครงการ

ทั้งหมดจำนวน 94 แผ่น ซึ่งแบบก่อสร้างจะไม่มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันหากมีการปรับแก้และเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างจะทำให้มีผลกับแบบก่อสร้างในส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 แบบจำลองสารสนเทศอาคาร โครงการตัวอย่างจากซอฟต์แวร์ Autodesk Revit พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในมุมมอง 2 มิติ และแบบจำลองในมุมมอง 3 มิติ ตามแบบก่อสร้างจริง ที่มีข้อมูลส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เฉพาะหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และหมวดงานสถาปัตยกรรม ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 พบว่าในส่วนประกอบของแบบจำลองจะทำหน้าที่เชื่อมความสัมพันธ์และสามารถแสดงผลในรูปแบบ 2 มิติแล้ว ยังสามารถแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ โดยการแสดงผลดังกล่าวเกิดขึ้นจากการสร้างแบบจำลองเพียงครั้งเดียว พบว่าหากต้องการแก้ไขแบบจำลอง สามารถแก้ไขเฉพาะส่วนที่ต้องการแก้ไขเพียงครั้งเดียว แบบจำลองจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลการแก้ไขนั้นไปยังส่วนที่เกี่ยวข้องและทำการปรับแก้โดยอัตโนมัติ พบว่ามีความสะดวกในการปรับแก้แบบก่อสร้างอาคาร ทำให้ประหยัดเวลาในการออกแบบ การเขียนแบบและขั้นตอนอื่นๆ พบว่าผู้ที่ดำเนินการควรมีการศึกษารูปแบบการใช้งานและทักษะในการใช้งานซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ความซับซ้อนในการกำหนดข้อมูลด้านวัสดุและการสร้าง รวมถึงการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development) องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ในแต่ละหมวดหมู่งานของอาคารควรมีความถูกต้อง

4. การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดปริมาณงานก่อสร้าง โครงการตัวอย่าง

4.1 การถอดปริมาณงานก่อสร้างด้วยวิธีการเดิม ผลลัพธ์ที่ได้ปริมาณงานจะอยู่ในรูปแบบบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง (Bill of Quantities: BOQ) [14] ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 1 ในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้ปริมาณงานหลักจำนวน 6 หัวข้อ ประกอบไปด้วย งานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก งานเสาตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็ก งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ในหมวดงานสถาปัตยกรรม ได้ปริมาณงานหลักจำนวน จำนวน 7 หัวข้อ ประกอบไปด้วย งานผนังและวัสดุผิวผนัง งานวัสดุผิวพื้น งานฝ้าเพดานและฉนวนกันความร้อน งานประตูหน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ และงานราวบันไดและราวระเบียง พบว่าจากการดำเนินการถอดปริมาณใช้ระยะเวลามากในการถอดปริมาณงาน เนื่องจากปริมาณงานที่มากและความซับซ้อนของแบบก่อสร้างในงานบางประเภทอาจทำให้ปริมาณงานเกินกว่าความเป็นจริง หรือน้อยกว่าความเป็นจริง

4.2 การถอดปริมาณงานก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผลลัพธ์ได้ออกมาเป็นปริมาณงานก่อสร้างแยกตามประเภทของหมวดงานก่อสร้างโดยจัดอยู่หมวดหมู่ตามรหัสต้นทุนตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต ในรูปแบบหลักของซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ที่ได้กำหนดและแก้ไขรหัสต้นทุนและข้อมูลวัสดุให้ตรงกับข้อมูลวัสดุของโครงการตัวอย่าง งานวิจัยนี้ได้กำหนดลักษณะรหัสต้นทุนใน 4 ระดับ (AA-BB-CC.DD) ชุดรหัสที่ 1 (AA) คือหมวดหมู่หลัก ชุดรหัสที่ 2 (BB) คือหมวดหมู่รอง ชุดรหัสที่ 3 (CC) หมวดหมู่ย่อย และชุดรหัสที่ 4 (DD) คือข้อมูลวัสดุ โดยข้อมูลวัสดุในระดับที่ 4 จะดำเนินการแก้ไขให้สอดคล้องกับโครงการเป็นลักษณะอักษรคู่กับตัวเลข เช่น A1, A2 เป็นต้น ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2 โดยปริมาณงานก่อสร้างและข้อมูลวัสดุโครงการตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 หมวดงาน ประกอบด้วย หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก และหมวดงานสถาปัตยกรรม ผลที่ได้จากการถอดปริมาณงานจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โครงการตัวอย่าง พบว่าความถูกต้องแม่นยำของปริมาณงานนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถและความละเอียดในการสร้างแบบจำลอง การกำหนดระดับขั้นในการพัฒนาขององค์ประกอบของแบบจำลองและการกำหนดข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆในซอฟต์แวร์

หมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นปริมาตรของคอนกรีต จำนวน 6 หัวข้อ ประกอบไปด้วย งานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก งานเสาตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็ก งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยแบ่งเป็นประเภทของงานก่อสร้างและจัดหมวดหมู่ตามรหัสต้นทุนตาม

หมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต พบว่าปริมาณงานคอนกรีตของโครงการตัวอย่าง เป็นคอนกรีตประเภทหล่อในที่ โดยแยกตามประเภทของงาน และตามรายละเอียดของวัสดุที่ได้มีการกำหนดอยู่หมวดหมู่หลัก 03 0 00 Concrete หมวดหมู่รอง 03 3 00 Cast-in-Place Concrete และหมวดหมู่ย่อย 03 3 10 Structural Concrete หลังจากนั้นแยกตามข้อมูล วัสดุในระดับที่ 4 ดำเนินการแก้ไขและกำหนดให้สอดคล้องกับโครงการเป็นลักษณะอักษรคู่กับตัวเลข เช่น B1, C1 เป็นต้น ส่วนงานเหล็กเสริมในคอนกรีตในโครงการตัวอย่างนี้ผู้วิจัยไม่ได้สร้างเหล็กเสริมลงในซอฟต์แวร์เนื่องด้วยความซับซ้อนในปริมาณเหล็กที่มากและต้องใช้ระยะเวลามากในการสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคารโครงการตัวอย่าง ทั้งนี้หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลองตัวอย่างในงานฐานราก เสาตอม่อ คาน เสาชั้น 1 และพื้นชั้นที่ 1 พบว่าขั้นตอนของการสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลอง ดังกล่าวมีขั้นตอนเดียวกับการสร้างแบบจำลองทั่วไป แต่ด้วยความละเอียดในการสร้างกำหนดระดับขั้นในการพัฒนาขององค์ประกอบของแบบจำลอง ในระดับ LOD 300 ขึ้นไป ผลลัพธ์ที่ได้ปริมาณเหล็กเหล็กเสริมในคอนกรีตเมื่อดำเนินการถอดปริมาณจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารจากซอฟต์แวร์ พบว่ามีปริมาณงานที่แม่นยำ ทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้คือแบบขยายการเสริมเหล็กในแต่ละประเภทของงาน และทราบถึงปัญหาในการเสริมเหล็กในการก่อสร้างจริง เช่น ปริมาณเหล็กเสริมที่มากเกินไปทำให้ความสามารถในการเทของคอนกรีตต่ำ

หมวดสถาปัตยกรรม ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นปริมาณงานหมวดงานสถาปัตยกรรม จำนวน 7 หัวข้อ ประกอบไปด้วย งานผนังและวัสดุผิวผนัง งานวัสดุผิวพื้น งานฝ้าเพดานและฉนวนกันความร้อน งานประตู – หน้าต่าง งานสุขภัณฑ์ และงานราวบันได และราวระเบียง โดยแบ่งเป็นประเภทของงานก่อสร้างและจัดหมวดหมู่ตามรหัสต้นทุนตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมตที่ได้ดำเนินการแก้ไขและกำหนดวัสดุตามโครงการตัวอย่าง พบว่าหมวดงานสถาปัตยกรรมโครงการตัวอย่างสามารถจัดหมวดหมู่ ตามลักษณะวัสดุและการใช้งานแต่ละประเภทงาน เช่น งานผนัง หมวดหมู่หลัก 04 0 00 Masonry หมวดหมู่รอง 04 2 10 Clay Masonry Units งานราวบันได และราวระเบียง หมวดหมู่หลัก 05 0 00 Melals หมวดหมู่รอง 05 9 00 Metal Balcony rail งานผิวผนังกันซึมและพื้นกันซึม หมวดหมู่หลัก 07 0 00 Thermal and Moisture Protection หมวดหมู่รอง 07 1 00 Dampproofing and Waterproofing หมวดหมู่ย่อย 07 1 60 Cementitious and Reactive Waterproofing เป็นต้น หลังจากนั้นข้อมูลวัสดุในหมวดหมู่ระดับที่ 4 ดำเนินการแก้ไขและกำหนดให้สอดคล้องกับโครงการเป็นลักษณะอักษรคู่กับตัวเลข เช่น A1, B1 เป็นต้น ผลจากการถอดปริมาณงานตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมตของทั้ง 2 หมวดงาน พบว่าวัสดุของประเภทงานต่างๆ จะถูกจัดอยู่ในหมวดหมู่ตามมาตรฐานของมาสเตอร์ฟอร์แมต ทั้งนี้สามารถเป็นเอกสารอ้างอิงและรายการประกอบแบบที่ใช้ในการก่อสร้างและการควบคุมและติดตามต้นทุนโครงการต่อไป

