การจำลองแผนงานก่อสร้างอาคารโดยใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

Simulation of building construction planning by using Building Information Modeling

ชลลดา เลาะฟอ[1,*] พนิดา สีมาวุธ[2]

[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร

**Corresponding author; E-mail address: chollada.la@gmail.com*

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมก่อสร้างมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เห็นถึงศักยภาพแนวทางการใช้ประโยชน์และข้อจำกัดของแบบจำลองสารสนเทศอาคารในการบริหารโครงการก่อสร้างจากกรณีศึกษาจริง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผนงานโครงการก่อสร้าง โดยการสร้างแบบจำลองแผนงานก่อสร้าง จากกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างอาคาร จำนวน 5 ชั้น พื้นที่ใช้สอยอาคารรวม 2,377 ตารางเมตร การศึกษานี้ผู้วิจัยนำแบบจำลองสารสนเทศมาใช้ตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองอาคารสามมิติ ถอดปริมาณวัสดุ และการประมาณราคาต้นทุนการก่อสร้างเพื่อจัดทำแบบจำลองแผนงานสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมและติดตามผลการดำเนินงานของโครงการก่อสร้าง ผลการศึกษาสามารถนำข้อมูลต้นทุนโครงการที่ได้จากการประมาณราคาด้วยโปรแกรมมาเชื่อมโยงสร้างเป็นแบบจำลองแผนงานก่อสร้างขึ้น ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการบริหารโครงการทุกฝ่ายสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลเพื่อควบคุมและติดตามผลการดำเนินงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อสรุปประโยชน์ที่ได้รับ สามารถตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบก่อสร้างได้จากแบบจำลองสามมิติ สามารถแก้ไขชิ้นงานลักษณะเดียวกันได้อย่างอัตโนมัติ การถอดปริมาณงานด้วยวิธีการที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ตรวจสอบความถูกต้องของแผนงานได้ ด้านข้อจำกัดความแม่นยำขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความละเอียดรอบครอบในการอ่านแบบเพื่อขึ้นแบบจำลองของผู้ใช้โปรแกรมเป็นหลัก และข้อจำกัดจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมก่อสร้าง, แบบจำลองสารสนเทศอาคาร, การบริหารโครงการก่อสร้าง, แบบจำลองแผนงานก่อสร้าง

Abstract

Nowadays, Building Information Modeling (BIM) technology is increasingly playing a role in the construction industry. Therefore, in order to know the potential, guidelines of application and limitations of BIM in construction project management from the actual case study. The objective of this research is to study the BIM application for construction project planning by creating a simulation of construction planning from a case study of building construction project (5 floors, total usable area of 2,377 square meters). In this study, the researcher used BIM since the 3D building model process to the material quantity process, and the construction cost estimation in order to create a simulation of construction planning for controlling and monitoring the construction project performance. The results of the study, the information of project cost estimation can be used to create a construction planning simulation. All parties involved in project management have access information in order to control and monitor the performance together effectively. The benefits of BIM, the conflicts in 2D construction drawing can be checked from 3D model. The same workpiece can be edited automatically. The amount of construction work can be quantified by the same standardized method. Moreover, It can checks the correctness of the construction planning. The

Modeling) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้ผู้ใช้สามารถจำลองการสร้างอาคาร 3 มิติขึ้นมาในคอมพิวเตอร์ก่อนจะนำข้อมูลทั้งหมดไปสร้างอาคารจริง ทำให้ผู้ใช้สามารถศึกษาข้อมูลและปัญหาที่อาจพบต่างๆ ในโครงการได้ก่อน ซึ่งความสามารถของเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพในการพัฒนาโครงการ เช่น การจำลองวัตถุตัวอาคารออกมาให้ช่างก่อสร้างได้เห็นก่อนหรือเป็นการลดต้นทุนของโครงการตั้งแต่ในช่วงก่อนพัฒนาโครงการ และช่วงหลังพัฒนาโครงการ เป็นเครื่องมือสนับสนุนในการคำนวณสิ่งต่างๆ และให้ผู้ใช้เป็นผู้เลือกตัดสินใจ [2] สำหรับซอฟต์แวร์สำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองอาคารสารสนเทศอาคารมีด้วยกันหลายซอฟต์แวร์ในท้องตลาด ซึ่งในส่วนของซอฟต์แวร์สำหรับงานสถาปัตยกรรมมีซอฟต์แวร์หลักๆ อาทิ ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit, ซอฟต์แวร์ ArchiCAD, ซอฟต์แวร์ Bentlay Archicture และซอฟต์แวร์ Vector works เป็นต้น ประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) นอกจากจะขจัดความขัดแย้งจากการไม่ตรงกันของแบบแล้ว การใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารยังสามารถส่งต่อข้อมูลของอาคารเพื่อไปใช้ประมวลผลในด้านต่างๆ ต่อได้ทันที เช่น การส่งข้อมูลของอาคารไปใช้ในซอฟต์แวร์ต่างๆ อาทิ การนำข้อมูลไปใช้ใน การหาปริมาณงาน เพื่อประมาณราคาตลอดจนใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง การบริหารอาคารหลังจากสร้างเสร็จ [3]

โครงการก่อสร้างการทำงานในส่วนต่างๆ จำเป็นต้องมีความแม่นยำถูกต้อง การทำงานราบรื่น เกิดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุดหรือไม่ควรเกิดขึ้นเลย ด้วยเหตุนี้เองทางผู้ศึกษาได้เล็งเห็นถึงความสามารถของเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารและได้ดำเนินการศึกษาการนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการวางแผนโครงการก่อสร้าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit (Free Software for Students & Educators Revit Autodesk) เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ สำหรับการถอดปริมาณของชิ้นงานออกมารูปแบบต่างๆ และสามารถส่งออกข้อมูลปริมาณงานที่ได้จากแบบจำลองอาคาร เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนงานติดตามโครงการด้วย Navisworks (Free Software for Students) พร้อมนำเสนอการนำข้อมูลแสดงผลเป็นเส้นกราฟ S-Curve เพื่อให้การวางแผนโครงการมีความสมบูรย์มากยิ่งขึ้น ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการศึกษา คือ แนวทางการนำไปใช้ประโยชน์กับโครงการก่อสร้างจริง ได้ทราบถึงศักยภาพและข้อจำกัดข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้นำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศอาคารไปใช้เพื่อการวางแผนบริหารโครงการก่อสร้าง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

2.1.1 หลักการและกระบวนการ

BIM (Building Information Modelling) หรือเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นแนวคิดที่ถูกนำเสนอโดย Charies M. Eastman ในวารสารเอไอเอ (AIA Jounal) ในปี ค.ศ.1975 (พ.ศ.2518) โดยใช้ชื่อว่า “Building Description System” และในปีต่อมาในปี ค.ศ.1986 (พ.ศ.2529) Robert Aish ได้เปลี่ยนมาใช้คำว่า “Building Information Modeling” จนถึงปัจจุบันเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับ [4] เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modelling: BIM) เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นพัฒนาการใช้และการถ่ายโอนข้อมูลแบบดิจิตอลของโครงการอาคาร เพื่อปรับปรุงการออกแบบการก่อสร้างและการดำเนินงานของโครงการหรือผลงานเพื่อสิ่งอำนวย ความสะดวกในการทำงาน แต่ BIM คือกระบวนการทำงานที่แต่ละฝ่ายของหน่วยงาน ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายสถาปัตยกรรม ฝ่ายวิศวกรรม หรือฝ่ายบำรุงรักษาและฝ่ายอื่นๆ ได้แชร์ข้อมูลเพื่อทำงานร่วมกันโดยเก็บไว้ในแหล่งข้อมูลเดียวกัน (Common Data Environment: CDE) แหล่งข้อมูลนั้นอาจจะเป็น Internet, Server ของบริษัท หรือ Cloud basis ที่สามารถแชร์ข้อมูลไว้ใช้ใช้งานร่วมกัน ข้อมูลดังกล่าว จะถูกเรียกว่า BIM CDE ซึ่งประกอบไปด้วย แผนงาน แบบก่อสร้าง (แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และงานระบบแบบก่อสร้างเหล่านี้ถูกสร้างมาจาก โมเดล 3 มิติ ที่มีการทำงานรวมกันบน Combine Model แล้ว) ข้อมูลจำเพาะเจาะจงของตัวโครงการ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องอื่นๆ [5] BIM สามารถนำเสนอข้อมูลดิจิตอลของข้อมูลลักษณะด้านกายภาพและการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการเผยแพร่ทรัพยากรความรู้จากข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ สำหรับการนำไปใช้ในการตัดสินใจตลอดวัฏจักรตั้งแต่การเริ่มใช้งาน [6] แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาช่วยในการตัดสินใจสำหรับปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล รวมถึงการนำมาช่วยในการลดระยะเวลาและราคาในทุกๆ สถานะของโครงการ [7]

นอกจากนี้ มีการนำแนวคิดเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลอาคารมาพัฒนาให้มีรูปแบบมาตรฐานสำหรับการนำมาใช้ในการจัดการ และการส่งไฟล์ข้อมูลไปยังสถานที่อยู่ห่างไกลได้อย่างครบถ้วน สำหรับการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ภายใต้กระบวนการของ BIM มีรูปแบบการส่งไฟล์ข้อมูลต่อไปดังนี้ 1) ไฟล์ XML สำหรับการส่งออกไปยัง Microsoft Excel 2) ไฟล์ APIs สำหรับการส่งออกไปยังซอฟต์แวร์ประมาณต้นทุนก่อสร้าง 3) ไฟล์ ODBC สำหรับการส่งออกไปยังซอฟต์แวร์คำนวณปริมาณงานและประมาณต้นทุนก่อสร้าง [8] สำหรับซอฟต์แวร์ที่ถูกพัฒนามาจากแนวคิดเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้าง เช่น Autodesk Revit โดยบริษัท Autodesk ซอฟต์แวร์ ArchiCAD โดยบริษัท Graphisoft ซอฟต์แวร์ Vectorwork และ ALLplan Archtecture โดยบริษัท Nemetschek ซึ่งซอฟต์แวร์เหล่านี้ เรียกว่าเครื่องมือของ BIM [9]

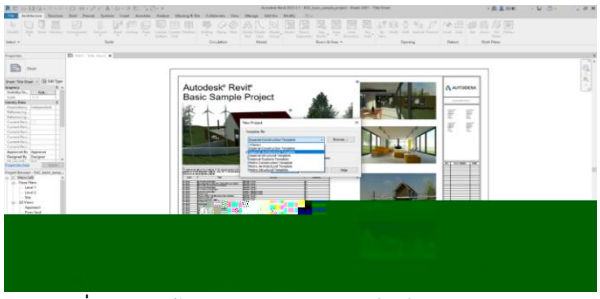
2.1.2 ระดับขั้นในการพัฒนาแบบ

ระดับขั้นในการพัฒนาแบบ (Level of Development : LOD) คือการกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบอาคาร รวมทั้งข้อมูลประกอบให้สอดคล้องกับการทำงาน ในกระบวนขั้นตอนต่างๆ โดยมาตรฐานดังกล่าว

จะกำหนดเป็นตัวเลข เช่น LOD 100, LOD 200 เป็นต้น หรือจะกำหนดขั้นตอนในการทำงาน เช่น แนวคิดในการออกแบบ (Conceptual Design), ขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development) ขึ้นอยู่กับการนำ BIM ไปใช้ในงานลักษณะรูปแบบใด เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสื่อสารตรงกันในทุกฝ่าย ในการทำงานด้วย BIM โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง และการบันทึกข้อมูลแบบจำลองนั้น โดยอ้างอิงกระบวนการขั้นตอนของการทำงานและกำหนด LOD ออกมาเป็นระดับขั้นต่างๆ โดยการกำหนด LOD นั้นจะมีทั้งในลักษณะของ LOD ในแบบ Level of Detail ที่จะหมายถึง ระดับความละเอียดของสิ่งที่จะใส่เข้ากับแบบจำลอง และ LOD ในแบบ Level of Development คือ ระดับความละเอียดในการสร้างแบบจำลอง (Output) โดยมีกระบวนการตั้งแต่แนวคิดการออกแบบและทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design) ไปจนถึงทำแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) เป็นต้น [4] ในการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development) จึงสามารถสรุปแยกส่วนประกอบของรูปแบบที่นำไปใช้ในระบบ BIM ออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นกราฟิกและข้อมูลที่ไม่เป็นกราฟิก โดยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ซึ่งหมายถึงแบบจำลองที่เป็น 3 มิติ และ 2 มิติ และ ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) ซึ่งหมายถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่ประกอบบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในส่วนของขั้นตอนการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมในประเทศไทยทั่วไปจะมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่หนึ่ง ขั้นตอนแนวคิดในการออกแบบและทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design) ขั้นตอนที่สอง ขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development) และขั้นตอนสุดท้าย ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง (Constriction Documents) โดยแบ่งหัวข้อเป็น ขั้นตอนการจัดทำแบบเพื่อทำงานจริงในถานที่ก่อสร้าง (Shop Drawing) และขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ตามที่ก่อสร้างไปแล้ว (As Built Drawing) ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้จะเป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อให้เห็นลักษณะขั้นตอนในการพัฒนาแบบได้อย่างชัดเจน [10]