4.3 การเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณงานจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารและวิธีการเดิม ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต พบว่าปริมาณงานในหมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ในทุกประเภทมีความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 2 และปริมาณงานในหมวดงานสถาปัตยกรรม ในทุกประเภทมีความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 3 นอกจากนี้ปริมาณงานประเภทที่เป็นการนับจำนวน เช่น จำนวนประตูหน้าต่าง สุขภัณฑ์ จะมีปริมาณงานที่แม่นยำ ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณงานตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต แสดงในตารางที่ 3 จากสัดส่วนปริมาณงานที่แตกต่างกันพบว่าในบางประเภทงานจากการถอดปริมาณด้วยวิธีเดิมมีปริมาณงานที่มากกว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เนื่องจากในการถอดปริมาณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร พบว่าหากดำเนินการการสร้างแบบจำลองได้ถูกต้องตามขั้นตอนและมีการกำหนดระดับขั้นของการพัฒนาในการสร้างแบบจำลอง จะมีปริมาณงานที่แม่นยำกว่าการถอดปริมาณด้วยวิธีเดิม เนื่องจากการถอดปริมาณด้วยวิธีเดิมอาจมีความผิดพลาดในการอ่านแบบก่อสร้าง การวัดด้วยไม้บรรทัดสเกลที่ไม่แม่นยำ และการเฉลี่ยความยาว เช่น ความสูงของเสาตอม่อ ความของสูงเสา ความสูงของผนังอาคาร เป็นต้น ผลจากการเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณงานพบว่าอยู่ในเกณฑ์ของการประมาณราคาโดยละเอียดซึ่งสัดส่วนของปริมาณงานไม่เกิน

ร้อยละ 10 [14] พบว่าการซ้อนทับของพื้นที่งานที่เกิดจากวัสดุประเภทเดียวกัน การซ้อนทับของพื้นที่งานใกล้เคียงของงานต่างประเภทในแบบจำลองสารสนเทศอาคารทำให้ปริมาณมีสัดส่วนความแตกต่างจากการถอดแบบด้วยวิธีเดิม เช่น ปริมาณคอนกรีตของฐานรากที่ซ้อนทับกับพื้นถังเก็บน้ำของอาคาร เป็นต้น

5. การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดปริมาณงาน ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต

5.1 ความคิดเห็นในการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในโครงการก่อสร้าง ผู้ที่ไม่เคยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร มีความสนใจที่จะนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในโครงการก่อสร้างในอนาคต เพื่อลดขั้นตอนต่างๆ ระหว่างการออกแบบ เขียนแบบและการถอดปริมาณงานที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แต่ยังมีปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปใช้ ได้แก่ ด้านรูปแบบของโครงการก่อสร้างและด้านซอฟต์แวร์ ผู้ที่เคยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร พบว่าการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในโครงการก่อสร้างสามารถลดขั้นตอนและระยะเวลาการเขียนแบบการแก้ไขแบบก่อสร้างในระหว่างการออกแบบ และถอดปริมาณงานได้มาก สามารถเพิ่มศักยภาพในการทำงานให้ดีขึ้น [15] แต่ยังมีปัญหาและอุปสรรค ได้แก่ ด้านกระบวนการของแผนการดำเนินการแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ด้านการใช้เครื่องมือ และด้านบุคลากร