2.1.3 ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit

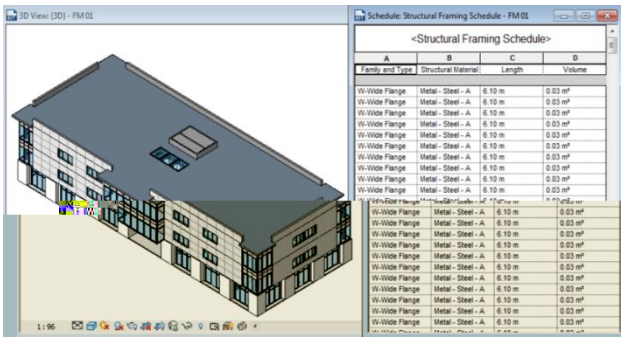
ออโตเดสก์ เรพวิต (Autodesk Revit) ซึ่งในประเทศไทยยังมีการเรียกชื่อของโปรแกรมอีกอย่างว่า เรวิท หรือ รีวิท เป็นอีกหนึ่งโปรแกรมของบริษัทออโตเดสก์ (Autodesk) คือโปรแกรมที่ ช่วยออกแบบด้านอาคารโดยเฉพาะ ในลักษณะของ CAD มีแสดงหน้าต่างการทำงานของซอฟต์แวร์ดังรูปที่ 1 โดยใช้หลักการสร้างระบบจำลองสารสนเทศอาคารหรือการสร้างรูปแบบจำลองข้อมูลของอาคาร (Building Information Modeling) แทนการเขียนแบบ โดยใช้เครื่องมือตัวแปรผันเปลี่ยนสัมพันธ์ (Parametric Change Engine) กล่าวคือ ในการเขียนแบบด้วยโปรแกรม Autodesk Revit นั้น เป็นการเขียนแบบก่อสร้าง 2 มิติ ก็สามารถได้มาซึ่งแบบ 3 มิติ รายการประกอบแบบต่างๆ ทัศนียภาพ และการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้างอย่างคร่าวๆได้เลย ซึ่งโปรแกรม Autodesk Revit สามารถทำงานได้ทั้ง 2 กลุ่มวิชาชีพ คือ งานด้านสถาปัตยกรรม และงานด้านวิศวกรรมโครงสร้าง



รูปที่ 1 แสดงหน้าต่างการทำงานของซอฟต์แวร์ Autodesk Revit

สาเหตุทำให้ Autodesk Revit ได้รับการยอมรับด้านการออกแบบภายใต้ระบบ BIM มากที่สุดคือ ความสามารถที่ครบถ้วนของโปรแกรมด้านงานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมโยธา และวิศวกรรมงานระบบ สามารถใช้โปรแกรมเดียวกันในการทำงานและยังสามารถ Combine แบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการส่งต่องานไปให้ฝ่ายทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้รับเหมางานอาคารระบบต่างๆ ผู้ออกแบบ เจ้าของงาน และที่ปรึกษาโครงการ เป็นต้น โดยที่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะได้รับข้อมูลที่มีการอัพเดทตลอดเวลา ทำให้สามารถเล็งเห็นข้อผิดพลาดของงานและทำให้วางแผนแก้ไข ช่วยลดการเกิดข้อผิดพลาดเหล่านั้นก่อนการก่อสร้างโครงการจริงได้

การคำนวณปริมาณงานโดยเครื่องมือของ BIM (BIM Quantity Take-off Tools) เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือ BIM ในการคำนวณปริมาณงานจากเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารโดยใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit จัดเป็นเครื่องมือ BIM ที่มีคุณสมบัติในการคำนวณปริมาณงานจากเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ดังรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการคำนวณปริมาณงานโดยซอฟต์แวร์ Autodesk Revit [11]



รูปที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน โดยซอฟต์แวร์ Autodesk Revit

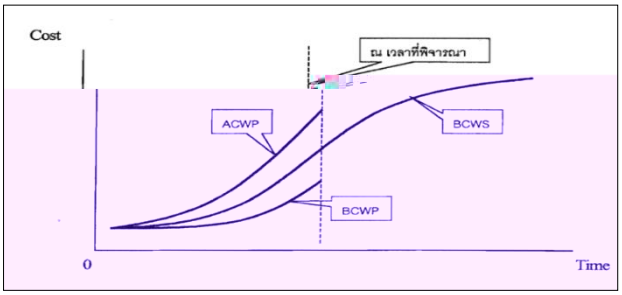
2.2 การวางแผนโครงการ

ในกระบวนการก่อสร้างใดๆ ผู้บริหารโครงการจะต้องควบคุมกิจกรรมการก่อสร้างที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งหมดในโครงการ ซึ่งมีส่วนสำคัญ 3 ส่วน ที่ผู้บริหารโครงการจะต้องทำการควบคุม คือเวลา (Time), ต้นทุน (Cost) และคุณภาพ (Quality) ในการควบคุมเวลากระทำได้ด้วยการวางแผนโครงการ (Project Planning) และการควบคุมโครงการ (Project Control) การวางแผนงานโครงการจึงใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมตารางเวลา ค่าใช้จ่าย และลำดับขั้นตอนการทำงานให้เป็นไปตามเป้าหมายของโครงการ การวางแผนงาน (Planning) จะต้องระบุกิจกรรม (Activity)

ต่างๆ ที่จะต้องทำในโครงการนั้นๆ ออกมาให้ได้ การระบุกิจกรรมที่จะต้องดำเนินการก่อสร้างตามโครงการนี้เรียกว่า การจัดโครงสร้างการแบ่งงาน (Work Breakdown Structure: WBS) ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะต้องใช้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน ฉะนั้น การวางแผนจึงจะต้องทำควบคู่ไปกับตารางเวลา (Scheduling) เสมอ [12]

การวางแผนงานจึงเป็นการวางแผนกิจกรรมที่จะต้องทำในโครงการล่วงหน้า โดยใช้ประสบการณ์จากการทำงานของแต่ละบุคคล โดยจะต้องจัดให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมให้อยู่ในรูปแบบของตารางเวลาทั้งนี้สามารถที่จะปรับเปลี่ยนแผนงานได้ตามความเหมาะสมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง จากความสำคัญและประโยชน์ของการวางแผนงานจะเห็นได้ว่า หากมีการวางแผนที่ดีจะช่วยให้โครงการนั้นๆ ดำเนินไปอย่างมีระเบียบแบบแผน ช่วยให้การจัดสรรทรัพยากร ในด้านวัสดุ แรงงาน และเงินทุน มีประสิทธิภาพช่วยให้สามารถคาดการณ์ได้ถึงปัญหาและอุปสรรคได้ก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง ช่วยปรับปรุงเวลาการทำงาน ทำให้สามารถประหยัดเวลาค่าใช้จ่ายหรือเรียกต้นทุนคืนได้เร็วขึ้น และช่วยให้มีมาตรฐานในการเปรียบเทียบความก้าวหน้าและสถานภาพรวมของโครงการ [13]

Earned Value Analysis เป็นทฤษฎีการจัดการที่พัฒนาโดย Department of Defense ประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงทศวรรษ 1960 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมโครงการต่างๆ ภายในหน่วยงาน วิธีนี้เป็นวิธีการวัดผลการดำเนินการของโครงการ โดยจะช่วยทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของผลการดำเนินงานเปรียบเทียบกับแผนที่วางไว้ และหาทางแก้ไขได้ทันท่วงที ค่าว่า Earned Value หมายถึง มูลค่าของงานที่ทำเสร็จ [14] Earned Value เป็นแนวคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของโครงการก่อสร้าง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ 3 แนวทาง ประกอบด้วย Budget Cost for Work Schedule (BCWS) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่วางแผนงานไว้หรือ Base Line นั่นเอง Budget Cost for Work Performed (BCWP) หมายถึง มูลค่างานที่ทำได้โดย มีฐานการคิดมูลค่าจากแผนงาน Actual Cost for Work Performed (ACWP) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่จ่ายออกไปจริงๆ เพื่อการก่อสร้างนั้น [8]



รูปที่ 3 Earned Value Concept

จากรูปที่ 3 ณ ระยะเวลาที่พิจารณาจะพบว่ามูลค่าของงานที่ทำได้ (BCWP) อยู่ต่ำกว่า Base Line (BCWS) แสดงว่างานล่าช้ากว่าแผนงานมีแนวโน้มว่างานดังกล่าวจะล่าช้า และเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายที่จ่ายออกไปจริงๆ (ACWP) แล้วอยู่สูงกว่า Base Line แสดงให้เห็นว่าเกิดค่าใช้จ่ายที่เกินกว่าที่ควรจะเป็น (Cost Overrun) แสดงว่าโครงการนี้ งานล่าช้า และค่าใช้จ่ายมากเกินกว่าที่วางแผนไว้ (Current Cost Overrun and Overrun at Completion) ซึ่งมีแนวทางที่จะควบคุมโครงการในด้านเวลาและต้นทุน โดยใช้วิธีการและเทคนิคทางด้านการบริหารงานก่อสร้าง ต้องพยายามทำให้กราฟ ACWP และ BCWP มีแนวโน้มเข้าใกล้ BCWS มากที่สุดตลอดช่วงเวลาของการดำเนินโครงการก่อสร้าง

ในการบริหารจัดการโครงการจำเป็นต้องมีการคิดจัดทำแผนงาน (Work Schedule) หรือ แผนงานหลัก (Master Schedule) หรือแผนโครงการ (Project Plan) และแผนงานที่ดี คือ สามารถแบ่งงานย่อยเป็นกิจกรรมที่จะดำเนินการในแต่ละช่วงเวลาได้ชัดเจน เลือกวิธีการทำงานที่เหมาะสมใช้เวลาที่สั้น(Time) ประหยัดค่าใช้จ่าย (Cost) ใช้ทรัพยากรต่างๆ (Resources) เต็มประสิทธิภาพงานในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า งานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ งานระบบดับเพลิง และงานระบบอื่นๆ มีความจำเป็นที่ต้องจัดทำแผนงานขึ้น เพื่อทราบทิศทางที่จะต้องดำเนินการ และมีการเตรียมการต่างๆ เช่น วัสดุแรงงาน ช่างฝีมือเครื่องจักรต่างๆ และวิธีการดำเนินการแต่ละขั้นตอน ให้สอดคล้องกับงานอื่นๆ โดยไม่เกิดการหยุดรองาน (Obstruction) แม้จะจัดทำแผนไว้ดีแล้วก็ตาม จำเป็นต้องมีการติดตาม แผนงาน (Monitoring) หรือ การประเมินผลโครงการ (Evaluation หรือ Project Appraisal) เพื่อดูอาการของการดำเนินงาน และปรับแก้ไขจุดด้อยต่างๆเพื่อทำให้งานบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลาย คือ กราฟ S-Curve ซึ่งสามารถสร้างขึ้นมาได้ด้วยมือ (By Manual) ต่อมา เมื่อมีคอมพิวเตอร์เข้ามาจึงใช้คอมพิวเตอร์ทำงานแทนโดย เลือกซอฟท์แวร์ต่างๆ ตามความชอบขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ต้องการ เช่น Primavera, Microsoft Project และ Microsoft Excel เป็นต้น แต่ที่สำคัญคือจะเขียนอย่างไรถึงจะสามารถสะท้อนความเป็นไปของโครงการได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

การวัดความก้าวหน้า (Monitoring) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการควบคุมโครงการในด้านต้นทุน และระยะเวลา มีเครื่องมือชนิดหนึ่งที่แสดงผลความก้าวหน้าของงานในรูปของกราฟ ซึ่งสามารถที่จะแสดงผลความก้าวหน้าของงาน เปรียบเทียบกับแผนงานได้อย่างง่ายๆ เป็นที่รู้จักกันดีคือ การควบคุมโครงการด้วยวิธี Earned Value Analysis เมื่อทำโครงการไปได้ระยะหนึ่ง หากต้องการรู้ผลงานที่ทำไปแล้วว่าจะได้ตามเป้าหมายและเกินงบประมาณที่ได้รับอนุมัติไว้หรือไม่ สามารถดูได้จากกราฟ S-Curve เมื่อทำการวางแผนและทำการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ของมูลค่าของงานสะสมในแต่ละช่วงเวลา และนำข้อมูลดังกล่าวไปทำการ Plot กราฟ โดยแกนแนวตั้ง (แกน Y) จะเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของงาน ส่วนแกนแนวนอน (แกน X) จะเป็นหน่วยเวลาของการวางแผนงาน ก็จะได้เส้นกราฟมีรูปร่างคล้ายอักษรภาษาอังกฤษ ตัว “S” ซึ่งจะเรียกกราฟของแผนงานนี้ว่า S-Curve ซึ่งจะใช้เส้นกราฟนี้เป็นมาตรฐาน (Base Line) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของมูลค่าของงานก่อสร้างที่ได้กระทำจริงสะสมในแต่ละช่วงเวลา ในส่วนของแกนตั้ง นอกจากจะใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ของมูลค่าของงานสะสมแล้วยังสามารถใช้ค่าใช้จ่ายสะสมในแต่ละช่วงเวลานำมาเขียนกราฟก็ได้ เพื่อใช้ Base Line ในการควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการ ซึ่งจะได้รูปร่างกราฟเป็น S-Curve เช่นกัน [12]

3. การดำเนินการศึกษา

3.1 ศึกษาการสร้างแบบจำลองการวางแผนงานก่อสร้างภายใต้แนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

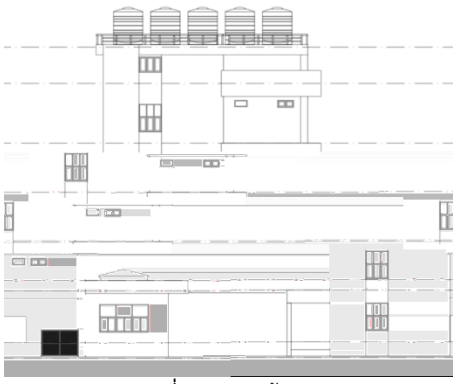
ผู้วิจัยทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนดำเนินการศึกษาภายใต้แนวคิดการสร้างแบบจำลองการวางแผนงานก่อสร้างโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำการศึกษาแนวคิดและหลักการของเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศ หลักการถอดปริมาณ การวางแผนโครงการ รวมถึงการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit สำหรับขึ้นแบบจำลอง 3 มิติ และการถอดปริมาณงาน ตลอดจนโปรแกรม Autodesk Navisworks และอื่นๆ ที่จะนำมาช่วยทำให้การวางแผนโครงการมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3.2 เลือกแบบอาคารเพื่อนำมาจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในส่วนของการเลือกแบบที่นำมาศึกษานั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการสรุปเลือกใช้แบบอาคาร จำนวน 5 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยอาคารรวม 2,377 ตารางเมตร เพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษา ในส่วนรูปด้านอาคารจะแสดงดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5