5.2 ความคิดเห็นในผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้แบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารถอดปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่มาสเตอร์ฟอร์แมต ผู้ที่ไม่เคยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร มีความสนใจและต้องการกระบวนการที่ได้ปริมาณงานก่อสร้างพร้อมกับขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบ เนื่องด้วยสามารถลดระยะเวลาในขั้นตอนการถอดปริมาณงานได้มาก สามารถลด ค่าใช้จ่าย และการทำงานที่ซ้ำซ้อนหากมีการเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างในระหว่างการถอดปริมาณงาน ผู้ที่เคยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร มีความเห็นในปริมาณงานที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่สามารถสร้างความชัดเจนและความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้านปริมาณงานได้มากขึ้นรวมถึงรหัสต้นทุนที่ได้กำหนดตามหมวดหมู่มาสเตอร์ฟอร์แมต สามารถสร้างรายการวัสดุ และการนำไปใช้งานในกระบวนการควบคุมและติดตามต้นทุนโครงการ รวมถึงขั้นตอนของการซ่อมบำรุงอาคารในอนาคต ซึ่งในปัจจุบันไม่มีการคำนึงถึงมากนัก แต่ควรมีการกำหนดมาตรฐานของรูปแบบรหัสต้นทุนตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมตให้เหมาะสมกับการทำงานของแต่ละองค์กรและลักษณะของงานก่อสร้างในปัจจุบัน

6. แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต สามารถสรุปเป็นแนวทางในการดำเนินการได้ ดังแสดงในภาพที่ 8

6.1 การสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการ ต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างโดยให้ระดับขั้นของการพัฒนาความละเอียดของข้อมูลวัสดุไม่ต่ำกว่า ระดับ LOD 300 เพื่อให้การถอดปริมาณงานถูกต้อง มีความแม่นยำของปริมาณงานและข้อมูลของวัสดุ

6.2 การกำหนดรายการรหัสต้นทุน (Keynotes) สามารถดำเนินการแก้ไขในซอฟต์แวร์ Autodesk Revit เนื่องจากรหัสต้นทุน (Revit Keynote Metric) ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต ที่มาพร้อมกับซอฟต์แวร์เป็นค่าเริ่มต้น ไม่ตรงกับรูปแบบการทำงานโดยทั่วไปที่ใช้ในประเทศไทย เมื่อเปิด Text Document ของ Revit Keynote Metric จะพบว่ามีทั้งหมด 16 หมวดหมู่หลัก ทั้งนี้การแก้ไขจะอยู่ในรูปแบบของการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ข้อมูลมีการเชื่อมต่อกันในแต่ละหัวข้อหลักและหัวข้อรองและหัวข้อย่อย ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต

6.3 การกำหนดรหัสต้นทุน (Keynotes) สามารถดำเนินการโดยการนำไฟล์ Text Document ของ Revit Keynote Metric ที่แก้ไขรายละเอียดวัสดุตามรหัสต้นทุน ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต เรียบร้อยแล้ว บันทึกลงในซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ทั้งนี้การกำหนดรหัสต้นทุนสามารถกำหนดได้ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย การกำหนดรหัส

ต้นทุนไปพร้อมกับการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และการกำหนดรหัสต้นทุนภายหลังเมื่อดำเนินการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารเรียบร้อยแล้วซึ่งจะกำหนดในขั้นตอนของการถอดปริมาณงานก่อสร้าง

6.4 การถอดปริมาณงานก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอนของการถอดปริมาณงานทั่วไป (Schedules/Quantities) ในขั้นตอนของการเลือกให้ซอฟต์แวร์แสดงข้อมูลปริมาณงาน สามารถเลือก Keynotes เพิ่มเข้ามา เพื่อให้ซอฟต์แวร์แสดงข้อมูลวัสดุตรงกับประเภทของงานที่ต้องการถอดปริมาณงาน