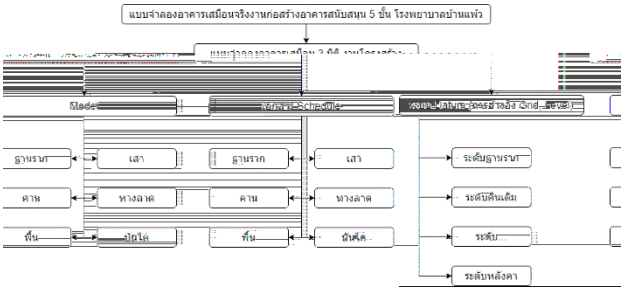
รูปที่ 4 แสดงรูปด้าน 1



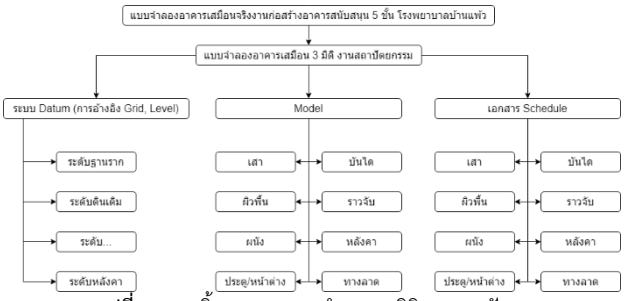
รูปที่ 5 แสดงรูปด้าน 2

3.3 สร้างโมเดลในส่วนของงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมตามแบบที่เลือกไว้

ขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผู้วิจัยใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองอาคารทั้งในส่วนของงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรม โดยแสดงผังการขึ้นชิ้นงานในรูปที่ 6 และ รูปที่ 7



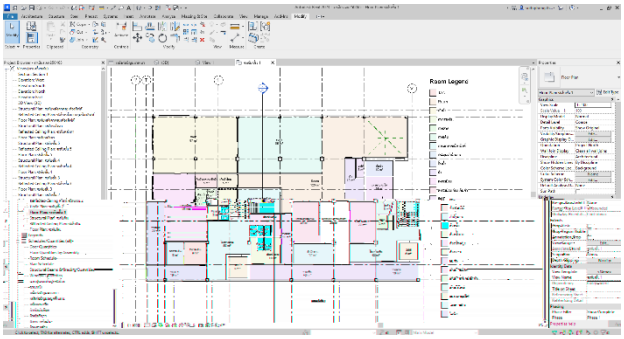
รูปที่ 6 แสดงชิ้นงานของแบบจำลอง 3 มิติ งานโครงสร้าง



รูปที่ 7 แสดงชิ้นงานของแบบจำลอง 3 มิติ งานสถาปัตยกรรม

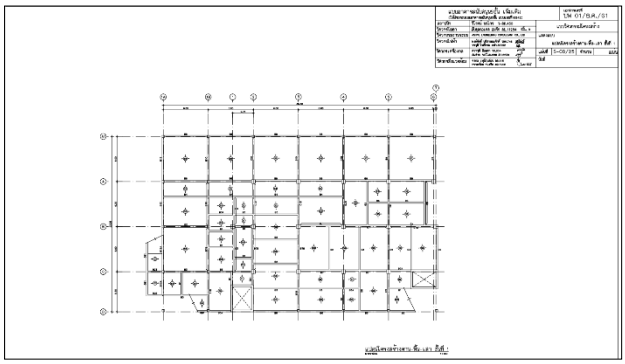
3.4 ถอดปริมาณงานและปริมาณราคาจากโมเดลด้วยซอฟต์แวร์ Autodesk Revit

หลังจากใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 3 มิติเรียบร้อย จะทำการถอดปริมาณงานและปริมาณราคาจากแบบจำลอง 3 มิติ โดยซอฟต์แวร์ Autodesk Revit จะสามารถคำนวณปริมาณพื้นที่ออกมาทำให้เราทราบว่ากิจกรรมแต่หมวดงานมีปริมาณงานเท่าใด เพื่อจะนำปริมาณงานที่ได้ไปคำนวณปริมาณราคางานแต่ละกิจกรรมได้ การถอดปริมาณงานและประมาณราคาของโมเดลโดยใช้เครื่องมือ Schedules/Quantities(all) ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แบบที่จะทำการถอดปริมาณงาน

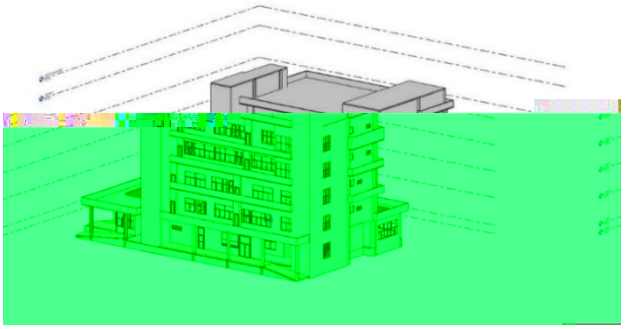
ผู้วิจัยทำการส่งออกข้อมูลเพื่อจัดข้อมูลให้อยู่ในหมวดเดียวกับ BOQ เพื่อง่ายต่อการตรวจเช็คความถูกต้องของการถอดปริมาณงานและสามารถนำข้อมูลปริมาณงานไปวางแผนควบคุมด้านระยะเวลาและงบประมาณ



รูปที่ 12 แบบแปลนคาน เสา และพื้น จากแบบก่อสร้าง2มิติ

4.1.2 แบบจำลอง 3 มิติ งานสถาปัตยกรรม

การเขียนรายละเอียดในส่วนของผนังงานสถาปัตยกรรมลงในแบบจำลอง 3 มิติเพื่อให้รู้ว่าโครงสร้างสถาปัตยกรรมมีรายละเอียดอะไรบ้าง โดยจะใช้เส้นในการบ่งบอกถึงวัสดุหรือจุดต่างๆว่าเป็นอะไร การกำหนดช่องเปิดตามแบบ เช่น ประตู-หน้าต่าง ได้แบบจำลอง3มิติแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 แบบจำลอง 3 มิติ งานสถาปัตยกรรม

4.2 ผลการถอดปริมาณงาน

ผลการถอดปริมาณงานและประมาณราคาจากแบบจำลอง 3 มิติโดยใช้เครื่องมือ Schedules/Quantities(all) และทำการตรวจเช็คปริมาณงานที่ได้จาก Autodesk Revit เทียบกับรายการ BOQ จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบ ปริมาณงานข้อมูลจาก BOQ กับผลลัพธ์ที่ได้การถอดปริมาณงานจากแบบจำลอง 3 มิติ ด้วย Autodesk Revit แสดงให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ความต่าง ซึ่งเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย สรุปได้ประเด็นต่างๆ ดังนี้

เนื่องจากผลการถอดปริมาณจาก BOQ ได้มาจากการถอดปริมาณจากแบบ 2 มิติ ซึ่งแบบมีข้อผิดพลาดขัดแย้งกับการทำงานจริง และถอดปริมาณงานไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงทำการปรับแก้ไขแบบจำลอง 3 มิติ ในบางส่วนให้ถูกต้องสอดคล้องกับการทำงานจริง ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความต่างสูง เช่น ตารางที่ 1 งานส่วนของโครงสร้างกล่องลิฟท์และงานผนังลิฟต์จึงมีผลให้ผลต่างของงานเหล็กเสริม ไม้แบบ คอนกรีต มีค่าที่สูง ข้อมูลค่าความต่างจากตารางที่ 2 ในส่วนงานสถาปัตยกรรม จำนวนประตูบางรายการมีปริมาณต่างกันสูงเนื่องจากปริมาณงาน BOQ ไม่สอดคล้องกับแบบแปลน 2 มิติ ส่วนปริมาณงานจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารผู้วิจัยทำการปรับแก้ให้ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว

อีกสาเหตุของความต่าง คือ ปริมาณงานจาก BOQ จะเผื่อเปอร์เซ็นต์สูญเสียหน้างานไว้ แต่คำนวณมาจากปริมาณงานที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารถอดปริมาณโดยตรงยังไม่มีการเผื่อเปอร์เซ็นต์สูญเสียหน้างานไว้

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปรียบเทียบการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมและ BOQ ในส่วนงานโครงสร้าง

รายการงาน	หน่วย	ถอดปริมาณงานด้วยโปรแกรม	ปริมาณงานจาก BOQ	ค่าความต่าง (%)
1.เสาเข็มเจาะระบบเปียก DIA0.06x30ม. รับน้ำหนักปลอดภัยไม่น้อยกว่า 100ตัน/ต้น	ต้น	106	107	1%
2.สกัดหัวเสาเข็ม	ต้น	106	107	1%
3.เจาะสำรวจดินโดยใช้วิธี Boring Test	จุด	-	2	-
4.ทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะ	ต้น	106	107	1%
5.ทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็มเจาะ	ต้น	-	1	-
6.ขุดดินและดินถม	ลบ.ม.	1840	750	145%
7.ทรายหยาบ	ลบ.ม.	78	105	26%
8.คอนรีตหยาบ	ลบ.ม.	78	105	26%
9.คอนกรีตโครงสร้างทั่วไป 240ksc ทรงกระบอก	ลบ.ม.	626	745	16%
10.ไม้แบบทั่วไป	ตร.ม.	5,555	3,000	85%
11.ตะปู	กก.	1,389	1,275	9%
12.เหล็กเสริม SR-24 RB 6 mm. RB 9 mm.	 กก. กก.	 2,049 29,764	 4,500 35,000	 54% 15%
13.เหล็กเสริมข้ออ้อย SD-40 DB 12 mm. DB 16 mm DB 20 mm DB 25 mm DB 28 mm	 กก. กก. กก. กก. กก.	 47,686 14,839 89,807 34,806 42,257	 25,250 22,491 46,915 54,491 14,000	 89% 34% 91% 35% 202%

วิธีการถอดปริมาณงานที่ต่างกัน งานขุดดินและถมดินค่าเปอร์เซ็นต์ความต่างที่ -145% จากที่ได้ทำการตรวจสอบจากแบบก่อสร้างและโมเดล 3 มิติ ในส่วนของหน้าตัดฐานรากและความลึก ได้ผลลัพธ์ว่าค่าที่ได้จาก Autodesk Revit เกิดค่าเปอร์เซ็นต์ความต่างสูง อันเนื่องมาจากค่าที่มาจากการคำนวณโมเดล 3 มิติ ที่แสดงหน้างานจริงก่อนการก่อสร้างโดยการ

หาพื้นที่กว้าง×ยาว×สูง (23.35 ม. ×36.30 ม. ×2.30 ม.) เท่ากับ 1,949 ลูกบาศก์เมตร แต่ในแบบแสดง BOQ ให้ปริมาณมาเท่ากับ 750 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งค่าจาก BOQ ไม่สอดคล้องกับหน้างานจริง

ไม้แบบทั่วไปกับค่าแรงไม้แบบ ค่าเปอร์เซ็นต์ความต่าง -85% จากที่ได้ทำการตรวจสอบจากแบบก่อสร้างและแบบจำลอง 3 มิติ ในส่วนของขนาดหน้าตัด คาน, เสา และพื้น ได้ผลลัพธ์ว่า ค่าที่ได้จากโปรแกรม Autodesk Revit เกิดค่าเปอร์เซ็นต์ความต่างสูง อันเนื่องมาจากค่านี้มาจากการคำนวณโมเดล 3 มิติ ที่ได้จากงานแผ่นพื้น (2,960 ตารางเมตร) + พื้นที่หลังคาลิฟท์ (500 ตารางเมตร) + พื้นที่เสาและคาน (650 ตารางเมตร) + งานผนังลิฟท์ (1,000 ตารางเมตร) + งานท้องพื้นบันได (406 ตารางเมตร) รวมเท่ากับ 5,555 ตารางเมตร แต่ใน BOQ ได้เท่ากับ 3,000 ตารางเมตร ซึ่งค่า BOQ ไม่สอดคล้องกับหน้างานจริง

ตารางที่ 2 สรุปผลการเปรียบเทียบการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมและ BOQ ในส่วนงานสถาปัตยกรรม