สรุปผลการศึกษา

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต พบว่าในขั้นของการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารต้องมีการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนาขององค์ประกอบของ รายละเอียดวัสดุ ประเภทของวัสดุ กำหนดชื่อและขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองต้องมีความถูกต้องตามเทคนิคและการก่อสร้าง เพื่อลดปัญหาการคำนวณปริมาณงานที่ผิดพลาด ขั้นตอนดังกล่าวควรมีระดับขั้นการพัฒนาแบบจำลองตั้งแต่ LOD 300 ขึ้นไป [12] การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารดังกล่าว พบว่าปริมาณงานก่อสร้างในหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและหมวดงานสถาปัตยกรรมตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมตของโครงการตัวอย่าง เป็นปริมาณงานที่ได้มีความแม่นยำเมื่อทำการเปรียบเทียบจากการถอดปริมาณด้วยวิธีการเดิม หรือจากการถอดปริมาณงานจากแบบก่อสร้าง 2 มิติ โดยความแตกต่างกันในแต่ละประเภทของงานไม่เกินร้อยละ 3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าว สามารถลดระยะเวลาและขั้นตอนของโครงการทั้งในส่วนของการออกแบบ การเขียนแบบ ทั้งนี้สามารถลดระยะเวลาของการถอดปริมาณงานก่อสร้าง [16] เนื่องจากปริมาณงานที่ได้จะมีการจัดแบ่งข้อมูลตามผลสัมฤทธิ์ของงาน และข้อมูลที่สัมพันธ์กับรายการประกอบแบบโดยการกำหนดรหัสต้นทุน (Keynotes) ตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมตเข้าไป ผลลัพธ์ของปริมาณงานก่อสร้างของโครงการที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของรหัสต้นทุนในหัวข้อหลัก ระดับที่ 1-3 และรายละเอียดของงานรวมถึงวัสดุในระดับที่ 4 โดยกระบวนการดังกล่าวสามารถกำหนดในขั้นตอนของการสร้างแบบจำลอง หรือสามารถกำหนดในขั้นตอนของการถอดปริมาณงานทั่วไป (Schedules/Quantities) ของซอฟต์แวร์ได้ ทั้งนี้ปริมาณงานก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถสร้างความชัดเจนและความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณงานที่ได้มาก หากดำเนินการตามขั้นตอนและกระบวนการอย่างถูกต้อง โดยปริมาณงานก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถใช้เป็นปริมาณงานที่กำหนดราคากลางและจัดหาผู้รับเหมาโดยทั่วไปโดยจะมีรหัสต้นทุน เพื่อใช้กำหนดรายละเอียดวัสดุในรายการประกอบแบบทั้งหมดของโครงการ การติดตามต้นทุนของโครงการ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงอาคารในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. งานวิจัยนี้คือแนวทางการใช้กับหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและหมวดงานสถาปัตยกรรมโครงการตัวอย่าง ทั้งนี้สามารถประยุกต์ใช้กับหมวดงานโครงสร้างและวัสดุมุงหลังคา หมวดงานระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง หมวดงานระบบสุขาภิบาลที่มีความซับซ้อนของแบบและขั้นตอนของการก่อสร้าง

2. หมวดโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กการสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผู้วิจัยได้ทดลองดำเนินการสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลอง พบว่าปริมาณมีความแม่นยำ เมื่อเทียบกับการถอดแบบก่อสร้างด้วยวิธีเดิม ทั้งนี้การสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลองจะใช้เวลาดำเนินการมาก จึงแนะนำให้ใช้วิธีการถอดด้วยวิธีเดิม จะทำให้ลดเวลา

ในการสร้างเหล็กเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ยกเว้นการเสริมเหล็กที่มีความซับซ้อนที่อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดจากการถอดแบบด้วยวิธีการเดิม

3. การกำหนดรหัสต้นทุนตามรายการวัสดุในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีความเหมาะสมกับโครงการตัวอย่างและแบบก่อสร้างจริง หากนำไปประยุกต์ใช้ในโครงการอื่นควรมีการแก้ไขและกำหนดรายละเอียดในรหัสต้นทุนให้เหมาะสมกับละองค์กรและตามโครงการก่อสร้างที่ดำเนินการ

4. การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในโครงการตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการถอดปริมาณงานทั้ง 2 วิธีการและใช้มาตรฐานในการถอดเดียวกันจึงทำให้ปริมาณที่ได้มีความใกล้เคียงกัน หากนำไปประยุกต์ใช้ควรสร้างและกำหนดหลักเกณฑ์ของการถอดปริมาณงานให้เหมาะสมกับแต่ละองค์กร