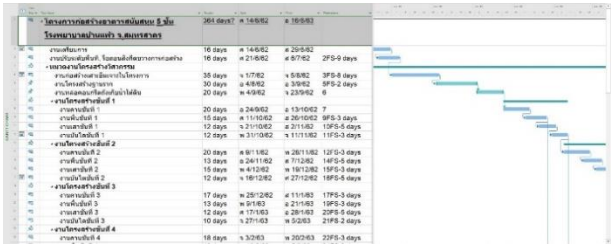
รายการงาน	หน่วย	ถอดปริมาณงานด้วยโปรแกรม	ปริมาณงานจาก BOQ	ค่าความต่าง (%)
1.ก่ออิฐมวลเบา	ตร.ม.	4,115	3,000	37%
2.ก่ออิฐมอญครึ่งแผ่น	ตร.ม.	393	553	29%
3.ผนังคอนกรีต	ลบ.ม.	207	-	-
4.ฉาบปูนผนังเรียบ	ตร.ม.	8,230	6,000	37%
5.ฉาบปูนทรายรองพื้น	ตร.ม.	393	553	29%
6.ปูกระเบื้อง 30x30 มม.	ตร.ม.	393	453	13%
7.งานผิวพื้น				
ผิวทรายล้าง	ตร.ม.	120	57	111%
ผิวปูนขัดมัน	ตร.ม.	77	61	26%
ผิวขัดมัน ทากันซึม	ตร.ม.	238	213	12%
ผิวห้องน้ำ	ตร.ม.	2,867	806	256%
8.งานประตู				
ป1	ชุด	1	1	0
ป1A	ชุด	9	10	10%
ป1B	ชุด	5	5	0
ป1C	ชุด	2	2	0
ป2	ชุด	3	5	40%
ป2A	ชุด	21	10	110%
ป3	ชุด	10	11	9%
ป4	ชุด	3	4	25%
ป5	ชุด	6	7	14%
ป6	ชุด	17	17	0
ป7	ชุด	24	28	14%
ป8	ชุด	5	5	0
ป9	ชุด	4	5	0.2%
ป10	ชุด	1	1	0
ป11	ชุด	1	1	0
ป12	ชุด	4	4	0
ป16	ชุด	1	1	0
ป17	ชุด	23	17	35%

ข้อจำกัดของโปรแกรม ตัวอย่างงานเหล็กพื้นที่ใส่ไม่สามารถแก้ทำให้ใส่เป็นพื้น 2 ทาง หรือพื้นทางเดียวได้ ทำให้ใส่เหล็กในโปรแกรมเป็นแบบตะแกรงเหล็กทำให้ปริมาณเพิ่มขึ้น

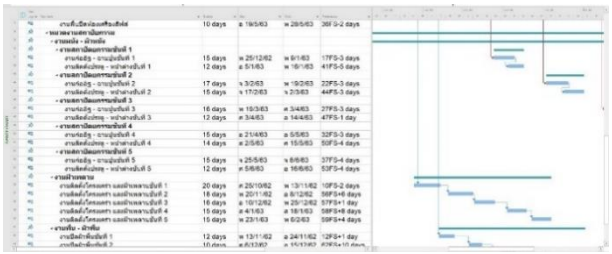
ผลลัพธ์จากการใช้โปรแกรม Autodesk Revit ในการถอดปริมาณงานมีสูตรสำเร็จที่แม่นยำในการคำนวนหาปริมาณที่ต้องการโดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังสามารถรันข้อมูลผลลัพธ์ Name Type เดียวกัน เพื่อลดขั้นตอนการทำงานได้อีกด้วย จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้น้อยมากหรืออาจจะไม่เกิดข้อผิดพลาดเลยหากเขียนแบบถูกต้อง

4.3 การวางแผนงาน

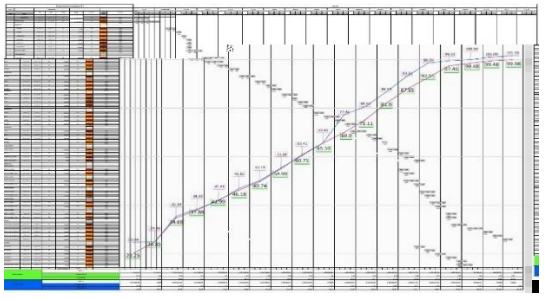
วางแผนกิจกรรมขั้นตอนการก่อสร้างจัดลำดับกิจกรรมและการเชื่อมโยงก่อนหลังของแต่ละกิจกรรมเพื่อให้แผนงานอยู่ช่วงระยะเวลาที่กำหนด 12 เดือนตามเงื่อนไขสัญญาก่อสร้าง โดยแสดงตัวอย่างแผนงานในรูปที่ 14 และรูปที่ 15 และนำแผนงานไปสร้างกราฟ S-Curve สำหรับควบคุมและติดตามงานด้านระยะเวลาและงบประมาณ แสดงตัวอย่างในรูปที่ 16



รูปที่ 14 แสดงระยะเวลาแผนงาน หมวดงานโครงสร้าง



รูปที่ 15 แสดงระยะเวลาแผนงาน หมวดงานสถาปัตยกรรม



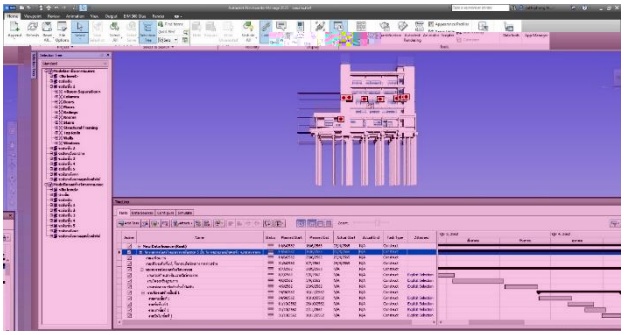
รูปที่ 16 แสดงระยะเวลาแผนงาน หมวดงานสถาปัตยกรรม

จากรูปที่ 16 เส้นกราฟสีแดง คือปริมาณงานจากแผนงานที่พัฒนาจากข้อมูลของการถอดปริมาณจากเทคโนโลยีสารสนเทศอาคาร และเส้นกราฟสีน้ำเงิน คือปริมาณงานจริงที่สมมติขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงการ

นำไปใช้อธิบายผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบ เพื่อควบคุมตรวจสอบความก้าวหน้าของแผนงาน

4.4 การเชื่อมโยงแผนงานกับแบบจำลอง 3 มิติ

รูปที่ 17 แสดงการเชื่อมโยงแผนงานเข้าแบบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม Autodesk Navisworks เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ติดตามควบคุมโครงการก่อสร้าง โดยใช้ฟังก์ชั่น Simulate เพื่อดูการดำเนินการก่อสร้างในระยะเวลาต่างๆ และเปรียบเทียบกับเนื้องานที่กำลังเกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้าง แสดงผลออกมาในรูปแบบอนิเมชั่น และสามารถตรวจหาความเข้ากันได้ของแบบ ฟังก์ชั่นการตรวจสอบนี้จะตรวจสอบการทับซ้อนของโมเดลต่างๆ สามารถกำหนดค่าระยะการวัดได้ว่ามีชิ้นส่วนไหนทับซ้อนกัน เพื่อใช้ตรวจสอบแบบก่อสร้างก่อนนำไปก่อสร้างจริง ช่วยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า และช่วยลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากมีการสูญเสียน้อยลงอีก



รูปที่ 17 การเชื่อมโยงแผนงานเข้ากับแบบจำลองสามมิติ

5.

หลังจากศึกษาและทำความเข้าใจความสามารถของโปรแกรม Autodesk Revit และการทำวางแผนงาน S-Curve เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง จึงทำให้ทางผู้วิจัยได้ทราบในกระบวนการต่างๆ ที่เป็นประโยชน์และได้เห็นถึงข้อจำกัดและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ดังนี้

5.1 ประโยชน์ที่ได้รับ

(1) การขึ้นแบบจำลอง3มิติ ช่วยให้มองเห็นภาพของโครงสร้างอาคารตามที่ต้องการ ช่วยลดการทำงานซ้ำซ้อน ได้ทราบข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขล่วงหน้าก่อนการก่อสร้างจริง สามารถนำไปสนับสนุนการวางแผนกระบวนการก่อสร้างได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

(2) ขั้นตอนการถอดปริมาณงาน โปรแกรม Autodesk Revit ถอดปริมาณงานจากแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งช่วยลดข้อผิดพลาดจากการถอดปริมาณงานจากแบบ 2 มิติ เพราะ โปรแกรม Autodesk Revit สามารถถอดปริมาณงานจากแบบ 3 มิติ ได้ หากมีการปรับแก้หรือการแก้ไขโมเดลก็จะส่งผลให้ปริมาณงานที่อยู่ในแบบ 3 มิติ เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ในแบบ 2 มิติ จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบอัตโนมัติ

(3) ขั้นตอนการวางแผนงาน การกำหนดแผนงานตามสัญญาว่าจ้างผู้รับเหมาก่อสร้างแล้วนำระยะเวลางานมาแบ่งเป็นเปอร์เซ็นต์งานเพื่อกำหนดเป้าหมายการก่อสร้าง จากการศึกษาพบว่าโปรแกรม Autodesk Navisworks สามารถวางแผนงานพร้อมทั้งยังแสดงรูปแบบแบบจำลอง 3 มิติ และกระบวนการขั้นตอนการก่อสร้าง ทำให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ก่อนการก่อสร้างจริง เช่น ขนาดของช่องลิฟต์แต่ละชั้นไม่เท่ากัน ถ้าแสดงในรูปแบบ 3 มิติ จะสามารถทำให้เห็นถึงข้อผิดพลาดในการเชื่อมโยงแต่ละชั้นได้

5.2 ข้อจำกัดและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

(1) ทางผู้ศึกษาได้เล็งเห็นปัญหาข้อผิดพลาดและข้อขัดแย้งของแบบ 2 มิติในขั้นตอนการขึ้นแบบจำลอง 3 มิติ ศึกษาแบบ 2 มิติแล้วทำการเขียนในรูปแบบ 3 มิติ พบว่าตัวแบบแต่ละชั้นไม่ตรงกันและยังตรวจพบปัญหาช่องลิฟท์ที่มีขนาดไม่เท่ากัน ซึ่งในแบบ 2 มิติ ไม่ได้แสดงระยะของช่องลิฟท์มาให้ รวมถึงระยะของคานในแบบ 2 มิติ ก็ไม่ได้กำหนดระยะมา ทำให้เวลาเขียนแบบ 3 มิติ ต้องมีการเช็คความถูกต้องโดยเทียบกับระยะกิตลายที่ใช้เป็นระยะอ้างอิง

(2) แบบขยายของประตูและหน้าต่าง ไม่ตรงกับแบบแปลนและ BOQ ทางผู้วิจัยจึงดำเนินการตรวจสอบสร้างแบบขึ้นมาใหม่

(3) ในตอนเริ่มต้นนั้นทางเราได้ทำการขึ้นแบบบางส่วนโดยไม่ได้แยกชั้น ทำให้มีผลต่อการวางแผนงาน

(4) ในแบบก่อสร้างที่ทางเราได้มา ไม่มีในส่วนของงานระบบ ทางผู้วิจัยจึงไม่ได้แสดงเนื้องหาในส่วนของงานระบบ

(5) การใส่เหล็กคานไม่สามารถกำหนดระยะของเหล็กเสริมให้ถูกต้องตามแบบได้

(6) แบบสถาปัตยกรรมไม่สามารถรวมกับแบบโครงสร้างได้ เนื่องจากไฟล์งานหนักเกินไปทางผู้วิจัยจึงได้แยกไฟล์ออกจากกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

(1) การขึ้นโมเดลควรมีการแบ่งชั้นอาคารให้สอดคล้องกับแผนงาน

(2) ผู้ขึ้นแบบจำลอง 3 มิติ ควรมีความละเอียดรอบคอบในการอ่านแบบ เพราะมีผลกับความถูกต้องของการถอดปริมาณงานจากแบบจำลอง

(3) ข้อจำกัดของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการเขียนแบบมีผลต่อความสมบูรณ์ของแบบจำลอง 3 มิติ เนื่องจากต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บค่อนข้างเยอะ

เอกสารอ้างอิง

[1] Callahan, M.T., et al. (1992). Construction Project Scheduling. McGraw Hill.

[2] ชาคริต รักษมาตา (2556). ความแม่นยำในการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้างในการพัฒนาโครงการ อสังหาริมทรัพย์ โดยวิธีทั่วไปและวิธีที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร: กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยประเภท A1 บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน). วิทยานิพนธ์ปริญญา

เคหพัฒนศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร

[3] ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ (2556). การตรวจสอบแนวทางการประยุกต์ใช้วิธีการจัดการระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลสำหรับแบบจำลองสารสนเทศอาคารของสถาบันสถาปนิกอเมริกากับวิธีการหาปริมาณงานสถาปัตยกรรมในอุตสาหกรรมการก่อสร้างไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

[4] สถาบันสถาปนิกสยาม สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ (2558). แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย. สำนักพิมพ์ พลัสเพรส จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร.

[5] เนตินัย ชื่อสัตย์ (2561). บทเรียนออนไลน์ BIM Theory. ประเทศไทย.

[6] National Institute of Building Sciences building SMART alliance TM (2013). National BIM Standard-United States, Version 2.

[7] Smith, D.K. and Tardif, M. (2009). Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. John Wiley & Sons.

[8] Sabol, L. (2008). Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling. IFMA World Workplace.

[9] วชิระ แสงรัศมี (2562). การใช้โปรแกรม Autodesk Revit and Architecture สำหรับงานออกแบบ เขียนแบบ และโครงสร้างอาคาร. ศูนย์นวัตกรรมการออกแบบและสื่อคอนเวอร์เจนซ์,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, พิมพ์ครั้งที่ 1.

[10] สิทธิเดช ชุณหะมณีวัฒน์ และ กวิน ตันติเสวี (2563). การศึกษาปัญหาเชิงเปรียบเทียบแนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในการออกแบบและถอดปริมาณวัสดุสำหรับงานติดตั้งผนังประกอบอาคาร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25, กรุงเทพมหานคร

[11] Burcin, B-G. and Samara,R. (2010). The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry. Electronic Journal of Information Technology in Construction, 15, pp. 185-201.

[12] ดนัย สุนันทารอด (2542). การศึกษาโครงการเฉพาะเรื่อง การพัฒนาโปแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการประมาณราคา วางแผนงานและวัดความก้าวหน้าของงานก่อสร้างสะพาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.

[13] วิสูตร จิระดำเกิง (2540). การจัดการงานก่อสร้าง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.

[14] วรพันธ์ แก้วพิทยาภรณ์ (2550). ระบบการประเมินความก้าวหน้าของโครงการสำหรับงานก่อสร้างถนน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.