เอกสารอ้างอิง

1. Simmonds RO. BIM - Its Role and Importance within the AEC Industry [Internet]. 2015 [updated 2015 Jan 1; cited 2017 Jun 10]. Available from: http://www.academia.edu/11308485/BIM_-_Its_Role_and_Importance_in_the_AEC_Industry
2. AEC (UK). AEC (UK) BIM Protocol Version 2 [Internet]. 2012 [updated 2012 Sep 1; cited 2017 Jun 10]. Available from: http://aecuk.files.word press.com/2012/09/ aecukbimprotocol-v2-0.pdf
3. Monteiro A, Pocas Martins J. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff oriented BIM-based. Automation in Construction, 2013; 35: 238-253.
4. Sylvester KE, Dietrich C. Evaluation of Building Information Modeling (BIM) Estimating Methods in Construction Education, 2007.
5. Azhar S, Behringer A, Sattineni A, Maqsood T. BIM for Facilitating Construction Safety Planning and Management at Jobsites. CIB W099 International Conference on, 2012.
6. Staub-French S, Khanzode A. 3D and 4D modeling for design and construction oordination: Issues and lessons learned. Electronic Journal of Information Technology in Construction, 2007; 12: 381–407.
7. Smith P. BIM & the 5D Project Cost Manager. Journal of Procardia Social and Behavioral Sciences, 2014; 119: 475-484.
8. The Construction Specifications Institute. MasterFormat 2014 [Internet]. 2016 [updated 2014 Apr 30; cited 2016 Jun 15]. Available from: https://www.csiresources.org/practice/standards/masterformat
9. Pratharnsap T. BIM with cost control. National Engineering 2559. 2016; Bangkok. The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage.
10. Peansupap V. Construction Cost Control with BIM Cost Code. National Engineering 2559. 2016; Bangkok. The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage.
11. The Comptroller General's Department. Mid-priced pricing and allowance Act B.E. 2555 (2012) [Internet]. 2016 [updated 2012 Mar 30; cited 2016 Jun 15]. Available from: http://irrigation.rid.go.th /rid3/om3/unitcost_2555.htm
12. The Association of Siamese Architects under Royal Patronage. Thailand BIM Guideline Act B.E. 2558 (2015) [Internet]. 2016 [updated 2015 Apr 30; cited 2016 Jun 15]. Available from: http://asa.or.th/handbook/handbook20150427/

13. Revit. BIM and Cost Estimating. *Autodesk, 8.* [Internet]. 2007 [updated 2007 Feb 15; cited 2017 Jun 10]. Available from: http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf
14. Chovichien V. Construction cost estimation. 7th ed. Bangkok: Vinit Chovichien; 2010.
15. Shen Z, Issa R R.A. Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates. Electronic Journal of Information Technology in Construction, 2010; 15: 234-257.
16. Lankham N. Application of Building Information Modeling (BIM) in Construction Cost Estimation [Internet]. 2013 [updated 2013 Jan 1; cited 2017 Jul 15]. Available from: http://civil.eng.cmu.ac.th/research/in/2556/2834

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคาค่าก่อสร้าง (Bill of Quantities: BOQ) หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ของโครงการตัวอย่าง

บัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคางานก่อสร้าง (Bill of Quantities: BOQ)

โครงการ : อาคารพักอาศัยรวม ค.ส.ล. 8 ชั้น **เจ้าของโครงการ :**

สถานที่ก่อสร้าง : **หมวดงาน : คอนกรีตเสริมเหล็ก**

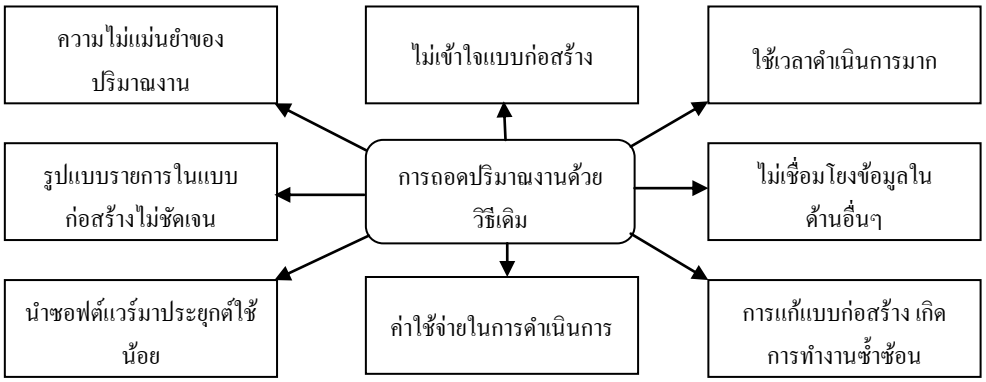
ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมเงินทั้งหมด
				ต่อหน่วย	รวมเงิน	ต่อหน่วย	รวมเงิน	
1.	งานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก							
1.1	งานทรายหยาบบดอัดรองพื้น	ลบ.ม.	100.68	-	-	-	-	-
1.2	งานคอนกรีตหยาบ 180 ksc.	ลบ.ม.	66.84	-	-	-	-	-
1.3	งานคอนกรีตโครงสร้าง fc' 280ksc.(cube)	ลบ.ม.	3,151.52	-	-	-	-	-
1.4	งานคอนกรีตโครงสร้าง fc' 380ksc.(cube)	ลบ.ม.	2,992.88	-	-	-	-	-
1.5	งานแบบหล่อคอนกรีตและค้ำยัน	ตร.ม.	23,567.57	-	-	-	-	-
1.6	เหล็กเสริม RB 6 mm. SR 24	กก.	6,733.47	-	-	-	-	-
1.7	เหล็กเสริม RB 9 mm. SR 24	กก.	9,191.10	-	-	-	-	-
1.8	เหล็กเสริม DB 12 mm. SD 40	กก.	107,681.78	-	-	-	-	-
1.9	เหล็กเสริม DB 16 mm. SD 40	กก.	15,443.53	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2 ตัวอย่าง ปริมาณงานคอนกรีตหมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการตัวอย่าง

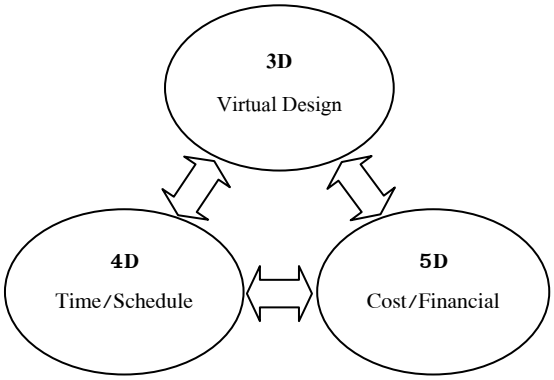
รหัสต้นทุน	รายการ	ปริมาณวัสดุ	หน่วย
03 0 00	Concrete		
03 3 00	Cast-in-Place Concrete		
03 3 10	Structural Concrete		
03 3 10.K1	Structural Foundation F460	214.00	ลบ.ม.
03 3 10.K2	Structural Foundation F660	430.00	ลบ.ม.
03 3 10.K3	Structural Foundation F1660	510.25	ลบ.ม.
03 3 10.K4	Structural Foundation F2860	261.36	ลบ.ม.
03 3 10.B1	Structural C1 Pier	33.10	ลบ.ม.
03 3 10.B2	Structural C2 Pier	15.72	ลบ.ม.
03 3 10.B3	Structural C1	290.97	ลบ.ม.
03 3 10.B4	Structural C2	122.90	ลบ.ม.
03 3 10.C1	Structural GB1	23.00	ลบ.ม.

ตารางที่ 3 ตัวอย่าง การเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณงานตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงการตัวอย่าง

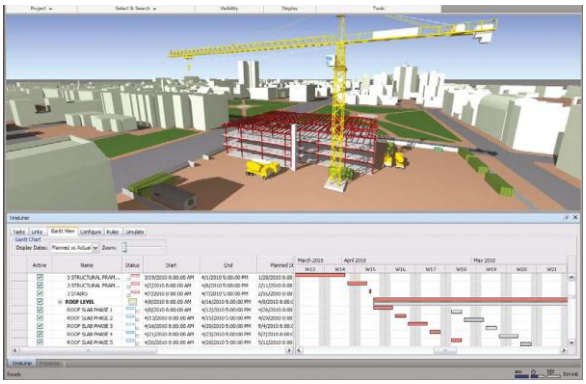
รหัสต้นทุน	รายการ	หน่วย	ปริมาณงานก่อสร้าง		ปริมาณงานที่แตกต่าง
			แบบจำลอง	วิธีการเดิม	
03 3 10.C3	Structural BST-2	ลบ.ม.	43.84	44.41	1.28%
03 3 10.C4	Structural BST-4	ลบ.ม.	44.74	45.98	2.70%
03 3 10.C5	Structural BW	ลบ.ม.	25.02	25.31	1.15%
03 3 10.C6	Structural RB1	ลบ.ม.	51	51.04	0.08%
03 0 00	Concrete				
03 3 00	Cast-in-Place Concrete				
03 3 10	Structural Concrete				
03 3 10.D1	Structural GS1	ลบ.ม.	134.29	132	-1.73%
03 3 10.D2	Structural FS-01	ลบ.ม.	588	617.4	4.76%
03 3 10.D3	Structural PTS-01	ลบ.ม.	2,531.34	2,535.56	0.17%
03 3 10.D4	Structural PTS-02	ลบ.ม.	448.28	457.32	1.98%
03 3 10.D5	Structural RS-01	ลบ.ม.	11.6	11.78	1.53%
03 3 10.D6	Structural WTS-01	ลบ.ม.	9.17	9.2	0.33%



ภาพที่ 1 ประเด็นปัญหาจากการถอดปริมาณงานก่อสร้างด้วยวิธีการเดิม จากแบบก่อสร้าง 2 มิติ



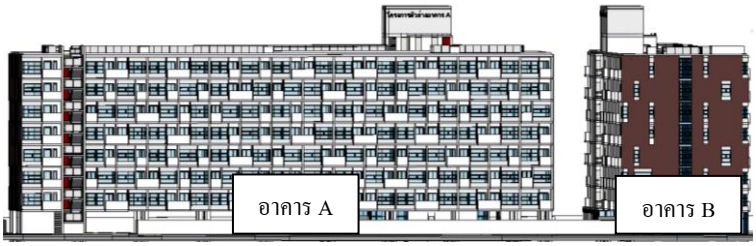
ภาพที่ 2 การเชื่อมโยงข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (3D) ข้อมูลด้านเวลา (4D) และต้นทุนโครงการ (5D)



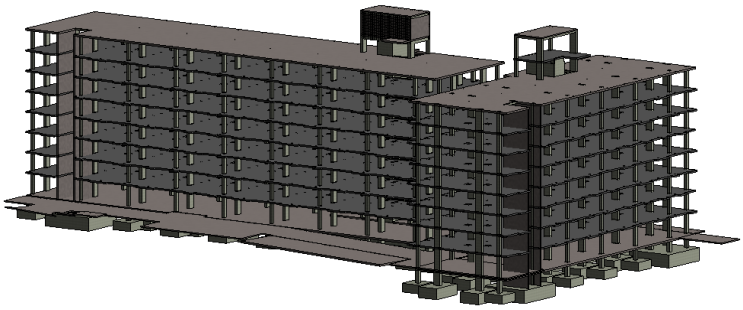
ภาพที่ 3 การติดตามข้อมูลค่าใช้จ่าย (5D) ตามช่วงเวลา (4D) ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร [9]

03 10 00	**Concrete Forming and Accessories**
03 11 00	**Concrete Forming**
03 11 13	Structural Cast-in-Place Concrete Forming
03 11 13.13	Concrete Slip Forming
03 11 13.16	Concrete Shoring
03 11 13.19	Falsework
03 11 16	Architectural Cast-in Place Concrete Forming
03 11 16.13	Concrete Form Liners
03 11 19	Insulating Concrete Forming
03 11 23	Permanent Stair Forming
03 11 26	Permanent Tier Forming
03 15 00	**Concrete Accessories**
03 15 13	Waterstops
03 15 13.13	Non-Expanding Waterstops
03 15 13.16	Expanding Waterstops
03 15 13.19	Combination Expanding and Injection Hose Waterstops
03 15 13.21	Injection Hose Waterstops
03 15 16	Concrete Construction Joints
03 15 19	Cast-In Concrete Anchors
03 15 21	Termite Barrier

ภาพที่ 4 ตัวอย่าง การจัดหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต ใน MasterFormat 2004 Edition [5]

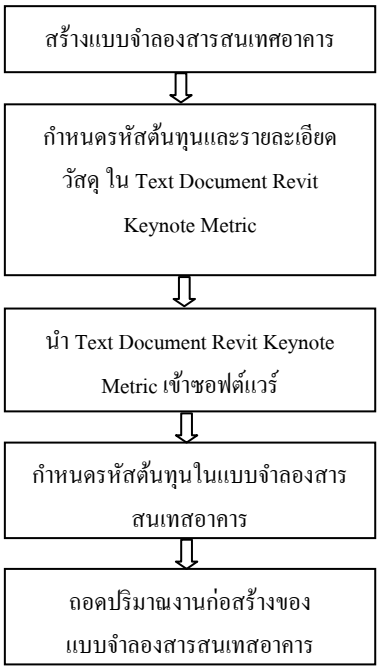


ภาพที่ 5 โครงการตัวอย่าง โครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 8 ชั้น อาคาร A และอาคาร B



ภาพที่ 6 มุมมอง 3 มิติ หมวดงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงการตัวอย่าง จากซอฟต์แวร์ Autodesk Revit 2017

ภาพที่ 7 มุมมอง 3 มิติ หมวดงานหมวดงานสถาปัตยกรรม โครงการตัวอย่าง จากซอฟต์แวร์ Autodesk Revit 2017



ภาพที่ 8 แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารถอดปริมาณงานตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต