

ระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการ  
ก่อสร้าง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A BIM-Enabled Dashboard System for Construction Project Monitoring and Control



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

FACULTY OF ENGINEERING

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์               | ระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศ   |
|                                 | อาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง    |
| โดย                             | น.ส.พิมพ์พิสุทธิ์ นันทภาณุวัฒน์              |
| สาขาวิชา                        | วิศวกรรมโยธา                                 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ |

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| .....  | คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์          |
| (ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)           |                                 |
| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์                       |                                 |
| .....  | ประธานกรรมการ                   |
| (รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว)                 |                                 |
| .....  | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก |
| (รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์) |                                 |
| .....  | กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย        |
| (ดร.สร้อยชัย องค์กรประเสริฐ)                   |                                 |

CHULALONGKORN UNIVERSITY

พิมพ์พิสุทธิ์ นันทภาณุวัฒน์ : ระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง. ( A BIM-Enabled Dashboard System for Construction Project Monitoring and Control) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์

การติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยทั่วไปจะอาศัยเอกสารกระดาษเป็นหลัก ซึ่งมักจะเกิดข้อผิดพลาดรวมถึงไม่สามารถจัดระเบียบและเรียกใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้สะดวก การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เป็นแนวคิดสมัยใหม่ซึ่งสามารถใช้จัดการจัดการข้อมูลสารสนเทศในทุกขั้นตอนของโครงการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้พัฒนาระบบซึ่งเชื่อมต่อแบบจำลอง BIM กับแผงรายงานสถานะของโครงการ ซึ่งสามารถรายงานความก้าวหน้าของโครงการ การจ่ายเงินงวดสำหรับผู้รับจ้างก่อสร้าง และความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลองสามมิติ งานวิจัยเริ่มจากศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างทั่วไป จากนั้นจึงพัฒนากระบวนการติดตามและควบคุมโครงการโดยอาศัย BIM ซึ่งจะถูกนำไปใช้สำหรับพัฒนาโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบของแผงรายงาน ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้โปรแกรม Autodesk Revit สำหรับพัฒนาแบบจำลอง BIM, Microsoft Excel สำหรับจัดเก็บข้อมูล, Dynamo สำหรับเชื่อมต่อโปรแกรม Autodesk Revit และ Excel รวมถึง Unity สำหรับการสร้างแผงรายงานกระบวนการและระบบแผงรายงานถูกนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างอาคารจริง ผลลัพธ์และข้อคิดเห็นจากผู้ใช้ระบบได้ถูกนำมาปรับปรุงเพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6070262221 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD: Construction project monitoring and control, Construction progress report, Dashboard, Building information modeling

Pimpisut Nantapanuwat : A BIM-Enabled Dashboard System for Construction Project Monitoring and Control. Advisor: Assoc. Prof. VEERASAK LIKHITRUANGSILP, Ph.D.

Typical construction project monitoring and control primarily depends upon paper-based documents, which are prone to mistakes as well as cannot conveniently organize and retrieve relevant data readily. Building Information Modeling (BIM) is a modern concept, which can manage construction data and information in every project phase efficiently. This research develops a system that connects between BIM models and dashboard for reporting the overall project progress, progress payments for contractors, and progress of each work section through 3D models. The research begins with examining and analyzing typical construction project monitoring and control processes. The findings are extended to a BIM-based construction project monitoring and control process, which is then used to create the system architecture of the dashboard. The proposed system uses Autodesk Revit for authoring BIM models, Microsoft EXCEL for storing data, Dynamo for linking Autodesk Revit and EXCEL, and Unity for creating the dashboard. The work process and dashboard system are applied to an actual building project. The results and feedbacks from the system users are then used to improve the practicality and efficacy of the system.

Field of Study: Civil Engineering

Student's Signature .....

Academic Year: 2019

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางและตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วง ผู้เขียนขอกราบ ขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. นคร กก แก้ว และ ดร.สร้อยชัย องค์กรประเสริฐ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็น ตลอดจน ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จโดยสมบูรณ์

ผู้เขียนขอขอบพระคุณหน่วยงาน เอกชนและบุคลากรทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการ สนับสนุนข้อมูล และความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณบิดา มารดา น้องสาว ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกท่าน ที่เป็นแรง ขับเคลื่อนสำคัญในทุก ๆ ด้านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ผู้เขียนหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พิมพ์พิสุทธิ์ นันทภาณุวัฒน์

## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....  | ค    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....   | ง    |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | จ    |
| สารบัญ.....   | ฉ    |
| สารบัญตาราง.....  | ฉ    |
| สารบัญรูป.....  | ฐ    |
| บทที่ 1 บทนำ .....  | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                             | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ .....  | 3    |
| 1.3 ขอบเขต .....  | 3    |
| 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....   | 4    |
| บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....                         | 5    |
| 2.1 การบริหาร การติดตามและควบคุมความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง.....    | 5    |
| 2.1.1 การบริหารโครงการก่อสร้าง.....                                 | 5    |
| 2.1.2 การควบคุมโครงการก่อสร้าง .....                                | 7    |
| 2.1.3 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง .....                 | 8    |
| 2.1.4 เทคโนโลยีในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง .....      | 15   |
| 2.2 การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM)..... | 18   |
| 2.2.1 ความสำคัญของ BIM .....  | 19   |
| 2.2.2 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งาน BIM .....                  | 21   |
| 2.2.3 ซอฟต์แวร์ BIM.....  | 22   |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.4 การบริหาร ติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างผ่าน BIM.....  | 24 |
| 2.3 ข้อมูลและการแบ่งประเภทของข้อมูล .....   | 25 |
| 2.3.1 ข้อมูล .....  | 25 |
| 2.3.2 ประเภทของข้อมูล .....   | 26 |
| 2.4 แผงรายงาน (Dashboard) .....   | 30 |
| 2.4.1 คำจำกัดความของแผงรายงาน.....  | 30 |
| 2.4.2 ซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างแผงรายงานในปัจจุบัน .....  | 31 |
| 2.4.3 การออกแบบแผงรายงานสำหรับผู้บริหารระดับสูง .....   | 32 |
| 2.4.4 แผงรายงานสำหรับการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง .....  | 33 |
| 2.6 สรุปท้ายบท .....  | 34 |
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย .....   | 36 |
| 3.1 ขั้นตอนการวิจัย .....   | 36 |
| 3.2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....   | 38 |
| 3.3 ศึกษาวิธีการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง.....   | 38 |
| 3.4 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....   | 39 |
| 3.5 พัฒนาระบบการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ..  | 39 |
| 3.6 พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบแผงรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM..   | 39 |
| 3.7 พัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง.....  | 40 |
| 3.8 ประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริงเพื่อนำข้อจำกัดต่าง ๆ มาปรับปรุงระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง ..... | 40 |
| 3.9 สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์ .....  | 40 |
| 3.10 สรุปท้ายบท .....   | 41 |



|   |    |
|---|----|
| บทที่ 4 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง.....  | 42 |
| 4.1 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงก่อนการก่อสร้าง.....   | 42 |
| 4.2 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงระหว่างการก่อสร้าง.....  | 47 |
| 4.3 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง.....  | 54 |
| 4.4 ข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....   | 55 |
| 4.4.1 กระแสข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง.....   | 58 |
| 4.4.2. รายละเอียดข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....  | 59 |
| 4.5 สรุปท้ายบท .....  | 66 |
| บทที่ 5 กระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM .....  | 67 |
| 5.1 กระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง .....   | 69 |
| 5.2 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง .....                                 | 72 |
| 5.3 กรอบแนวคิดของกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัยการจำลองสารสนเทศอาคาร .....                          | 73 |
| 5.4 สรุปท้ายบท .....  | 75 |
| บทที่ 6 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร.....                     | 77 |
| 6.1 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคารในช่วงก่อนการก่อสร้าง .....    | 78 |
| 6.2 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคารในช่วงระหว่างการก่อสร้าง ..... | 82 |
| 6.3 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง.....  | 88 |
| 6.4 ข้อมูลภายในกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร.....               | 89 |
| 6.4.1 ข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ .....  | 91 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.4.2 ข้อมูลความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง .....   | 94  |
| 6.4.3 ข้อมูลความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ.....                                    | 95  |
| 6.4.4 โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM .....                              | 96  |
| 6.5 สรุปท้ายบท .....  | 97  |
| บทที่ 7 ระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....                 | 98  |
| 7.1 สถาปัตยกรรมระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง.....           | 98  |
| 7.2 ขั้นตอนการพัฒนากระบวนการแผนงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง ..... | 99  |
| 7.2.1 โมดูลที่ 1 การเตรียมข้อมูล .....  | 100 |
| 7.2.2 โมดูลที่ 2 การพัฒนาแผนตารางทำการ .....  | 112 |
| 7.2.3 โมดูลที่ 3 การปรับแผนงาน.....   | 124 |
| 7.3 สรุปท้ายบท .....  | 129 |
| บทที่ 8 การประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริง .....  | 130 |
| 8.1 โครงการก่อสร้างจริง.....  | 130 |
| 8.2 ข้อมูลโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน.....   | 133 |
| 8.2.1 แบบจำลอง BIM.....   | 133 |
| 8.2.2 ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ .....   | 137 |
| 8.3 การดำเนินการช่วงก่อนการก่อสร้าง .....   | 137 |
| 8.4 การดำเนินการช่วงระหว่างการก่อสร้าง.....   | 141 |
| 8.4.1 แผนตารางทำการแผนงานประจำสัปดาห์.....  | 141 |
| 8.4.2 แผนตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์.....  | 143 |
| 8.4.3 การปรับแผนงานประจำสัปดาห์ .....   | 145 |

|   |     |
|---|-----|
| 8.4.4 การนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนงานในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)..... | 146 |
| 8.5 คู่มือการใช้งานแผนงานสำหรับผู้บริหารโครงการ.....  | 149 |
| 8.6 สรุปท้ายบท .....  | 150 |
| บทที่ 9 บทสรุป .....  | 151 |
| 9.1 สรุปผลการวิจัย.....   | 151 |
| 9.2 ผลการวิจัยที่ได้รับ.....  | 153 |
| 9.3 ประโยชน์ที่ได้รับ.....  | 154 |
| 9.4 ข้อจำกัดในการวิจัย.....   | 154 |
| 9.5 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต.....  | 155 |
| บรรณานุกรม.....   | 156 |
| ประวัติผู้เขียน.....  | 160 |



## สารบัญตาราง

|   | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการวางแผน การติดตามและการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง (วิสูตร จิระดำเกิง, 2012) ..... | 10   |
| ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีสำหรับการติดตามความก้าวหน้า .....   | 15   |
| ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการถ่ายภาพสามมิติเพื่อการติดตามความก้าวหน้า.....                              | 16   |
| ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์เพื่อการติดตามความก้าวหน้า .....                                 | 17   |
| ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีไอทีขั้นสูงเพื่อการติดตามความก้าวหน้า.....                                    | 17   |
| ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อการติดตามความก้าวหน้า .....                                    | 18   |
| ตารางที่ 2.7 ซอฟต์แวร์ BIM จำแนกตามบริษัท (Wang, 2014).....   | 22   |
| ตารางที่ 2.8 ซอฟต์แวร์จำแนกตามการใช้งาน (Wang, 2014) .....  | 23   |
| ตารางที่ 4.1 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....                           | 55   |
| ตารางที่ 4.2 ข้อมูลแบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง.....   | 60   |
| ตารางที่ 4.3 ข้อมูลรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน (BOQ).....   | 60   |
| ตารางที่ 4.4 ข้อมูลแผนงานหลัก (main schedule plan) .....  | 61   |
| ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า .....   | 61   |
| ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแผนการชำระเงิน (payment plan) .....  | 62   |
| ตารางที่ 4.7 ข้อมูลแผนงานรายเดือน (monthly schedule plan) .....   | 63   |
| ตารางที่ 4.8 ข้อมูลปริมาณงานรายสัปดาห์ (quantity of weekly).....  | 63   |
| ตารางที่ 4.9 ข้อมูลรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ (weekly progress report) .....                                  | 64   |
| ตารางที่ 4.10 ข้อมูลรายงานตารางความก้าวหน้า (S-Curve report).....   | 65   |
| ตารางที่ 4.11 ข้อมูลรายงานการชำระเงิน (payment report).....   | 66   |
| ตารางที่ 5.1 ผลการสัมภาษณ์เรื่องการใช้งาน BIM ในแต่ละด้านของบริษัทตัวอย่างในประเทศไทย                             | 68   |

|  |     |
|--|-----|
| ตารางที่ 5.2 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง.....                                       | 73  |
| ตารางที่ 6.1 การใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบันและกระบวนการของระบบผังรายงาน ในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ BIM ..... | 78  |
| ตารางที่ 6.2 วัตถุประสงค์ ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ของกระบวนการติดตามและควบคุม ความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM.....                           | 86  |
| ตารางที่ 6.3 แสดงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของ โครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร ..... | 88  |
| ตารางที่ 6.4 ข้อมูลภายในผังรายงาน .....  | 90  |
| ตารางที่ 6.5 รายละเอียดข้อมูลด้านระยะเวลาก่อสร้าง (time progress) .....  | 92  |
| ตารางที่ 6.6 รายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน (monthly performance) 93  |     |
| ตารางที่ 6.7 รายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญา (performance work).....   | 94  |
| ตารางที่ 6.8 รายละเอียดข้อมูลด้านการจ่ายเงินสำหรับผู้ควบคุมงาน .....   | 95  |
| ตารางที่ 6.9 ความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ .....   | 96  |
| ตารางที่ 7.1 หัวข้อแถวและความหมายของแผ่นตารางทำการสำหรับผังรายงาน .....  | 115 |
| ตารางที่ 7.2 รูปแบบหัวข้อสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์ .....   | 121 |
| ตารางที่ 7.3 รูปแบบหัวข้อสรุปข้อมูลสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์ .....   | 122 |

## สารบัญรูป

หน้า

|  |    |
|--|----|
| รูปที่ 2.1 กระบวนการบริหารโครงการ (ดัดแปลงจาก PMBOK Guide, 2014).....  | 6  |
| รูปที่ 2.2 กระบวนการเปรียบเทียบผลงานที่วางแผนและเกิดขึ้นจริง (วิสูตร จิระดำเกิง, 2012).....                      | 8  |
| รูปที่ 2.3 การติดตามและรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง.....   | 9  |
| รูปที่ 2.4 ผลสำรวจการใช้งานซอฟต์แวร์ BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของสหราชอาณาจักร (Burcin & Samara, 2010) .....      | 23 |
| รูปที่ 3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย.....  | 37 |
| รูปที่ 4.1 กล่องแสดงข้อมูลในของกระบวนการทำงาน.....   | 43 |
| รูปที่ 4.2 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้าง.....                             | 44 |
| รูปที่ 4.3 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้าง<br>กระบวนการที่ 1 - 5.....       | 44 |
| รูปที่ 4.4 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้าง<br>กระบวนการที่ 6 - 10 .....     | 45 |
| รูปที่ 4.5 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง .                          | 48 |
| รูปที่ 4.6 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง<br>กระบวนการที่ 1 - 4..... | 49 |
| รูปที่ 4.7 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง<br>กระบวนการที่ 5 - 8..... | 49 |
| รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณงานเป็นชิ้น.....  | 51 |
| รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณงานเป็นขนาด .....   | 52 |
| รูปที่ 4.10 วิธีการคำนวณปริมาณงานที่ต้องแล้วเสร็จต่อสัปดาห์เมื่อโครงการเกิดความล่าช้า.....                       | 53 |
| รูปที่ 4.11 โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง.....                                    | 57 |

|  |    |
|--|----|
| รูปที่ 4.12 รายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลส่วนข้อมูลคงที่สำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....                                 | 57 |
| รูปที่ 4.13 รายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลส่วนข้อมูลแบบไดนามิกสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....                            | 58 |
| รูปที่ 4.14 กระแสข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....   | 59 |
| รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการประยุกต์ใช้ แบบจำลองสารสนเทศอาคารของบริษัทออกแบบและรับจ้างก่อสร้าง ในประเทศไทย (ธัญชา สุขชี, 2011) ..... | 68 |
| รูปที่ 5.2 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง.....  | 69 |
| รูปที่ 5.3 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้างกระบวนการที่ 1 - 5.....                      | 70 |
| รูปที่ 5.4 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้างกระบวนการที่ 6 - 11 .....                    | 70 |
| รูปที่ 5.5 ปัญหาที่พบในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ BIM และการแก้ไขปัญหา.....                                    | 74 |
| รูปที่ 5.6 ข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลส่งออกสำหรับแนวคิดการนำ BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง .....       | 75 |
| รูปที่ 6.1 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้าง.....                                   | 79 |
| รูปที่ 6.2 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้างกระบวนการที่ 11 และ 12.....             | 80 |
| รูปที่ 6.3 กระบวนการป้อนข้อมูลใน แบบจำลอง BIM.....   | 81 |
| รูปที่ 6.4 กระบวนการการสร้างรูปแบบการแสดงผลของแผนรายงาน.....   | 81 |
| รูปที่ 6.5 กระบวนการสร้างแผ่นตารางทำการสำหรับแผนรายงาน.....  | 82 |
| รูปที่ 6.6 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง .....                               | 83 |

|  |     |
|--|-----|
| รูปที่ 6.7 กระบวนการสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์.....  | 84  |
| รูปที่ 6.8 กระบวนการปรับข้อมูลหน้างานจริง.....   | 84  |
| รูปที่ 6.9 กระบวนการปรับแผ่นตารางทำการแผนรายงาน.....   | 85  |
| รูปที่ 6.10 กระบวนการปรับแผนรายงาน.....  | 85  |
| รูปที่ 6.11 แผนภูมิวงกลมของระยะเวลาก่อสร้าง.....   | 92  |
| รูปที่ 6.12 แผนภูมิประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน.....  | 92  |
| รูปที่ 6.13 แผนภูมิประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน.....   | 93  |
| รูปที่ 6.14 แผนภูมิการชำระเงินสำหรับผู้รับจ้าง.....  | 95  |
| รูปที่ 6.15 โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM97   |     |
| รูปที่ 7.1 สถาปัตยกรรมระบบของแผนรายงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง.....                                 | 99  |
| รูปที่ 7.2 ขั้นตอนการพัฒนาระบบของแผนรายงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง.....                             | 100 |
| รูปที่ 7.3 การส่งออก Element ID ใน Autodesk Revit มายังพารามิเตอร์ในหัวข้อ identity data เพื่อสามารถส่งต่อไปยัง Microsoft Excel..... | 102 |
| รูปที่ 7.4 การสร้างพารามิเตอร์ราคาต่อหน่วยในโปรแกรม Autodesk Revit.....  | 103 |
| รูปที่ 7.5 ภาพรวมขั้นตอนการพัฒนาแบบแสดงผลของแผนรายงาน.....   | 104 |
| รูปที่ 7.6 เอกสารนามสกุล .FBX ของแบบจำลอง BIM ในแต่ละ Family.....  | 105 |
| รูปที่ 7.7 ผังงานของการเขียนโปรแกรม Project_Level เพื่อแสดงข้อมูลระดับโครงการในแผนรายงาน.....  | 106 |
| รูปที่ 7.8 โปรแกรมภาษา C# ที่ชื่อว่า Project_Level ที่เชื่อมโยงข้อมูลกับ Excel โดยรันในโปรแกรม Unity.....                            | 107 |
| รูปที่ 7.9 ตัวแปรจากโปรแกรม หรือสคริปต์ Project_level.....   | 108 |
| รูปที่ 7.10 ผังงานของการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงข้อมูลระดับกิจกรรมในแผนรายงาน.....  | 109 |



|   |     |
|---|-----|
| รูปที่ 7.11 เลือกสร้างแผ่นงานแผ่นตารางทำการ ในโปรแกรม Unity เลือก create > quicksheet > tools > excel.....                                    | 110 |
| รูปที่ 7.12 แสดงชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity.....   | 110 |
| รูปที่ 7.13 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา C# ใน Microsoft visual studio ที่ชื่อว่า Camera_Control .....   | 111 |
| รูปที่ 7.14 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา C# ใน Microsoft visual studio ที่ชื่อว่า Element_click ..   | 112 |
| รูปที่ 7.15 ส่วนประกอบของฐานข้อมูลในระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศ อาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง .....             | 113 |
| รูปที่ 7.16 การดำเนินการของแผ่นตารางทำการในฐานข้อมูล .....  | 114 |
| รูปที่ 7.17 โปรแกรม Dynamo สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลอง BIM กับแผ่นตารางทำการ .....   | 118 |
| รูปที่ 7.18 โปรแกรม Dynamo สำหรับการคลิกเลือกองค์ประกอบชิ้นงาน .....  | 118 |
| รูปที่ 7.19 โปรแกรม Dynamo สำหรับการเลือกพารามิเตอร์ภายในองค์ประกอบชิ้นงาน.....   | 119 |
| รูปที่ 7.20 โปรแกรม Dynamo สำหรับนำข้อมูลเข้าสู่แผ่นตารางทำการ.....   | 119 |
| รูปที่ 7.21 วิธีการเลือกชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานรายสัปดาห์.....  | 120 |
| รูปที่ 7.22 คำสั่งการคำนวณลิส (list) ในช่องสำเร็จ / กำลังดำเนินการเพื่อให้ผู้ควบคุมงานสามารถเลือกข้อมูลของชิ้นงาน.....                        | 121 |
| รูปที่ 7.23 ขั้นตอนการพัฒนาแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์ .....  | 123 |
| รูปที่ 7.24 กระบวนการปรับผังรายงาน.....   | 124 |
| รูปที่ 7.25 ตำแหน่งแบบจำลองที่แสดงในโปรแกรม Unity.....  | 125 |
| รูปที่ 7.26 หัวข้อ RigidBody, Mesh Collider และ Element_click (script) เมนู inspector...  | 126 |
| รูปที่ 7.27 หัวข้อ Element_Setting.....   | 127 |
| รูปที่ 7.28 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลโครงการ.....  | 128 |
| รูปที่ 8.1 แบบสำหรับก่อสร้างงานโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Autodesk Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน ..... | 131 |

|   |     |
|---|-----|
| รูปที่ 8.2 แบบสำหรับก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Autodesk Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....   | 131 |
| รูปที่ 8.3 แผนการจัดทำแบบจำลอง BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....  | 132 |
| รูปที่ 8.4 ขั้นตอนการปฏิบัติการใช้งาน BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....   | 133 |
| รูปที่ 8.5 แบบจำลอง 3 มิติและมุมมองด้านต่าง ๆ แบบจำลองในงานโครงสร้าง ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....                | 134 |
| รูปที่ 8.6 แบบจำลอง 3 มิติและมุมมองด้านต่าง ๆ แบบจำลองในงานสถาปัตยกรรม ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....              | 135 |
| รูปที่ 8.7 รูปภาพ 3 มิติจากโปรแกรม Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....  | 136 |
| รูปที่ 8.8 การตั้งชื่อไฟล์ .Fbx ตาม Family ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....  | 137 |
| รูปที่ 8.9 ตัวอย่างแผ่นตารางทำการแผนรายนงานของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....  | 138 |
| รูปที่ 8.10 รูปขยายรูปที่ 1 แผ่นตารางทำการแผนรายนงานของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....                                 | 138 |
| รูปที่ 8.11 รูปขยายรูปที่ 2 แผ่นตารางทำการแผนรายนงาน ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....                                | 139 |
| รูปที่ 8.12 ตัวแปรจากโปรแกรมภาษา C# หรือสคริปต์ Project_Level .....   | 140 |
| รูปที่ 8.13 แสดงชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity.....   | 141 |
| รูปที่ 8.14 แผ่นตารางทำการแผนรายนงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน .....                                     | 141 |
| รูปที่ 8.15 แผ่นตารางทำการแผนรายนงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนสำหรับส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM..... | 142 |

รูปที่ 8.16 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัย และการเรียนการสอนสำหรับส่วนสรุปข้อมูล..... 143

รูปที่ 8.17 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัย และการเรียนการสอนสำหรับส่วนคำอธิบาย..... 143

รูปที่ 8.18 แผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ ..... 144

รูปที่ 8.19 ส่วนสรุปข้อมูลของแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์..... 144

รูปที่ 8.20 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลโครงการ..... 145

รูปที่ 8.21 ตัวอย่างแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในโปรแกรม Unity ..... 146

รูปที่ 8.22 ข้อมูลระดับโครงการของแผนรายงานในแอปพลิเคชัน ..... 147

รูปที่ 8.23 ข้อมูลระดับกิจกรรมของแผนรายงานในแอปพลิเคชัน..... 148

รูปที่ 8.24 ตัวอย่างแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน ..... 148

รูปที่ 8.25 การใช้งานแผนรายงานสำหรับผู้บริหารโครงการ..... 150

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบริหารโครงการก่อสร้างเกี่ยวข้องตลอดวัฏจักรชีวิตของโครงการ ถ้างานก่อสร้างจริงคลาดเคลื่อนจากแผนที่วางไว้ ก็อาจส่งผลทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น (Hendrickson, 2014) โครงการก่อสร้างกว่า 98% ใช้เวลาและต้นทุนสูงกว่าแผนที่วางไว้ เนื่องจากการบริหารจัดการโครงการที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Omar, Mahdjoubi, & Kheder, 2018) ข้อมูลที่ไม่เพียงพอในระหว่างการทำงานก่อสร้างก็เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อนและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น (Love, Zhou, Sing, & Kim, 2013)

การติดตามและการควบคุมความก้าวหน้าของโครงการเป็นขั้นตอนสำคัญของการบริหารงานก่อสร้าง กระบวนการนี้ทำให้การทำงานเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ทั้งในด้านเวลาและต้นทุนโดยเปรียบเทียบแผนงานที่วางไว้ก่อนการก่อสร้างกับข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงในโครงการ การเปรียบเทียบนี้จะช่วยให้ผู้บริหารโครงการทราบถึงสถานะจริงของโครงการระหว่างการทำงานก่อสร้าง และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้การบริหารงานก่อสร้างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่ความสำเร็จของโครงการ อย่างไรก็ตามความล้มเหลวของการควบคุมโครงการมักเกิดจากการบริหารจัดการโครงการที่ไม่มีประสิทธิภาพ และเทคโนโลยีที่ล้าสมัย (Kazaz, Ulubeyli, & Tuncbilekli, 2012)

โครงการก่อสร้างมีลักษณะเป็นการดำเนินงานที่ต่อเนื่องและใช้ระยะเวลายาวนาน ส่งผลให้มีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายและมีปริมาณข้อมูลจำนวนมาก งานวิจัยในอดีตพบว่าผู้รับจ้างใช้เวลาประมาณ 30-50% ในการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลในโครงการ โดยจะใช้เวลาเพียง 2% เพื่อติดตามความก้าวหน้า (McCullough, 1997) และลงทุนเพียง 1% เป็นค่าใช้จ่ายในการติดตามสถานะของงานก่อสร้างของงบประมาณทั้งหมด (Cheok et al., 2000)

ในปัจจุบันการติดตามโครงการก่อสร้างส่วนมากอาศัยการรายงานผลโดยใช้เอกสารกระดาษ ซึ่งมีข้อจำกัดอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความผิดพลาดหรือความบกพร่องในการบันทึกข้อมูลที่สำคัญในงานก่อสร้าง งานวิจัยในอดีตพบว่าการติดตามความก้าวหน้าแบบดั้งเดิมมีความล่าช้า และใช้เวลาประมาณ 20-30% ในการปรับปรุงกิจกรรมก่อสร้างในทุกวัน (Fard, Bohn, Teizer, Silvio, & Feniosky, 2011) โดยทั่วไปการรายงานความก้าวหน้าของงานก่อสร้างมักจะอยู่ในรูปแบบเชิงบรรยาย ทำให้เข้าใจยากและมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจ

ข้อมูลที่ไม่ตรงกันของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ นอกจากนี้การรายงานความก้าวหน้าของงานก่อสร้างมักจะมุ่งเน้นการให้ข้อมูลมากกว่าการจัดการข้อมูล ทำให้ไม่สามารถเข้าใจสภาพจริงของงานก่อสร้าง ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจึงประสบความสำเร็จลำบากในการตรวจสอบสถานะแท้จริงของโครงการ (Orczyk, 1991) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในปัจจุบันเราสามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology) มาใช้ในการแสดงข้อมูลในรูปแบบจินตทัศน์เรียกว่า แผงรายงาน (dashboard) ซึ่งเป็นการนำเสนอข้อมูลเชิงสรุปที่สะท้อนให้เห็นถึงภาพรวมของการดำเนินงานในรูปแบบกราฟหรือแผนภูมิที่เข้าใจง่าย ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารสามารถเข้าใจภาพรวมของโครงการได้ง่าย และส่งผลให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพ (Few, 2006)

การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เป็นแนวคิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในโครงการก่อสร้าง BIM อาศัยการเชื่อมโยงกระบวนการทำงานร่วมกัน (collaborative process) เพื่อให้เกิดมาตรฐานในการทำงานและการแลกเปลี่ยนสารสนเทศซึ่งกันและกัน อาจกล่าวได้ว่า แนวคิด BIM สามารถเชื่อมต่อกับฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างให้สามารถทำงานเชื่อมโยงกันได้ทั้ง สถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรระบบ ผู้รับจ้าง และผู้จัดการโครงการ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะส่งข้อมูลผ่านแบบจำลองเดียวกัน ทำให้ทุกฝ่ายสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันที ทั้งยังสามารถลดความขัดแย้งกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง (Kymmell, 2008) ความขัดแย้งเหล่านี้เป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง โครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM (โครงการ BIM) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมากในประเทศไทย เจ้าของโครงการก่อสร้างหลายรายให้ความสำคัญกับการใช้ BIM อย่างไรก็ตาม BIM ในประเทศไทยยังไม่ถูกใช้ในทุกระดับและกระบวนการในโครงการก่อสร้าง

BIM สามารถใช้ประโยชน์ตลอดวัฏจักรชีวิตของโครงการ รวมถึงการติดตามและควบคุมระหว่างการก่อสร้าง งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้างจริงหลายชิ้น (สุதாகาญจน์ ธนาวุฒิ, 2019; ธณัชชา สุขชี, 2011; พีรพัฒน์ วณิชลักษณ์, 2010) ระบุว่าผู้บริหารโครงการยังไม่สามารถใช้ประโยชน์จาก BIM ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ การจัดการข้อมูลซึ่งได้จากการติดตามโครงการเพื่อนำมารายงานความก้าวหน้าของโครงการนั้นส่วนมากอยู่ในรูปแบบของกระดาษและไม่ได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM (แบบจำลอง BIMs) การนำแนวคิด BIM มาใช้ในการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการนั้นจำเป็นต้องอาศัยซอฟต์แวร์จำนวนมาก เช่น Navisworks, MS Project และ Primavera อย่างไรก็ตาม ซอฟต์แวร์ดังกล่าวยังไม่สามารถนำมาใช้กับ BIM ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากนัก เนื่องจากมีคุณสมบัติสำคัญในการวางแผนมากกว่าการติดตามและการควบคุมค่าใช้จ่ายและการจ่ายเงินแต่ละงวดงานแก่ผู้รับจ้างในโครงการ นอกจากนี้ซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ก็ยังไม่สามารถจะใช้ติดตามความก้าวหน้าของงานโดยอาศัย BIM ได้ ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้กับ BIM ส่วนใหญ่นั้นมีราคาที่สูง จึงส่งผลให้มีผู้เสนอแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงการติดตาม

และควบคุมความก้าวหน้าของโครงการผ่านการเชื่อมต่อกับ BIM ต่าง ๆ มากมาย ในปี 2013 ได้มีการพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะของโครงการก่อสร้างโดยใช้ข้อมูลจาก BIM ผ่านซอฟต์แวร์ Autodesk Revit และ Microsoft Excel (Losavanh, 2013) อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวไม่ได้เชื่อมต่อข้อมูลกับ BIM โดยตรง แต่จำเป็นต้องส่งต่อข้อมูลเพื่อรายงานผลผ่านทาง Microsoft Excel เนื่องจากความสามารถของซอฟต์แวร์ในขณะนั้นไม่เอื้ออำนวย

จากการศึกษาปัญหาและงานวิจัยในอดีต ผู้วิจัยพบว่าผู้บริหารโครงการไม่สามารถใช้ประโยชน์จาก BIM ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่การจัดการข้อมูลที่ได้จากการติดตามความก้าวหน้าของโครงการยังอยู่ในรูปแบบของเอกสารกระดาษ จากความสำคัญดังกล่าวจึงจำเป็นต้องนำ BIM เพื่อเข้ามาช่วยพัฒนาระบบแผงรายงานสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง เพื่อช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลภายในแบบจำลอง BIM ได้อย่างสะดวก และไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับ BIM ในขั้นสูง นอกจากนี้ระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างช่วยให้การจัดการข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการเป็นระเบียบยิ่งขึ้น และสามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้ผู้บริหารโครงการสามารถติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยใช้แผงรายงานสถานะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแผงรายงาน (dashboard) ในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เพื่อให้เจ้าของโครงการก่อสร้างรับทราบสถานะปัจจุบันของโครงการใน 3 ส่วนสำคัญคือความก้าวหน้าของโครงการ ความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง และความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

## 1.3 ขอบเขต

- 1) ระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาการติดตามความก้าวหน้าจากข้อจำกัดของการรายงานผลโดยใช้กระดาษ ในด้าน
  - การให้ข้อมูล (Informative) ประเด็นต่าง ๆ กับผู้ใช้งาน
  - การเข้าถึงผู้ใช้งานได้อย่างง่าย (User Friendly)

- การเข้าถึงข้อมูล BIM ได้มากกว่าเอกสารกระดาษ
- 2) งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมกับโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 8 ขั้นตอน คือ

- 1) ทบทวนเอกสารและงานวิจัย (literature review) เพื่อศึกษาค้นคว้าความรู้และทฤษฎี ที่จำเป็น โดยรวบรวมวิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ หนังสือ และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากในประเทศและต่างประเทศ
- 2) ศึกษาวิธีการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง
- 3) วิเคราะห์และสรุปกระบวนการ บทบาทหน้าที่ และข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน
- 4) พัฒนาระบบการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM
- 5) พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบผังรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM
- 6) พัฒนารองรับประกอบต่าง ๆ ของระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง
- 7) ประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริง เพื่อนำข้อจำกัดต่าง ๆ มาปรับปรุงระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง
- 8) สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้จะนำเสนอในบทที่ 3 ต่อไป

## บทที่ 2

### งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะนำเสนอการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในงานวิจัยเพื่อให้เห็นถึงภาพรวมทั้งหมด เนื้อหาจะประกอบไปด้วยการบริหาร การติดตามและควบคุมความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ข้อมูลและการแบ่งประเภทของข้อมูล และแผงรายงาน (dashboard) ของโครงการก่อสร้าง

#### 2.1 การบริหาร การติดตามและควบคุมความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง

##### 2.1.1 การบริหารโครงการก่อสร้าง

โครงการก่อสร้างเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม งานก่อสร้างมีวงจรชีวิตที่ยาวนานทำให้มีขั้นตอนและกระบวนการเป็นปริมาณมากที่แตกต่างออกไปตามแต่ละกิจกรรม

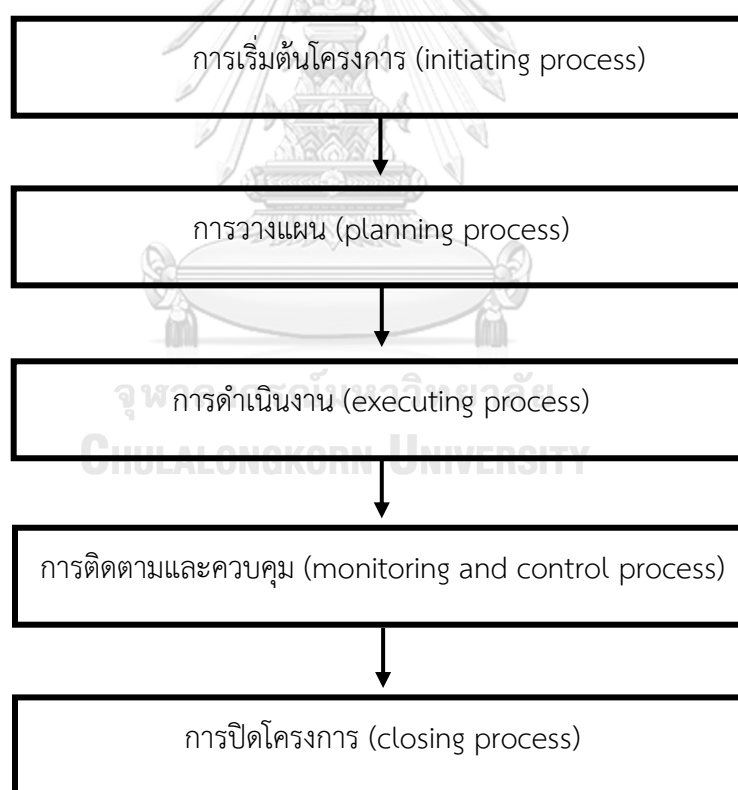
การบริหารโครงการเป็นส่วนสำคัญของความสำเร็จของโครงการก่อสร้าง เป็นการประยุกต์ใช้ งาน ความรู้ ความชำนาญ เครื่องมือ และเทคนิคต่าง ๆ ในกิจกรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ความไม่แน่นอนและความเสี่ยงในการบริหารโครงการก่อสร้างมักทำให้เกิดความล่าช้าและงบประมาณเกินในการดำเนินโครงการ (Andrade, Martens, & Vanhoucke, 2019) การบริหารโครงการเข้ามาช่วยในการกำจัดความไม่แน่นอนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้น กระบวนการในการบริหารโครงการได้ถูกจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ดังนี้

- 1) กระบวนการเริ่มต้นโครงการ (initiating process) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เริ่มจากการสรุปรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการก่อสร้างเช่น ข้อมูลทางการเงิน ข้อมูลด้านการลงทุน ข้อมูลรายรับรายจ่ายตลอดระยะเวลาของโครงการและข้อมูลทางด้านเทคนิคในการก่อสร้าง ต่อมาคือการจัดทำข้อตกลงสำหรับการทำงานของคณะดำเนินงานเพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติในการทำงานและคัดเลือกกลุ่มหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบต่าง ๆ ในโครงการ
- 2) กระบวนการการวางแผน (planning process) เพื่อจัดทำแผนการก่อสร้างในโครงการ ส่วนประกอบย่อยได้แก่ การกำหนดขอบเขตระยะเวลาและงบประมาณ การกำหนดหัวข้อ



กิจกรรมหรืองานของโครงการและการวางแผนตารางการทำงานรวมถึงงบประมาณในแต่ละงานของโครงการ

- 3) กระบวนการดำเนินงาน (executing process) เพื่อดำเนินงานตามแผนที่โครงการได้กำหนดไว้ กระบวนการดำเนินงานเป็นการทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดของการก่อสร้างและใช้ทรัพยากรที่มีความหลากหลายทั้งแรงงาน วัสดุ เครื่องจักร งบประมาณ
- 4) กระบวนการติดตามและควบคุม (monitoring and control process) เป็นกระบวนการติดตามเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ในด้านเวลาและต้นทุน โดยเป็นข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงของโครงการ เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน
- 5) กระบวนการสำหรับปิดโครงการ (closing process) เป็นกระบวนการเกี่ยวข้องกับการตรวจงานตามสัญญาเพื่อส่งมอบโครงการให้กับเจ้าของโครงการ



รูปที่ 2.1 กระบวนการบริหารโครงการ (ดัดแปลงจาก PMBOK Guide, 2014)

การบริหารโครงการก่อสร้างวัตถุประสงค์เพื่อวางแผน ติดตาม ควบคุมและจัดการการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างเหมาะสมและสมบูรณ์ที่สุด เพื่อให้การดำเนินโครงการบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในที่นี้ทรัพยากรของโครงการก่อสร้างจะหมายถึง บุคลากร ความเชี่ยวชาญและความสามารถที่มีอยู่ ความร่วมมือของทีม เครื่องมือ เครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ตลอดจนข้อมูลระบบงาน เทคนิค เงินทุน และเวลาของโครงการ โดยเป้าหมายของการบริหารโครงการถูกกำหนดโดยงบประมาณ เวลาและคุณภาพ

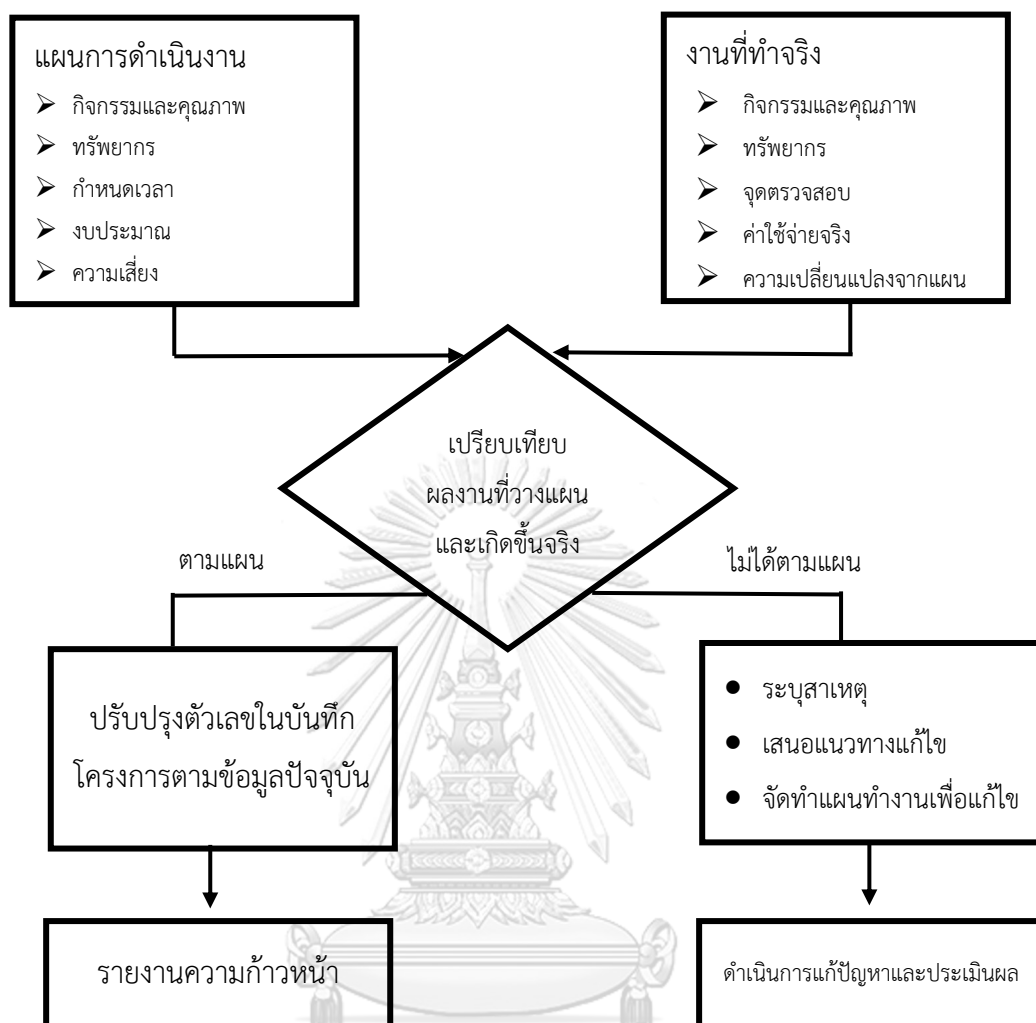
### 2.1.2 การควบคุมโครงการก่อสร้าง

การควบคุมโครงการคือการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินโครงการ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่กำหนดไว้ ทั้งด้านงบประมาณ เวลา และคุณภาพ

- 1) การควบคุมงบประมาณเป็นการดำเนินการควบคุมในเรื่องต้นทุนของโครงการให้อยู่ในงบประมาณที่กำหนด และติดตามสถานะของโครงการเพื่อปรับปรุงและบริหารจัดการความเปลี่ยนแปลงของต้นทุนโครงการ
- 2) การควบคุมเวลาเป็นกระบวนการติดตามสถานะกิจกรรมของโครงการเพื่อรับรู้ความก้าวหน้าของโครงการ และบริหารการเปลี่ยนแปลงของตารางดำเนินงานเพื่อทำโครงการบรรลุตามแผนงานที่กำหนดไว้
- 3) การควบคุมคุณภาพเป็นกระบวนการควบคุมด้านคุณภาพหรือมาตรฐานของโครงการให้เหมาะสม เน้นการจัดการโครงการ การตรวจรับงานขั้นสุดท้ายของโครงการ

ความสำคัญอีกเรื่องของการควบคุมโครงการคือสามารถวัดผล ประเมินผลและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ เนื่องจากโครงการก่อสร้างเป็นกระบวนการทำงานที่ต่อเนื่องและยาวนาน ดังนั้นการล่าช้าเพียงเล็กน้อยอาจนำมาซึ่งความเสียหายของโครงการได้

ในกระบวนการควบคุมโครงการก่อสร้างเป็นการเปรียบเทียบระหว่างงานที่เกิดขึ้นจริงในโครงการและแผนงานที่วางเอาไว้ ทำให้ต้องมีการสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นสำหรับทีมบริหารโครงการเพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจดำเนินการปรับปรุง แก้ไข และการดำเนินงานต่อไป แผนภาพกระบวนการเปรียบเทียบผลงานที่วางแผนและเกิดขึ้นจริงแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กระบวนการเปรียบเทียบผลงานที่วางแผนและเกิดขึ้นจริง (วิสูตร จิระดำเกิง, 2012)

### 2.1.3 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

การติดตามความก้าวหน้าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างมากสำหรับการบริหารและพัฒนาโครงการก่อสร้างให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (Zollmann et al., 2014) ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยนำเข้า (input) การดำเนินงาน (process) และผลการดำเนินงาน (output) เกี่ยวกับโครงการเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (feedback system) สำหรับการกำกับ ทบทวน และแก้ไขปัญหาขณะดำเนินโครงการ การติดตามและรายงานความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างสามารถทำได้หลายแนวทาง วัตถุประสงค์เพื่อให้ทีมบริหารได้ทราบถึงสถานะภาพการดำเนินโครงการว่าอยู่ในแนวทางที่กำหนดไว้หรือไม่ การดำเนินงานเป็นไปตามแผนหรือไม่ มีความก้าวหน้า มีปัญหาอุปสรรค

อย่างไร ใช้ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ได้เกิดขึ้นจริงกับแผนที่วางไว้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติจะได้แก้ไขปัญหาอุปสรรคเหล่านั้นและป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบความเหมาะสมของการดำเนินงานและการบรรลุความสำเร็จของโครงการก่อสร้างนั้น ๆ การติดตามและรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเป็นกระบวนการควบคุมคุณภาพของงาน โดยส่วนมากจะมีข้อมูลทั้งทางด้านการวัดความก้าวหน้าของงานที่ทำได้จริงเปรียบเทียบกับความก้าวหน้า ที่ควรทำได้ตามแผน การทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ผ่านมา และวิธีการที่จัดการกับปัญหาเหล่านั้น สุดท้ายเป็นการศึกษาถึงปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับการดำเนินโครงการ และแนวทางแก้ไขที่เสนอโดยทีมบริหารโครงการ ในส่วนของการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างแบ่งการ รายงานได้คือ การรายงานผลการดำเนินงานของโครงการก่อสร้าง การรายงานความก้าวหน้าของ ค่าใช้จ่ายภายในโครงการก่อสร้าง และการรายงานการชำระเงินงวดงานของผู้รับเหมาในโครงการ ก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยปกติแล้วการวัดความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ปกติจะทำทุก ช่วงคาบเวลา เช่น ทุก 1 สัปดาห์ หรือ 1 เดือน



รูปที่ 2.3 การติดตามและรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

การติดตามผลการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างเป็นการประเมินผลการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างโดยเทียบกับแผนงานที่ควรทำได้ในการวัดผลครั้งนั้น ๆ การวัดความก้าวหน้าส่วนมากแสดงผลในรูปของแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ที่มีการเปรียบเทียบระหว่างผลงานที่ทำได้จริงกับงานตามแผน แสดงช่วงเวลาที่กิจกรรมนั้นควรเริ่มและเสร็จเทียบกับวันเริ่มและเสร็จจริง ซึ่งการแสดงผลนี้ทำให้ทราบผลงานตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันโดยเทียบกับแผนงาน ทำให้เห็นถึงการทำงานจริงที่แตกต่างออกไปจากแผนงานก่อสร้าง เมื่อโครงการมีการประเมินความก้าวหน้าเทียบกับแผนแล้ว อาจมีการปรับแก้แผนงานเพื่อให้เหมาะสมกับเวลาสิ้นสุดของโครงการ โดยประเด็นสำคัญในการปรับแก้แผนงาน ผู้จัดการโครงการควรให้ความสนใจคือเวลาและทรัพยากรที่ต้องการในการทำงานส่วนที่เหลือ นอกจากการแสดงผลในรูปของแผนภูมิแกนต์แล้ว สามารถใช้วิธีการประเมินความก้าวหน้าเทียบกับแผนงานโดยใช้ผังจุดตรวจสอบ (Milestone Chart) ในการประเมินผังจุดตรวจสอบคือการระบุความสำเร็จของกิจกรรมหรือผลการดำเนินกิจกรรม

ขั้นตอนของการวางแผนและการติดตามความก้าวหน้าหน้าของโครงการสามารถแบ่งได้ 2 ช่วงคือ ช่วงการวางแผนก่อนการก่อสร้างและช่วงการติดตามและการรายงานความก้าวหน้าหน้าระหว่างการก่อสร้างแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการวางแผน การติดตามและการรายงานความก้าวหน้าหน้าของโครงการก่อสร้าง (วิสูตร จิระคำเก็ง, 2012)

| ขั้นตอน          |  | ผลลัพธ์   |
|------------------|--|---|
| ขั้นตอนการวางแผน | 1. จัดทำรายการประมาณราคาและ BOQ (Bill Of Quantity)<br>จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<br>CHULALONGKORN UNIVERSITY  | - รายการประมาณ<br>ราคา<br>- BOQ (Bill of<br>Quantity) |
|                  | 2. จัดทำแผนงานหลัก (main schedule) ของโครงการทั้งหมด<br>2.1 กำหนดรายการงานที่จะทำตามแต่ละหมวดงานให้<br>ชัดเจนและลงงบประมาณในแต่ละรายการตามรายการ<br>ประมาณราคาและวางแผนงาน<br>2.2 กำหนดเวลาในการทำงานในแต่ละงานตามลำดับ<br>ขั้นตอนที่เหมาะสม<br>2.3 การเขียน S-Curve | - แผนงานหลัก<br>(main schedule)<br>- S-Curve          |

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการวางแผน การติดตามและการรายงานความก้าวหน้าหน้าของโครงการก่อสร้าง (วิสูตร จิระดำเกิง, 2012) (ต่อ)

|                                       | ขั้นตอน  | ผลลัพธ์                                 |
|---------------------------------------|--|---|
| ขั้นตอนการวางแผน                      | 3. จัดทำแผนงานประจำเดือน (monthly bar chart)<br>3.1 กำหนดรายการงานย่อยที่จะทำในรายการใหญ่ของแผนงานหลัก (main schedule)<br>3.2 นำมูลค่าในรายการประมาณราคามาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนและคิดเป็นร้อยละของงานทั้งหมด<br>3.3 วางแผนงานโดยกำหนดช่วงเวลาในการทำงานในแต่ละงานตามความเหมาะสม และหาค่าเฉลี่ยของร้อยละงานในแต่ละวัน<br>3.4 หาค่าร้อยละแผนงานก่อสร้างตามแผนงานประจำวัน | - แผนงานประจำเดือน (monthly bar chart)  |
|                                       | 4. วางแผนงานประจำสัปดาห์ (weekly bar chart)<br>4.1 กำหนดรายการซึ่งเป็นรายการย่อยของแผนงานประจำเดือน (monthly bar chart)<br>4.2 ระบุรายละเอียดด้านปริมาณงาน จำนวนคนงาน จำนวนวันในการทำงานของสัปดาห์นั้น ๆ และสามารถระบุบุคคลกรที่ทำงานในแต่งานได้   | - แผนงานประจำสัปดาห์ (weekly bar chart) |
| การติดตามและการรายงานความก้าวหน้าหน้า | 5. จัดทำรายงานประจำวัน (daily report)<br>5.1 บันทึกปริมาณงานที่ทำได้ในแต่ละวันในรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำวัน  | - รายงานประจำวัน (daily report)         |
|                                       | 6. จัดทำรายงานประจำสัปดาห์ (weekly report)<br>6.1 นำรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำวันมารวบรวมและกรอกลงในรายงานความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำสัปดาห์<br>6.2 ทำการสร้างแผนภูมิสำหรับงานที่ทำได้จริงออกมาเพื่อเทียบกับแผนภูมิของแผนงานก่อสร้าง  | - รายงานประจำสัปดาห์ (weekly report)    |

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการวางแผน การติดตามและการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง (วิสูตร จิระคำเก็ง, 2012) (ต่อ)

|                                   | ขั้นตอน  | ผลลัพธ์  |
|-----------------------------------|--|--|
| การติดตามและการรายงานความก้าวหน้า | 7. จัดทำรายงานประจำเดือน (monthly report)<br>7.1 นำรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำสัปดาห์มารวบรวมและกรอกลงในรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำเดือน<br>7.2 ทำการรวมปริมาณงานของแต่ละรายการมากรอกลงในแผนภูมิแกนต์พร้อมทั้งวาดแผนภูมิ<br>7.3 สร้างความก้าวหน้าของงานที่ทำได้จริงเพื่อเปรียบเทียบกับของแผนงานที่วางไว้ ถ้าหากเกิดความล่าช้ากว่าแผนงาน ควรต้องมีการปรับขั้นตอนการทำงานเพื่อให้ได้ทันกับแผนงาน | - รายงานประจำเดือน (monthly report)              |
|                                   | 8. รายงานผลความก้าวหน้าของแผนงานหลัก<br>8.2 นำข้อมูลจากรายงานความก้าวหน้าประจำเดือนมากรอกในแผนงานหลักรวมทั้งปริมาณของแต่ละรายการกิจกรรม<br>8.3 วาดแผนภูมิความก้าวหน้าของงานที่ทำได้จริงเพื่อเปรียบเทียบกับแผนงานหลัก<br>8.4 รวมมูลค่าของทุกรายการกิจกรรมในแต่ละเดือนเพื่อหาร้อยละผลการก่อสร้างตามงานที่ทำได้จริงประจำเดือน<br>8.5 เขียน S-Curve ของมูลค่างานที่ทำได้จริงกับความก้าวหน้าของงานที่ได้วางแผนไว้     | - รายงานผลความก้าวหน้าของแผนงานหลัก<br>- S-Curve |

ขั้นตอนการรายงานผลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างทั้งในด้านคุณภาพ ด้านราคา และระยะเวลา เป็นการแจ้งรายละเอียดการทำงานในขณะนั้นว่าเป็นอย่างไร เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือมีอุปสรรคอะไรต้องรีบแก้ไขหรือไม่ สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญในการทำงานก่อสร้างให้บรรลุตามเป้าหมายในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดี การรายงานผลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสามารถแบ่งประเภทออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

## 1) รายงานประจำวัน (daily report)

รายงานประจำวันคือรายงานผลความก้าวหน้าประจำวันเพื่อให้ทราบถึงสถานะการทำงานของผู้รับจ้างว่ามีประสิทธิภาพอย่างไร ได้มาจากการเก็บบันทึกข้อมูลหน้างาน เพื่อเป็นประโยชน์แก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งในด้านการติดตามผลงาน และการอ้างอิงข้อมูลเมื่อโครงการก่อสร้างมีปัญหา

ส่วนประกอบของรายงานประจำวัน

- เลขที่เอกสาร
- ชื่อและหมายเลขโครงการ, สถานที่ตั้งของโครงการ
- วัน เดือน ปี เริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ
- ชื่อเจ้าของโครงการ, ชื่อผู้ออกแบบ, ชื่อผู้รับเหมา และชื่อของผู้ควบคุมงาน
- สภาพอากาศ
- ตารางบุคลากร
- ตารางการใช้งานเครื่องมือ/เครื่องจักร
- รายการงานที่ปฏิบัติ
- วัสดุที่นำไปใช้
- ปัญหา, อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข
- ชื่อและตำแหน่งผู้ตรวจสอบและผู้จัดทำรายงาน

## 2) รายงานประจำสัปดาห์ (weekly report)

รายงานประจำสัปดาห์คือรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำสัปดาห์ที่ได้จากรายงานประจำวันซึ่งเป็นการนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์และสรุปลงในรายงานประจำสัปดาห์ เพื่อให้เห็นภาพรวมของการทำงานในแต่ละสัปดาห์ว่าเป็นอย่างไร สามารถนำไปเปรียบเทียบกับแผนภูมิแกนต์ที่วางแผนไว้ในแต่ละสัปดาห์เพื่อดูความก้าวหน้าของงาน และยังสามารถเป็นพื้นฐานในการทำรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำเดือนต่อไป

ส่วนประกอบของรายงานประจำสัปดาห์

- เลขที่เอกสาร
- ชื่อและหมายเลขโครงการ, สถานที่ตั้งของโครงการ
- วัน เดือน ปี เริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ



- ชื่อเจ้าของโครงการ, ชื่อผู้ออกแบบ, ชื่อผู้รับเหมา และชื่อของผู้ควบคุมงาน
- ตารางแบบปริมาณงานที่ทำได้
- รายการวัสดุที่ใช้ไป
- ตารางเครื่องมือและเครื่องจักร
- ตารางบุคลากร
- ตารางแสดงความก้าวหน้าของงานในสัปดาห์
- คำสั่งและการแก้ไข
- ตารางสรุปเอกสารขอความเห็นชอบและอนุมัติประจำสัปดาห์

### 3) รายงานประจำเดือน (monthly report)

รายงานประจำเดือนคือรายงานผลความก้าวหน้าการก่อสร้างประจำเดือน ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลของรายงานผลความก้าวหน้าประจำสัปดาห์เพื่อให้เห็นภาพรวมมากขึ้นและยังสามารถเห็นถึงความล่าช้าของงานได้อย่างชัดเจนทำให้สามารถปรับแก้ไขปัญหาได้ทัน ในรายงานประจำเดือนมีส่วนประกอบเพิ่มเติมคือรายงานสรุปผลการประชุม, ตารางสรุปเอกสารขออนุมัติ เพื่อให้เจ้าของโครงการหรือตัวแทนเจ้าของสามารถติดตามผลความก้าวหน้าของงานได้อย่างครบถ้วนและเหมาะสม

#### ส่วนประกอบของรายงานประจำเดือน

- หน้าปก, คำนำ, สารบัญ
- แนะนำโครงการและบุคลากรโครงการ
- ผังพอสังเขปและผังบริเวณของโครงการ
- บันทึกการประชุม
- สรุปผลความก้าวหน้าของงานในปัจจุบัน
- แผนการดำเนินงานในเดือนถัดไป
- รูปถ่ายแสดงความก้าวหน้าของงาน
- ตารางแรงงาน
- ตารางเครื่องจักร
- ตารางแสดงสภาพอากาศ
- ปัญหา, อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข
- บันทึกวัสดุที่ใช้

- ตารางสรุปเอกสารขออนุมัติต่าง ๆ
- ตารางสรุปการรับรองงานก่อสร้าง
- แบบรายงานผลการตรวจสอบงานก่อสร้าง

#### 2.1.4 เทคโนโลยีในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างมากมาย ในปี 2018 Tarek Omar ได้แบ่งประเภทเทคโนโลยีไว้ทั้งหมด 4 ประเภท คือ เทคโนโลยีการถ่ายภาพสามมิติ (3D Imaging Technologies), เทคโนโลยีไอทีขั้นสูง (Enhanced IT Technologies), เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ (Geo-spatial Technologies), เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented reality technologies) และ Tarek Omar ยังได้เปรียบเทียบเทคโนโลยีในการติดตามความก้าวหน้าหน้าได้ดังตารางที่ 2.2 (Omar & Nehdi, 2018)

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีสำหรับการติดตามความก้าวหน้า

| การประเมินผล            | เทคโนโลยีการถ่ายภาพสามมิติ | เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ | เทคโนโลยีไอทีขั้นสูง | เทคโนโลยีเสมือนจริง |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| ขนาดโครงการ             | ปานกลาง / ใหญ่             | เล็ก / ปานกลาง         | เล็ก / ปานกลาง       | ปานกลาง / ใหญ่      |
| การติดตั้งและค่าใช้จ่าย | สูงมาก                     | กลาง                   | กลาง                 | สูง                 |
| ระดับการทำงานอัตโนมัติ  | อัตโนมัติ                  | กึ่งอัตโนมัติ          | ไม่อัตโนมัติ         | อัตโนมัติ           |
| การฝึกอบรมของบุคลากร    | สูง                        | ต่ำ                    | ต่ำ                  | กลาง                |
| ระดับการประมวผลผล       | กลาง                       | ต่ำ                    | ต่ำ                  | ต่ำ                 |
| ความพร้อมของการใช้งาน   | สูง                        | กลาง                   | กลาง                 | สูง                 |

1) เทคโนโลยีการถ่ายภาพสามมิติ (3D Imaging Technologies) เป็นการใช้ภาพถ่ายดิจิทัล (Photogrammetry) เพื่อสร้างข้อมูลสามมิติของวัตถุต่าง ๆ ในโครงการ เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้า นอกจากนี้ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายรูปแล้วยังมีการใช้ภาพถ่ายช่วง (range images) ภาพถ่ายจากวิดีโอ (videogrammetry) และการสร้างภาพด้วยเครื่องสแกนสามมิติ (3D scanner) แบบจำลอง 3 มิตินี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองจากแผนงานเพื่อคำนวณร้อยละความสำเร็จของชิ้นงานและคำนวณความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง Tarek Omar ได้ประเมินผลเทคโนโลยีการถ่ายภาพสามมิติไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการถ่ายภาพสามมิติเพื่อการติดตามความก้าวหน้า

| การประเมินผล      | ภาพถ่ายดิจิทัล (Photogrammetry) | ภาพถ่ายช่วง (range images) | ภาพถ่ายจากวิดีโอ (video-grammetry) | เครื่องสแกนสามมิติ (3D Scanner) |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| ค่าใช้จ่าย        | สูง                             | กลาง                       | กลาง                               | ต่ำ                             |
| การพกพา           | สูง                             | กลาง                       | กลาง                               | กลาง                            |
| ระยะเวลาดำเนินการ | ต่ำ                             | ต่ำ                        | ต่ำ                                | สูง                             |
| ความแม่นยำ        | กลาง                            | กลาง                       | กลาง                               | สูง                             |
| ระยะ              | กลาง                            | ต่ำ                        | ต่ำ                                | สูง                             |

2) เทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ (Geo-spatial Technologies) ทำงานแบบอัตโนมัติเป็นเครื่องมือการติดตามที่ง่ายในการประสานงานและแบ่งปันข้อมูลโครงการระหว่างบุคลากร และรายงานการปรับปรุงความก้าวหน้าให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโครงการได้ เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถแบ่งได้ 4 ประเภทคือ บาร์โค้ด (barcodes) คลื่นวิทยุ (RFID) การสื่อสารไร้สาย (UWB) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS/GPS) Tarek Omar ได้ประเมินผลเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์ไว้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีทางภูมิศาสตร์เพื่อการติดตามความก้าวหน้า

| การประเมินผล       | บาร์โค้ด<br>(barcodes) | คลื่นวิทยุ<br>(RFID) | การสื่อสารไร้<br>สาย (UWB) | ระบบ<br>สารสนเทศ<br>ภูมิศาสตร์<br>(GIS/GPS) |
|--------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|---|
| การจัดเก็บข้อมูล   | บาร์โค้ด               | คลื่นวิทยุ           | สื่อสารไร้สาย              | GIS/GPS<br>บันทึก                           |
| การรับข้อมูล       | บุคคล                  | บุคคล                | บุคคล                      | สัญญาณ                                      |
| การแก้ไขข้อผิดพลาด | ไม่อัตโนมัติ           | ไม่อัตโนมัติ         | ไม่อัตโนมัติ               | อัตโนมัติ                                   |
| การถ่ายโอนข้อมูล   | ใช่                    | ใช่                  | ใช่                        | ใช่   |
| ค่าใช้จ่าย         | ไม่ใช่                 | ใช่                  | ใช่                        | ใช่   |

3) เทคโนโลยีไอทีขั้นสูง (Enhanced IT Technologies) การสื่อสารโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) เป็นเครื่องมือที่มีต้นทุนต่ำและมีศักยภาพในการควบคุมความล่าช้าของโครงการ Tarek Omar ได้ประเมินผลเทคโนโลยีไอทีขั้นสูงไว้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีไอทีขั้นสูงเพื่อการติดตามความก้าวหน้า

| การประเมินผล               | มัลติมีเดีย<br>(Multimedia) | อีเมล (Email) | ระบบตอบรับ<br>อัตโนมัติ (IVR) | คอมพิวเตอร์<br>พกพา<br>(Handheld<br>Computing) |
|----------------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|--|
| ค่าใช้จ่าย                 | กลาง                        | กลาง          | สูง                           | กลาง   |
| การพกพา                    | สูง                         | กลาง          | สูง                           | สูง  |
| ระยะเวลาดำเนินการ          | สูง                         | กลาง          | ต่ำ                           | กลาง   |
| ความแม่นยำ                 | กลาง                        | กลาง          | สูง                           | กลาง   |
| ความสามารถการ<br>รวมข้อมูล | กลาง                        | ต่ำ           | กลาง                          | สูง  |

4) เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented reality technologies) คือการใช้แบบจำลอง 3 มิติ ร่วมกับมิติเวลา (4D CAD Model) โดยการเชื่อมแบบจำลอง 3 มิติกับแผนงานก่อสร้าง ทำให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของโครงการก่อสร้างในช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น Tarek Omar ได้ประเมินผลเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อการติดตามความก้าวหน้า

| เกณฑ์                              | การประเมินผล   |
|------------------------------------|--|
| ค่าใช้จ่าย                         | ค่าใช้จ่ายต่ำหากโครงการก่อสร้างมีแบบจำลอง 3 มิติ   |
| ความสามารถผู้ใช้งาน                | ง่ายและสะดวกสำหรับผู้ใช้งาน และช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว |
| ความอัตโนมัติ                      | ความอัตโนมัติจำเป็นต้องใช้กับแบบจำลอง 3 มิติ   |
| ความพร้อมของข้อมูล                 | ต้องการการป้อนข้อมูลทีละน้อยและมีหลายขั้นตอน   |
| ความสามารถในการสนับสนุนการตัดสินใจ | ผู้มีอำนาจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สูงทำให้ตัดสินใจได้ง่าย                                  |

## 2.2 การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM)

BIM ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1970 เริ่มแรกเป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรงสามมิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างจำลองรูปทรงเท่านั้นโดยเริ่มต้นใช้ในการผลิตและอากาศยานทางอากาศ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูงทำให้ไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้างมากนัก ต่อมาได้มีการพัฒนาการทำงานแบบการสร้างแบบจำลองพารามิเตอร์เชิงวัตถุ (object-based parametric modeling) เพื่อสนับสนุนการออกแบบการทำงานโดยใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ของรูปทรงสามมิติ นำมาใช้ร่วมกับการสร้างแบบจำลอง (building product model) เกิดเป็น BIM โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์ได้ง่ายขึ้น และทำให้เกิดการทำงานร่วมกันของผู้ที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง หลังจากนั้นได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายของ BIM อย่างหลากหลาย ซึ่งมีทั้งเนื้อหาที่สอดคล้องกันและแตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) หมายถึงการแสดงลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบภายในอาคาร และความสามารถเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับประกอบการตัดสินใจในช่วงวงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง (National Institute of Building Sciences 2007)

การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) หมายถึงกระบวนการสร้างข้อมูลขึ้นส่วนสามมิติที่สามารถคำนวณหาขนาดและหาปริมาณได้ โดยมีความละเอียดครบถ้วนและครอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบ คุณภาพของงานก่อสร้าง ความสามารถสร้างได้ ขั้นตอนการดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกคนในโครงการก่อสร้างสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ตรงจวงจรชีวิตของอาคาร (Eastman, Teicholz, Sacks, & Listion, 2012)

การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) คือการจำลองโครงการที่ประกอบไปด้วยแบบจำลอง 3 มิติที่ถูกสร้างขึ้นมาจากชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมดไว้ด้วยกันตั้งแต่การวางแผน การดำเนินการก่อสร้าง จนกระทั่งโครงการเสร็จสิ้น (Kymmell, 2008)

การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถมองเห็นแบบจำลองอาคารก่อนทำการก่อสร้างจริงและช่วยส่งเสริมให้คนในองค์กรจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้มีการทำงานร่วมกัน ทั้งยังช่วยลดปัญหาต้นทุนการก่อสร้างภายในองค์กรได้ด้วยตัวอย่างเช่น การขัดแย้งในการทำงาน ความเสี่ยงต่าง ๆ ภายในองค์กรและการสูญเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ (Kymmell, 2008)

การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) คือเทคโนโลยีที่สามารถจำลองอาคารให้อยู่ในรูปแบบของสามมิติโดยที่ฐานข้อมูลจะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันและกันทำให้สามารถแบ่งปันข้อมูลร่วมกันได้ (ธณัชชา สุขชี, 2011)

การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) คือระบบดิจิทัลที่แสดงข้อมูลทางกายภาพและข้อมูลลักษณะเฉพาะของสิ่งก่อสร้าง โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกันเพื่อช่วยในการตัดสินใจตั้งแต่ เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดงานก่อสร้าง (Andrew & David, 2014)

จากนิยามข้างต้นที่ได้กล่าวไปข้างต้นสามารถนำมาสรุปใจความสำคัญเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) หมายถึงเทคโนโลยีหรือแนวคิดการจัดการข้อมูลผ่านแบบจำลองสามมิติ โดยข้อมูลต่าง ๆ อยู่ในรูปของฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร สามารถเชื่อมกระบวนการทำงานร่วมกันของผู้เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นผู้บริหารโครงการ ผู้รับเหมา วิศวกรระบบ วิศวกรโครงสร้าง ผู้ออกแบบ สถาปนิก ให้เกิดมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศเข้าด้วยกัน

### 2.2.1 ความสำคัญของ BIM

การนำการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ไปปฏิบัติเริ่มได้รับความนิยมนำมาจากสหรัฐอเมริกาและแคนาดา รวมทั้งฝั่งยุโรปแถวสแกนดิเนเวีย อังกฤษและเยอรมัน ได้นำแนวคิดการนำ BIM ผสมเข้ากับกระบวนการก่อสร้าง ได้มีงานวิจัยในเรื่องของการใช้งาน BIM มากมายและมี

แนวโน้มการเติบโตที่สูงขึ้นมากในหลายประเทศและมีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มขึ้น โดยการจากสำรวจในปี ค.ศ. 2007 อเมริกาเหนือมีการใช้งานอยู่ที่ 28 % ในปี 2009 เพิ่มขึ้นเป็น 49 % และในปี 2012 เพิ่มขึ้นเป็น 71 % ตามลำดับ (McGraw-Hill, 2012) จะเห็นได้ว่าจากปี 2009 จนถึง 2012 การใช้งาน BIM เพิ่มขึ้นถึง 2.5 เท่าในอเมริกาเหนือ และในประเทศอังกฤษ ปี 2015 มีบริษัทที่ใช้ BIM อยู่ 50 % และปี 2016 จะเปลี่ยนมาใช้ BIM 83 % และการประยุกต์ใช้ BIM อยู่ ในระดับที่ 2 โดยแบ่งตาม UK Department of Business Innovations and Skills คิดเป็น 59 % โดยเพิ่มจากปี 2013 ขึ้นมา 8 % (NBS, 2015) ในประเทศจีนมีการเติบโตของ BIM ในบริษัทขนาดใหญ่อย่างมาก เกิดโครงการก่อสร้างโดยใช้ BIM เป็นอัตราส่วน 5 % ของการก่อสร้างในจีน (Middlebrooks, 2009) และยังได้พัฒนามาตรฐาน BIM (BIM Standards) ที่เรียกว่า CBIMS และในประเทศญี่ปุ่น วิศวกร 80% ตระหนักถึงการใช้งาน BIM และ 50 % รับรู้ถึงการใช้งาน BIM แต่เกิดโครงการก่อสร้างที่ใช้งาน BIM น้อยกว่า 5 % ของโครงการก่อสร้างทั้งหมดในประเทศ (Middlebrooks, 2009) ในด้านฝั่งของยุโรปกลางและยุโรปใต้มีการใช้งาน BIM มากที่สุดถึง 40 %

ในประเทศไทยได้มีการใช้งานการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการทำงานการก่อสร้างมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นคิดเป็น 44.44 % ในปี 2011 สัดส่วนการใช้งานและการเป็นที่รู้จัก BIM บริษัทที่ใช้งานมี 23.81 % และบริษัทรับจ้างที่ใช้งาน 19.35 % (ธนชชา สุขชี, 2011) และในปี 2015 สถาบันสยามได้พัฒนาการจัดทำเอกสารแนวทางการใช้งานการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline) ที่กล่าวถึงมาตรฐานในการใช้งาน BIM กระบวนการทำงาน การวางแผนและการเตรียมความพร้อมในการทำงาน BIM ถือว่าเป็นการให้ความสำคัญกับ BIM ในขั้นเริ่มต้น

นอกจากในประเทศไทย ทั่วโลกได้มีมาตรฐานในการใช้งาน BIM มาก่อนหน้านั้นในปี 2007 เกิดมาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกาโดยมีกล่าวถึงแนวความคิดของ BIM และการแบ่งระดับขั้นของการพัฒนา (level of development) ขององค์ประกอบแบบจำลอง (model element) ต่อมาในปี 2009 ได้เกิดมาตรฐานทั้งในสหราชอาณาจักรอังกฤษ และมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย หลังจากนั้นในปี 2010 กลุ่มวิจัยของ Computer Integrated Construction (CIC) แห่งมหาวิทยาลัย Pennsylvania State ได้ออกเอกสาร BIM Project Execution planning Guide Version สำหรับเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานด้วย BIM ภายในสหรัฐอเมริกา ต่อมาปี 2012 ประเทศสิงคโปร์ได้จัดทำ Singapore BIM Guide ขึ้น 2013 สถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA) ออกเอกสาร AIA Document

นอกจากนี้ยังมีประเทศอื่น ๆ ทั่วโลกได้จัดทำเอกสารหรือมาตรฐานของการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ขึ้นให้เห็นว่า BIM เกิดการใช้งานอย่างแพร่หลาย และเติบโตการใช้งานเพิ่มขึ้นมากจากในอดีตที่ผ่านมา

## 2.2.2 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งาน BIM

ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มหลัก ๆ ด้วยกันซึ่งทำงานประสานกัน กลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมาก่อสร้าง และผู้ควบคุมงาน โดยที่แต่ละกลุ่มมีหน้าที่หลัก ๆ ดังต่อไปนี้

### 1) เจ้าของโครงการ

เจ้าของโครงการเป็นผู้ที่ทำให้เกิดงานหรือโครงการขึ้นและเป็นผู้ที่จ่ายเงินให้แก่ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมาก่อสร้าง และผู้ควบคุมงานหน้าที่หลักในโครงการคือการระบุความรายละเอียดความต้องการและข้อกำหนดต่าง ๆ ให้แก่โครงการ รับผิดชอบในการจ่ายเงินและกำหนดเวลาของงานหลักและวันสิ้นสุดโครงการ เจ้าของโครงการเป็นผู้ตัดสินใจหลักให้เกิดโครงการที่ใช้ BIM เจ้าของโครงการได้รับประโยชน์ในขั้นตอนของการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ คุณภาพของอาคาร ความสามารถสร้างได้ของโครงการ และช่วงเวลาที่สามารถใช้ BIM ได้ยาวนานที่สุดคือช่วงของการบริหารจัดการอาคารภายหลังก่อสร้างเสร็จ จะเห็นได้ว่าถ้าเทียบระยะเวลาของโครงการในวงจรชีวิตของอาคารแล้ว เจ้าของโครงการจะเป็นผู้ที่ได้รับประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน BIM (McGraw-Hill, 2012)

### 2) ผู้ออกแบบ

ผู้ออกแบบประกอบไปด้วยสถาปนิก และวิศวกรต่าง ๆ เป็นผู้ที่แปลความต้องการของเจ้าของโครงการให้อยู่ในรูปและรายการข้อกำหนดของกฎหมายการก่อสร้าง เพื่อให้ผู้รับเหมาก่อสร้างสามารถทำการก่อสร้างได้ตามที่เจ้าของโครงการต้องการ มีหน้าที่รับผิดชอบหลัก ๆ คือ การคำนวณออกแบบโครงการ การให้คำปรึกษาเมื่อพบปัญหาเกี่ยวกับแบบก่อสร้าง ประโยชน์ส่วนใหญ่ของการใช้งานการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) จึงเกี่ยวข้องกับแบบก่อสร้าง BIM สามารถทำให้ผู้ออกแบบมองภาพอาคารที่ถูกออกแบบได้อย่างรวดเร็วและละเอียดมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์อย่างมากในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อนส่งแบบต่อให้ผู้รับเหมา ลดความผิดพลาดของแบบก่อสร้าง



## 3) ผู้รับจ้าง

ผู้รับจ้างทำหน้าที่ทำการก่อสร้างให้เป็นไปตามเอกสารสัญญาจ้าง ควบคุมคุณภาพของโครงการให้เป็นไปตามมาตรฐาน และบริหารจัดการเวลาให้อยู่ในระยะเวลาที่กำหนดตามสัญญา ประโยชน์ของผู้รับจ้างในการใช้งาน BIM คือสามารถรับรู้ข้อมูลส่วนใหญ่ในโครงการก่อสร้างผ่านทาง BIM สามารถตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างได้ก่อนขั้นตอนการก่อสร้างจริง และยังสามารถตอบสนองและแก้ไขปัญหาในโครงการก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว

## 4) ผู้ควบคุมงาน

ผู้ควบคุมงานก่อสร้างคือผู้ที่ทำหน้าที่เป็นตัวแทนของเจ้าของโครงการในการตรวจสอบการทำงานของผู้รับเหมา ควบคุมคุณภาพ จัดทำรายงานเสนอเจ้าของโครงการเมื่อเกิดการใช้งาน BIM ขึ้น ผู้ควบคุมงานสามารถมองภาพรวมของโครงการได้มากขึ้น จัดทำการตรวจรับงานได้สะดวกขึ้น และยังสามารถนำข้อมูลใน BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้างให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากมาย

## 2.2.3 ซอฟต์แวร์ BIM

ปัจจุบันในตลาดของ BIM มีแอปพลิเคชันและซอฟต์แวร์มากมายที่ใช้งาน มีหลากหลายบริษัทที่ทำการผลิตซอฟต์แวร์เพื่อรับรองการทำงานของ BIM มีการจัดจำแนกซอฟต์แวร์ตามบริษัทที่ผลิต แสดงในตารางที่ 2.7 และการจัดจำแนกซอฟต์แวร์ตามฟังก์ชันการใช้งาน BIM ดังในตารางที่ 2.8

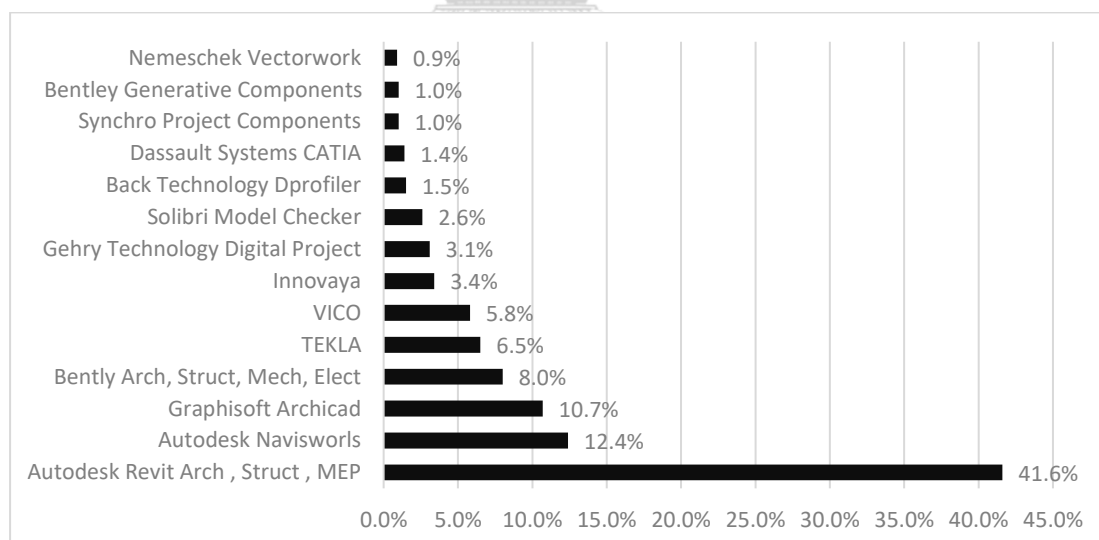
ตารางที่ 2.7 ซอฟต์แวร์ BIM จำแนกตามบริษัท (Wang, 2014)

| Autodesk   | Bentley                               | Nemetschek<br>Graphisoft | Gery<br>Technology<br>Dassault | Tekla Group     |
|------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Revit      | Bentley<br>Architecture               | ArchiCAD                 | Digital Project                | Tekla Structure |
| Dynamo     | Bentley Structural                    | AIIPLAN                  | CATIA                          | Xsteel          |
| Navisworks | Bentley Building<br>Mechanical System | Vector works             |                                |                 |

ตารางที่ 2.8 ซอฟต์แวร์จำแนกตามการใช้งาน (Wang, 2014)

| การใช้งาน            | ซอฟต์แวร์   |
|----------------------|---|
| Deep design          | Tekla Structure (Xsteel)                          |
| Clash detection      | Naviswork , Projectwise Navigator , Solibri       |
| Cost management      | Innovava , Solibri, Dynamo, CostX                 |
| Operation management | Archibus, Naviswork, Primavera, Microsoft Project |
| Publish and check    | PDF, 3D Pdf, Design Review                        |

นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์อื่น ๆ อีกมากมายในการทำงาน BIM พร้อมฟังก์ชันต่าง ๆ อีก ในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่ไม่ได้แสดงในตารางข้างต้น มีปัจจัยหลายอย่างในการเลือกใช้งานซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมในโครงการก่อสร้าง ความสามารถของซอฟต์แวร์จะต้องเหมาะสมกับความต้องการของโครงการก่อสร้างนั้น ๆ ในปี 2010 มีผู้สำรวจการใช้งานซอฟต์แวร์ BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของสหราชอาณาจักร สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ผลสำรวจการใช้งานซอฟต์แวร์ BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของสหราชอาณาจักร (Burcin &amp; Samara, 2010)

## 2.2.4 การบริหาร ติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างผ่าน BIM

แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร (BIM) เป็นการทำงานแบบใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง BIM ถูกนำไปใช้ในวงจรชีวิตทั้งหมดของโครงการอาคาร แนวคิดหลักกล่าวว่า BIM คือการจัดการข้อมูลผ่านแบบจำลองสามมิติ โดยข้อมูลต่าง ๆ อยู่ในรูปของฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร สามารถเชื่อมกระบวนการทำงานร่วมกันของผู้เกี่ยวข้อง เพื่อจัดการโครงการตั้งแต่การออกแบบจนถึงการบำรุงรักษาอาคาร (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2012) ดังนั้นจึงมีการใช้งาน BIM ที่หลากหลายในอุตสาหกรรมก่อสร้าง BIM ไม่เพียงแต่มีแบบจำลองแบบจำลองอาคาร 3 มิติเท่านั้น แต่ยังมีมิติข้อมูลของค่าใช้จ่ายและการชำระเงิน หรือเรียกว่า 5D BIM (Smith, 2016) สำหรับการบริหาร ติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการมีการพัฒนาซอฟต์แวร์มากมาย เช่น Navisworks เป็นซอฟต์แวร์ที่มีชื่อเสียงมากในค่ายของ Autodesk เป็นโปรแกรมตอบสนองกระบวนการ BIM ใช้สำหรับการทำงานในลักษณะของเวลา (4D BIM) และค่าใช้จ่าย (5D BIM) ซอฟต์แวร์มีศักยภาพในการนำแบบจำลอง 3 มิติ ทั้งงานสถาปัตยกรรม โครงสร้าง และงานระบบมาประสานรวมกันเพื่อจัดทำแผนของกระบวนการก่อสร้าง (construction simulation) นอกจากนี้ Navisworks ยังสามารถนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการได้ โดยแสดงแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งเป็นสภาพของโครงการตามแผนงานและตามวันที่ต้องการตรวจสอบ โดยสามารถใส่ข้อมูลความก้าวหน้าจริงได้ภายในโปรแกรม ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนภูมิแกนต์และโมเดล 3 มิติได้ นอกจากนี้ในกรณีที่โครงการเกิดความล่าช้าแบบจำลอง 3 มิติจะแสดงเป็นสีแดง

นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์ Microsoft project และ Primavera ที่มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องของการบริหารจัดการตารางเวลาและควบคุมโครงการก่อสร้าง แต่ซอฟต์แวร์ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้กับ BIM ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากนัก ส่วนใหญ่ซอฟต์แวร์ที่กล่าวมาจะมีคุณสมบัติเด่นในเรื่องการวางแผนมากกว่าการติดตามและควบคุมค่าใช้จ่ายการชำระเงินงวดงานของโครงการ ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่ไม่เพียงพอและสมบูรณ์แบบสำหรับการบริหาร ติดตามและควบคุมความก้าวหน้าที่สามารถใช้ประโยชน์สูงสุดจาก BIM และซอฟต์แวร์ที่สามารถนำมาใช้กับ BIM นั้นมีราคาที่แพงกว่าซอฟต์แวร์ทั่วไป

ดังนั้นมีงานวิจัยและผู้เสนอแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงปัญหาของการบริหาร ติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการผ่านการเชื่อมต่อการจำลองสารสนเทศ BIM มากมาย

ปี 2013 Souksavath ได้พัฒนาระบบตรวจสอบสถานะของโครงการก่อสร้างโดยใช้ข้อมูลจาก BIM ผ่านซอฟต์แวร์ Autodesk Revit และ Microsoft Excel (Losavanh, 2013) แต่เนื่องจากระบบนี้ไม่ได้เชื่อมต่อข้อมูลกับ BIM โดยอัตโนมัติ

ปี 2015 Ahmad เสนอระบบ BIM เพื่อติดตามการจัดการเวลาและต้นทุนอย่างละเอียดโดยใช้ Autodesk QTO, MS Project และ Navisworks เพื่อทำงานร่วมกัน (Lessard, 2015) MS Project สำหรับการจัดการค่าใช้จ่ายเพื่อติดตามความก้าวหน้าของการทำงานจริงและเชื่อมโยงแบบจำลอง 3 มิติในซอฟต์แวร์ Navisworks อย่างไรก็ตามการทำงานนี้จำเป็นต้องใช้แพลตฟอร์มหลายแห่งในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและไม่ได้พิจารณาเกี่ยวกับข้อมูลความก้าวหน้าจริงของโครงการก่อสร้าง

ปี 2015 Fan และคณะได้ศึกษาวิธีการเชื่อมโยงข้อมูลค่าใช้จ่ายและกำหนดตารางเวลาโดยอัตโนมัติหลังจากเชื่อมโยงกับองค์ประกอบ BIM ด้วย MS visual C + (Fan, Wu, & Hun, 2015) แต่ visual C นั้นเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้ยากและระบบของ Fan นี้ไม่ได้พิจารณาเกี่ยวกับข้อมูลความก้าวหน้าจริงของโครงการ

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและระบบในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างมากมาย แต่ยังมีข้อจำกัดมากมาย คือการทำงานที่ข้อมูล BIM ถูกใช้ประโยชน์เพียงแค่ 2 มิติ และการเข้าถึงสถานะของโครงการก่อสร้างยังซับซ้อนและต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงสำหรับการใช้งานของผู้บริหารโครงการ

## 2.3 ข้อมูลและการแบ่งประเภทของข้อมูล

ข้อมูลมีบทบาทสำคัญมากต่อระบบการทำงานด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับระบบงานที่ใช้คอมพิวเตอร์เช่น งานด้านธุรกิจ วิศวกรรม การแพทย์ การศึกษา วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ความหมายของข้อมูลคือ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เป็นกลุ่มสัญลักษณ์แทนปริมาณ หรือการกระทำต่าง ๆ ที่ยังไม่ผ่านการวิเคราะห์ หรือการประมวลผล ข้อมูล อยู่ในรูป ตัวเลข ตัวหนังสือ รูปภาพ แผนภูมิ เป็นต้น

### 2.3.1 ข้อมูล

สำหรับโครงการก่อสร้าง ข้อมูลถือเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งที่ใช้ในการบริหารโครงการ ยังมีข้อมูลที่ตี และการจัดการข้อมูลที่ตีมากเท่าไร ยิ่งส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการมากขึ้นเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง รวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์ หรือแม้กระทั่งการค้นหาหรือสืบค้นข้อมูล หากข้อมูลมีความเป็นระเบียบจะทำให้การค้นหาเพื่อนำมาใช้้งานง่ายขึ้น

การจัดเก็บข้อมูลจำเป็นต้องมีการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการข้อมูลต้องคำนึงถึงปัญหาต่าง ๆ สามารถดำเนินการได้ ให้มีประสิทธิภาพผลที่คุ้มค่ากับการลงทุน ดังนั้นการดำเนินงานเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ดี ข้อมูลจะต้องมีคุณสมบัติขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1) ความถูกต้อง หากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วข้อมูลเหล่านั้นเชื่อถือไม่ได้จะทำให้เกิดผลเสียอย่างมาก ดังนั้น โดยโครงสร้างข้อมูลที่ออกแบบต้องคำนึงถึงกรรมวิธีดำเนินการเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด

2) ความรวดเร็วและเป็นปัจจุบัน ต้องให้ทันต่อความต้องการของผู้ใช้ มีคำตอบสนองต่อผู้ใช้ได้เร็ว ดีความหมายสารสนเทศได้ทันต่อเหตุการณ์หรือความต้องการได้ การออกแบบระบบ การเรียกค้น และรายงานตามความต้องการของผู้ใช้

3) ความสมบูรณ์ ความสมบูรณ์ของข้อมูลขึ้นอยู่กับกรรวบรวมข้อมูลและวิธีการปฏิบัติด้วย ในการดำเนินการจัดการข้อมูลต้องสำรวจ และสอบถามความต้องการใช้ข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ในระดับหนึ่งที่เหมาะสม

4) ความชัดเจนและกะทัดรัด การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนมากจะต้องใช้พื้นที่ในการ จัดเก็บ มากจึงจำเป็นต้องออกแบบระบบโครงสร้าง ข้อมูลให้กะทัดรัดสื่อความหมายได้ มีการใช้รหัสหรือย่อข้อมูลให้เหมาะสมเพื่อจะจัดการเก็บเข้าไว้ได้ในระบบคอมพิวเตอร์

5) ความสอดคล้อง ความต้องการเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นจึงต้องมีการสำรวจเพื่อหาความต้องการของหน่วยงานและองค์การ คุณภาพการใช้ข้อมูล ความลึกหรือความกว้างของขอบเขตของข้อมูลที่สอดคล้องกับความต้องการ

### 2.3.2 ประเภทของข้อมูล

การแบ่งประเภทของข้อมูลนั้นสามารถแบ่งได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการแบ่ง ไม่ว่าจะเป็นการแบ่งด้วยแบ่งตามแหล่งที่มา การแบ่งตามลักษณะของข้อมูล แบ่งตามสภาพของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตามความคงที่หรือความไม่คงที่ของข้อมูล หรือแม้แต่การแบ่งตามการนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์

#### 1) การแบ่งตามแหล่งที่มา

(1) ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) คือข้อเท็จจริงหรือรายละเอียดที่ผู้เก็บข้อมูลลงมือเก็บด้วยตนเองได้มา จากแหล่งกำเนิดที่แท้จริง เช่น ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกต การทดลอง การทดสอบหรือการวัดจากกลุ่มตัวอย่างโดยตรง

(2) ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) คือข้อเท็จจริงหรือรายละเอียดที่ผู้อื่นรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ สามารถนำมาเป็นข้อมูล โดยไม่ต้องลงมือเก็บรวบรวมเอง เช่น ข้อมูลจากระเบียนสะสม รายงานประจำปี สารานุกรม เอกสารเผยแพร่ เป็นต้น

## 2) การแบ่งตามลักษณะของข้อมูล

การแบ่งตามลักษณะของข้อมูลสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท

(1) ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) คือข้อมูลที่วัดออกมาเป็นตัวเลข เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ ความถนัดด้านต่าง ๆ ที่วัดออกมาเป็นคะแนน คุณลักษณะด้านจิตพิสัย เช่น ความสนใจ ความวิตกกังวล คุณลักษณะทางกายเช่น ส่วนสูง ความเร็วในการวิ่ง

(2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะหรือเชิงคุณภาพ (qualitative data) คือข้อมูลที่ไม่ได้วัดออกมาเป็นตัวเลขแต่จะแสดงถึงคุณลักษณะของสิ่งนั้น เช่น เพศ ฐานะทางเศรษฐกิจ ศาสนา สถานภาพสมรส อาชีพ ข้อความที่เป็นความคิดเห็น ผลการสังเกตที่เขียนในรูปบรรยาย

## 3) การแบ่งตามสภาพของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่าง

การแบ่งตามสภาพของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท

(1) ข้อมูลส่วนบุคคล (personal data) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ชื่อสกุล อายุ เพศ อาชีพ ศาสนา เป็นต้น

(2) ข้อมูลสิ่งแวดล้อม (environmental data) คือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ลักษณะท้องถิ่นที่กลุ่มตัวอย่างอาศัย

(3) ข้อมูลพฤติกรรม (behavioral data) คือข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวของกลุ่มตัวอย่าง เช่น คุณลักษณะด้านความสามารถสมอง ได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ หรือการเรียน เช่น ความรู้ความเข้าใจ การวิเคราะห์ ความถนัด สติปัญญา ความสนใจ ความวิตกกังวล แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง การปฏิบัติ การกระทำสิ่งต่าง ๆ

## 4) การแบ่งตามความคงที่หรือความไม่คงที่ของข้อมูล

การแบ่งตามความคงที่และความไม่คงที่ของข้อมูลสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท

(1) ข้อมูลคงที่ (static data) คือข้อมูลที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา ตัวอย่างเช่น ขนาดความกว้างของเสา ราคาต่อหน่วยขององค์ประกอบ เป็นต้น

(2) ข้อมูลไม่คงที่ (dynamic data) ข้อมูลสามารถเปลี่ยนไปได้ตามเวลา ตัวอย่างเช่น ความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ร้อยละผลงานสะสมที่ทำได้จริง เป็นต้น

#### 5) การแบ่งตามการนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์

การแบ่งตามความคงที่หรือความไม่คงที่ของข้อมูลสามารถแบ่งได้ 6 ประเภท

(1) จำนวนเต็ม (integer) คือ ตัวเลขที่มีค่าเป็นเลขจำนวนเต็ม ไม่มีทศนิยม เป็นได้ทั้งจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และจำนวนเต็มศูนย์ โดยมีค่าตั้งแต่  $-32768$  ถึง  $32767$  สามารถนำมาคำนวณได้ ในตัวเลขห้ามมีช่องว่างหรือจุลภาครวมอยู่ด้วย

(2) ข้อความ (string) กลุ่มของตัวอักษร เป็นได้ทั้งตัวอักษร, ตัวเลข, สัญลักษณ์พิเศษ เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถนำไปคำนวณได้

(3) ข้อมูลแบบตรรกศาสตร์ (boolean) คือข้อมูลที่แสดงถึงการตัดสินใจแบบตรรกะ (logic) ว่าข้อความหรือนิพจน์ นั้นเป็นจริงหรือเท็จ จะมีค่าได้เพียง 2 ค่า คือ true และ false โดยลำดับของ false จะมาก่อน เป็นลำดับ

(4) วัน, เดือน, ปี (date) ใช้สำหรับเก็บวันที่ เดือน และปี

(5) ข้อมูลความต่างด้านเวลา (interval) ใช้สำหรับเก็บข้อมูลด้านเวลา ความต่างของเวลา

(6) ข้อมูลร้อยละ (percentage) คือข้อมูลที่เป็นร้อยละ หรือร้อยละ เป็นลักษณะของอัตราส่วนที่เป็นสัดส่วนชนิดหนึ่งซึ่งเปรียบต่อ 100

#### 6) การแบ่งตามระดับการทำงาน

การแบ่งตามระดับการทำงานสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท

(1) ข้อมูลระดับโครงการ (project level) คือข้อมูลที่บอกถึงภาพรวมของโครงการในแต่ละด้าน ไม่ว่าจะเป็น มูลค่าสัญญา ร้อยละผลงานสะสม เป็นต้น

(2) ข้อมูลระดับกิจกรรม (activity level) คือข้อมูลที่บ่งบอกถึงกิจกรรมนั้นๆ งานในหนึ่งส่วนเท่านั้น ไม่ได้บอกภาพรวมของโครงการ ตัวอย่างเช่น รายงานการทำงานในสัปดาห์ที่ 1 ร้อยละความก้าวหน้าขององค์ประกอบ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลในระดับกิจกรรมนี้จะนำไปสู่ข้อมูลในระดับโครงการได้ในที่สุด

### 7) การแบ่งตามการจัดเรียงข้อมูล

การแบ่งตามการจัดเรียงข้อมูลสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท

(1) ข้อมูลการจำแนกแบบกลุ่มหรือประเภท (nominal) ข้อมูลที่มีลักษณะจำแนกกลุ่มหรือประเภท โดยตัวเลขหรือค่าที่กำหนดให้นำมาบวก ลบ คูณ หาร กันไม่ได้

(2) ตัวเลขหรือสัญลักษณ์เพื่อชี้ถึงอันดับ (ordinal)

(3) ตัวเลขหรือสัญลักษณ์เพื่อชี้ถึงอันดับและแบ่งเป็นช่วง (interval) ตัวเลขหรือสัญลักษณ์เพื่อชี้ถึงอันดับ ข้อมูลที่มีลักษณะจำแนกกลุ่ม เรียงอันดับ และแบ่งเป็นช่วง ๆ โดยแต่ละช่วงมีขนาดเท่ากัน

(4) ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ระดับของการวัด (ratio) ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ระดับของการวัดเป็นข้อมูลที่มีลักษณะจำแนกกลุ่ม เรียง อันดับ แบ่งเป็นช่วงเท่า ๆ กัน สามารถเปรียบเทียบในเชิงอัตราส่วนได้

### 8) การแบ่งตามลักษณะที่ได้มาของข้อมูล

การแบ่งตามลักษณะที่ได้มาของข้อมูลแบ่งได้ 3 ประเภท

(1) การคำนวณ (calculate) คือข้อมูลที่ได้มาจากการนำข้อมูลที่มีอยู่หรือข้อมูลที่เกิดจากการเก็บมาคำนวณเพื่อให้เกิดเป็นข้อมูลใหม่

(2) เกิดจากการเก็บข้อมูล (collect) คือข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึก จัดเก็บข้อมูลหน้างานจริง

(3) ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว (already exists) คือข้อมูลที่เราพบอยู่ก่อนแล้ว อาจจะเป็นข้อมูลที่เกิดจากการเก็บในอดีต หรือเป็นข้อมูลจากแผนงานก็ได้

### 9) การแบ่งตามความเป็นดิจิทัลของข้อมูล

การแบ่งตามลักษณะที่ได้มาของข้อมูลแบ่งได้ 2 ประเภท

(1) ข้อมูลที่เป็นดิจิทัล (digital) คือข้อมูลที่อยู่ในรูปของอิเล็กทรอนิกส์ สามารถเรียกข้อมูลมาใช้งานผ่านอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ได้

(2) ข้อมูลที่ไม่เป็นดิจิทัล (non-digital) คือข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเอกสารหรือกระดาษ สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ยากกว่าข้อมูลที่เป็นดิจิทัล



สำหรับการแบ่งประเภทของข้อมูลยังมีเกณฑ์การแบ่งที่มากมาย แตกต่างออกไป ในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์การแบ่งประเภทข้อมูลทั้งหมด 6 เกณฑ์ คือ การแบ่งตามความคงที่หรือความไม่คงที่ของข้อมูล การแบ่งตามการนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์ การแบ่งตามระดับการทำงาน การแบ่งตามการจัดเรียงข้อมูล การแบ่งตามลักษณะที่ได้มาของข้อมูล และการแบ่งตามความเป็นดิจิทัลของข้อมูล

## 2.4 แผงรายงาน (Dashboard)

### 2.4.1 คำจำกัดความของแผงรายงาน

แผงรายงานคือการแสดงข้อมูลส่วนสำคัญสำหรับกิจการหรือโครงการ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งเป็นการรวบรวม จัดการ และแสดงข้อมูลภายในหน้าจอเดียว ทำให้สามารถมองเห็นข้อมูลได้เพียงการมองครั้งเดียว (Pauwels et al., 2009) หรือการแสดงรูปภาพ แผนภูมิ ตารางผ่านหน้าจอของผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจการดำเนินงานขั้นตอนต่อไปได้

แผงรายงานคือการแสดงภาพและการโต้ตอบด้วยเครื่องมือการจัดการประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงผ่านหน้าจอเดียว ด้วยสารสนเทศที่สำคัญที่สุด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานหรือองค์กร โดยผู้ใช้งานสามารถระบุ วิเคราะห์ และสื่อสารออกมาให้ทราบถึงส่วนที่เป็นปัญหาที่ต้องการ เพื่อให้เกิดการกระทำที่ถูกต้องในการแก้ไขปัญหา (Yigitbasioğlu & Velcu, 2012)

แผงรายงานที่มีประสิทธิภาพ ไม่จำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานเห็นทุกส่วนหรือทุกรายละเอียดว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง แต่จะแสดงตัวชี้วัดของผลการดำเนินงานเป็นหลัก โดยเป็นตัวเลข กราฟ ตาราง ซึ่งเป็นการแสดงผลสรุปและให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมเอง (Domo, 2012) กล่าวคือแผงรายงานเป็นการแสดงสารสนเทศที่สำคัญต่อองค์กรที่เป็นผลการดำเนินงานหลัก ซึ่งถูกนำมาจัดวางไว้ภายในหน้าจอ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นและเข้าใจสารสนเทศได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน และส่งผลให้การดำเนินงานภายในองค์กรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายสำหรับการสร้างแผงรายงาน (Pauwels et al., 2009)

- 1) ความสอดคล้อง (consistency) เพื่อให้เกิดความสอดคล้องระหว่งการวัดผลและกระบวนการที่ใช้ในการวัดผล
- 2) การตรวจสอบ (monitoring) เพื่อตรวจสอบการดำเนินงาน หรือตรวจสอบและประเมินว่าผู้เกี่ยวข้องทำงานเป็นอย่างไร รวมถึงการพัฒนาสิ่งที่ต้องการจะศึกษา

3) การวางแผน (planning) เพื่อวางแผนถึงเป้าหมายและกลยุทธ์ในอนาคตที่ควรจะเป็นจากสถานะปัจจุบันขององค์กร

4) การสื่อสาร (communication) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารการดำเนินธุรกิจต่อหุ้นส่วนสำคัญ และไม่เฉพาะการดำเนินงานแต่รวมไปถึงการเปรียบเทียบมูลค่าขององค์กรในการดำเนินการ

แผนรายงานมีประโยชน์มากมาย ซึ่งมีงานวิจัยได้รวบรวมไว้ทั้งหมด 6 ข้อ (Rasmussen et al. 2009) ดังนี้

- 1) การตัดสินใจและประสิทธิภาพที่ดีขึ้น
- 2) การเพิ่มประสิทธิภาพของพนักงาน
- 3) แรงจูงใจของพนักงาน
- 4) การตรวจและนำเสนอข้อผิดพลาดของโครงการ
- 5) ช่วยลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการรายงานความก้าวหน้า
- 6) แผนรายงานสามารถให้เป็นระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูล

#### 2.4.2 ซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างแผนรายงานในปัจจุบัน

แผนรายงานเป็นเครื่องมือที่นิยมมากสำหรับการจัดการหรือสรุปข้อมูลให้ในรูปแบบตาราง กราฟและแผนภูมิ โปรแกรมสำหรับการสร้างแผนรายงานมีอยู่หลายโปรแกรม ยกตัวอย่างเช่น

##### 1) Power BI

Power BI คือโปรแกรมที่สามารถติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ โดยช่วยให้สามารถเชื่อมต่อ แปลง และแสดงข้อมูลจากหลากหลายแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังสามารถจัดรูปแบบข้อมูลได้ จุดเด่นของ Power BI คือ การนำข้อมูลจากหลายๆ แหล่ง (Multi Source) มาใช้วิเคราะห์ร่วมกันได้ และ Power BI รองรับข้อมูลได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น ฐานข้อมูล(Database) ไฟล์ (File) และระบบต่างๆ ได้แก่ SAP HANA, Hadoop, Google Analytics, Facebook เป็นต้น นอกจากนี้การสร้างแผนรายงานสามารถแสดงผลได้หลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น Web, Apps, Desktop, Tablet และ Mobile

##### 2) Tableau

Tableau เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์ และแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จุดเด่นของ Tableau คือ สามารถใช้งานง่ายด้วยการ Drag-

and-Drop Interface โดยสามารถสร้างการมองเห็น (Visualization) จากการ Drag ข้อมูล แล้วโปรแกรม Tableau จะสร้างเป็นภาพให้เห็นได้อย่างสวยงาม นอกจากนี้การแสดงผลสามารถแสดงผลได้ทั้งใน Desktop, Mobile หรือแม้แต่ Browser

### 3) Google Data Studio

Google Data Studio คือ เครื่องมือของ Google ที่ใช้ในการทำ Data Visualization หรือสร้างรีพอร์ตจากข้อมูลตัวเลขที่อ่านยากให้ออกมาเป็นรูปภาพที่อ่านและทำความเข้าใจได้ง่าย จุดเด่นของ Google Data Studio คือ สามารถดึงข้อมูลมาวิเคราะห์และทำกราฟหรือภาพได้โดยตรง โดยเฉพาะการใช้แหล่งข้อมูลจาก google เช่น Google Analytics, Google Adwords, Google Search Console, DoubleClick Search และ YouTube Analytics นอกจากนี้ระบบของ Google Data Studio ทำงานผ่าน Website Browsers ทำให้สะดวกทั้งการแชร์และทำงานร่วมกันของคุณคณในทีม

### 4) Excel

Excel เป็นโปรแกรมประเภท สเปรดชีต (Spreadsheets) หรือโปรแกรมแผ่นตารางทำการ ซึ่งจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ลงบนแผ่นตารางงาน แล้วยังสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบดิจิทัลได้ จุดเด่นของ Excel คือนอกจากเป็นพื้นที่เก็บข้อมูลดิบ เรายังสามารถนำข้อมูลต่างๆ มาสร้างเป็นกราฟรูปภาพให้คนเข้าใจได้ง่ายผ่านเครื่องมืออย่าง Pivottable และ Pivotchart เพื่อแทรกแผนภูมิคอลัมน์ แผนภูมิเส้น แผนภูมิวงกลม หรือแผนภูมิเรดาร์

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายโปรแกรมที่สามารถพัฒนาแผนงานได้ แต่โปรแกรกดังกล่าวสามารถแสดงผลได้เพียง 2 มิติเท่านั้นและในแต่ละโปรแกรมยังมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานที่มาก

#### 2.4.3 การออกแบบแผนงานสำหรับผู้บริหารระดับสูง

ผู้บริหารระดับสูง (executive) คือผู้บริหารที่อยู่ในระดับสูงสุดของสายบังคับบัญชา ทำหน้าที่นำองค์กรหรือโครงการหนึ่งไปสู่ความสำเร็จ ผู้บริหารระดับสูงมีส่วนสำคัญในการรับผิดชอบความสำเร็จของโครงการ ซึ่งต้องเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินงาน ผู้บริหารระดับสูงของโครงการจะเป็นผู้ที่มีหน้าที่โดยตรงในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ และการวางแผนโครงการ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวของโครงการ

การสร้างแผนรายงานจำเป็นต้องมีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็ นข้อมูล รูปแบบการแสดงผล หรือแม้แตความง่ายต่อการเข้าถึงของผู้ใช้งาน (Domo, 2012) ข้อมูลที่ ผู้บริหารระดับสูงต้องการเป็นข้อมูลที่แสดงเป็นภาพรวมของโครงการ โดยดูว่าแต่ละส่วนของการ ดำเนินงานตรงกับเป้าหมายที่วางไว้ในแต่ละด้านหรือไม่ รวมถึงข้อมูลที่มีความผิดปกติของการ ดำเนินงานจากแผนงาน และความก้าวหน้าของการดำเนินงานที่ไม่เป็นไปตามแผนการดำเนินงาน การสร้างแผนรายงานสำหรับผู้บริหารระดับสูงต้องการข้อมูลที่มีคุณภาพ เพื่อข้อมูลดังกล่าวจะส่งผล ต่อการตัดสินใจของผู้บริหาร นอกจากนี้แผนรายงานไม่ควรใส่เฉพาะข้อมูลสำคัญเพียงด้านเดียว ควร ใส่รายละเอียดที่จำเป็นต่อการพิจารณาลงไปด้วย เพื่อให้ผู้บริกรสามารถใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล ได้ในทันที (Few, 2006)

แผนรายงานที่เหมาะสมสำหรับผู้บริหารคือแผนรายงานที่แสดงภาพรวมของโครงการ ข้อมูลสรุป ที่สามารถให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ง่าย รวมถึงสามารถมองเห็นความผิดปกติจากแผนงานหรือเป้าหมาย ที่ตั้งไว้ได้

#### 2.4.4 แผนรายงานสำหรับการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

การนำเสนอข้อมูลในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างมีความสำคัญอย่างมาก ในการรายงานผลความก้าวหน้าที่มีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนการรายงานนั้นข้อมูลเป็นการ เปรียบเทียบกันระหว่างแผนงานก่อสร้างและข้อมูลจากการก่อสร้างจริง หากโครงการก่อสร้างที่มี ระยะเวลาในการดำเนินการนาน ข้อมูลเหล่านั้นก็จะเพิ่มตามไปด้วย โดยปกติแล้วการรายงาน ความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอยู่ในรูปแบบรายงาน ยกต่อการเข้าใจของผู้บริหารโครงการ ผู้บริหารต้องการข้อมูลที่เป็นการสรุปภาพรวม โดยจะดูว่าในแต่ละด้านตรงกับเป้าหมายที่วางไว้ หรือไม่ รวมถึงข้อมูลที่มีความผิดปกติของผลการดำเนินงานจากแผนงาน และความก้าวหน้าของการ ดำเนินงานที่ไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เพื่อการติดตามและควบคุมการดำเนินงานตามแผนงานให้ เป็นไปตามเป้าหมายในแต่ละด้านที่ได้มีการกำหนดเอาไว้ ข้อมูลในรูปแบบตารางจะช่วยให้ผู้บริกร ระดับสูงเข้าใจภาพรวมที่มีต่อโครงการในแต่ละด้านเพิ่มมากขึ้น การสร้างแผนรายงานจะทำให้ ผู้บริหารสามารถเข้าใจภาพรวมของโครงการก่อสร้างได้ง่ายขึ้น และยังสามารถติดตามความก้าวหน้า ของโครงการและเรื่องของการจ่ายเงินงบประมาณได้ง่าย ทำให้ผู้บริหารระดับสูงสามารถตัดสินใจได้ ง่ายมากกว่าการใช้รายงานในรูปแบบข้อมูล (วิจิตรา มหบุญพาชัย, 2009) การสร้างแผนรายงาน สำหรับผู้บริหารระดับสูงเพื่อให้ข้อมูลที่มีคุณภาพ เพื่อส่งผลต่อการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการแจ้งเตือนเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่จะต้องทำในการที่จะบรรลุตามวัตถุประสงค์ (Kerzner, 2012)

ภายในแผนรายงานไม่ควรใส่เฉพาะข้อมูลสำคัญเพียงอย่างเดียว ควรใส่รายละเอียดที่จำเป็นต่อการพิจารณาลงไปด้วย เพื่อให้ผู้บริหารระดับสูงใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลได้ทันที (Few, 2006)

แผนรายงานคือส่วนที่ใช้แสดงข้อมูลภาพรวมหรือข้อมูลแบบสรุป ในมุมมองที่นำเสนอในรูปแบบแผนภาพและ แผนรายงานสำหรับโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมกับผู้บริหารระดับสูงควรแสดงให้เห็นถึงข้อมูลสรุปภาพรวมของโครงการ ข้อมูลที่มีความผิดปกติไปจากแผนงานก่อสร้างหรือเป้าหมายที่วางไว้ เพื่อให้ผู้บริหารสามารถมองเห็นได้อย่างรวดเร็วและชัดเจนและจัดการแก้ไขปัญหาต่อไป

การพัฒนาระบบแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างนั้นมีผู้ศึกษาและพัฒนาไว้มากมาย ตัวอย่างเช่น ระบบการรายงานความก้าวหน้าของข้อมูลโครงการโดยใช้ตารางในการสื่อสารกับผู้บริหารโครงการ เน้นไปที่การจัดการของข้อมูลเพื่อช่วยให้ผู้บริหารเข้าใจสถานะของโครงการได้อย่างรวดเร็ว (Orczyk, 1991) ระบบการรายงานความก้าวหน้าหน้าของโครงการขนาดใหญ่ที่มีข้อมูลจำนวนมาก เป็นการรายงานประสิทธิภาพแบบการแสดงผลด้วยภาพของผลการดำเนินงาน ตลอดจนแนวโน้มผลการดำเนินการในอนาคต (Bognar & Schoenbauer, 1999) แผนรายงานสถานะโครงการสำหรับรายงานความก้าวหน้าหน้าของโครงการก่อสร้าง โดยมีดัชนีชี้วัดผลงานหรือความสำเร็จของงาน (Key Performance Indicator) เป็นตัวชี้วัด (Lampte & Fayek, 2012) และแผนรายงานสถานะโครงการก่อสร้างในรูปแบบแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อแสดงภาพรวมของโครงการโดยใช้รูปร่างทางเรขาคณิตของแบบจำลองและการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวและทอนสีของแบบจำลอง 3 มิติ (Song, Pollalis, & Pena-Mora, 2005)

นักวิจัยคนอื่น ๆ ได้พัฒนาระบบและแนวทางสำหรับการรายงานผลความก้าวหน้าหน้าของโครงการ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบข้อมูลความก้าวหน้าหน้าของโครงการได้ทันเวลาและถูกต้องในรูปแบบของแผนรายงานสถานะของโครงการสำหรับผู้บริหารโครงการเพื่อดำเนินการแก้ไข ผลการวิจัยโดยรวม ทีมผู้บริหารโครงการสามารถใช้แผนรายงานสถานะโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการจัดการโครงการ (Mark, 1994; Saad, 2000; Villeneuve, 2003; Yates & Rahbar, 1990)

## 2.6 สรุปท้ายบท

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยในอดีตพบว่า มีการนำ BIM เข้ามาช่วยในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างมากมาย แต่ระบบการทำงานที่ผ่านมายังจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญในด้าน BIM อยู่ และระบบการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างเชื่อมกับ BIM เพื่อรายงานความก้าวหน้าผ่านแผนรายงานยังทำงานไม่อัตโนมัติ จากความสำคัญดังกล่าวจึงจำเป็นต้องนำ BIM เข้ามาเชื่อมต่อกับระบบแผนรายงานสถานะโครงการก่อสร้าง โดยจะช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถใช้

ข้อมูลจากแบบจำลอง BIM ได้อย่างสะดวก และไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านซอฟต์แวร์ BIM นอกจากนั้นเป็นการช่วยจัดการระบบข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการเพื่อให้เกิดความเป็นระเบียบในการตรวจสอบมากขึ้นและสามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผู้บริหารโครงการสามารถจัดการควบคุมบริหารโครงการ โดยใช้แผนรายงานสถานะโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยและผู้เสนอแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงปัญหาของการบริหาร ติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการผ่านการเชื่อมต่อกับ BIM มากมาย ในปี 2013 Souksavath ได้พัฒนาระบบตรวจสอบสถานะของโครงการก่อสร้างโดยใช้ข้อมูลจาก BIM ผ่านซอฟต์แวร์ Autodesk Revit และ Microsoft Excel (Losavanh, 2013) แต่เนื่องจากระบบนี้ไม่ได้เชื่อมต่อข้อมูลกับ BIM โดยอัตโนมัติ ต่อมา Ahmad เสนอระบบ BIM เพื่อติดตามการจัดการเวลาและต้นทุนอย่างละเอียด โดยใช้ Autodesk QTO, MS Project และ Navisworks เพื่อทำงานร่วมกัน (Lessard, 2015) MS Project สำหรับการจัดการค่าใช้จ่ายเพื่อติดตามความก้าวหน้าของการทำงานจริงและเชื่อมโยงแบบจำลอง 3 มิติในซอฟต์แวร์ Navisworks อย่างไรก็ตามการทำงานนี้จำเป็นต้องใช้แพลตฟอร์มหลายแห่งในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและไม่ได้พิจารณาเกี่ยวกับข้อมูลความก้าวหน้าจริงของโครงการก่อสร้าง ในปีเดียวกันนี้ได้มีการศึกษาวิธีการเชื่อมโยงข้อมูลค่าใช้จ่ายและกำหนดตารางเวลาโดยอัตโนมัติหลังจากเชื่อมโยงกับองค์ประกอบ BIM ด้วย MS visual C + (Fan, Wu, & Hun, 2015) แต่ visual C นั้นเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้ยากและระบบของ Fan นี้ไม่ได้พิจารณาเกี่ยวกับข้อมูลความก้าวหน้าจริงของโครงการ

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและระบบในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างมากมาย แต่ยังมีข้อจำกัดในการทำงานที่อัตโนมัติและการทำงานเพื่อเชื่อมต่อกับระบบแผนรายงานสถานะของโครงการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีการวิจัย

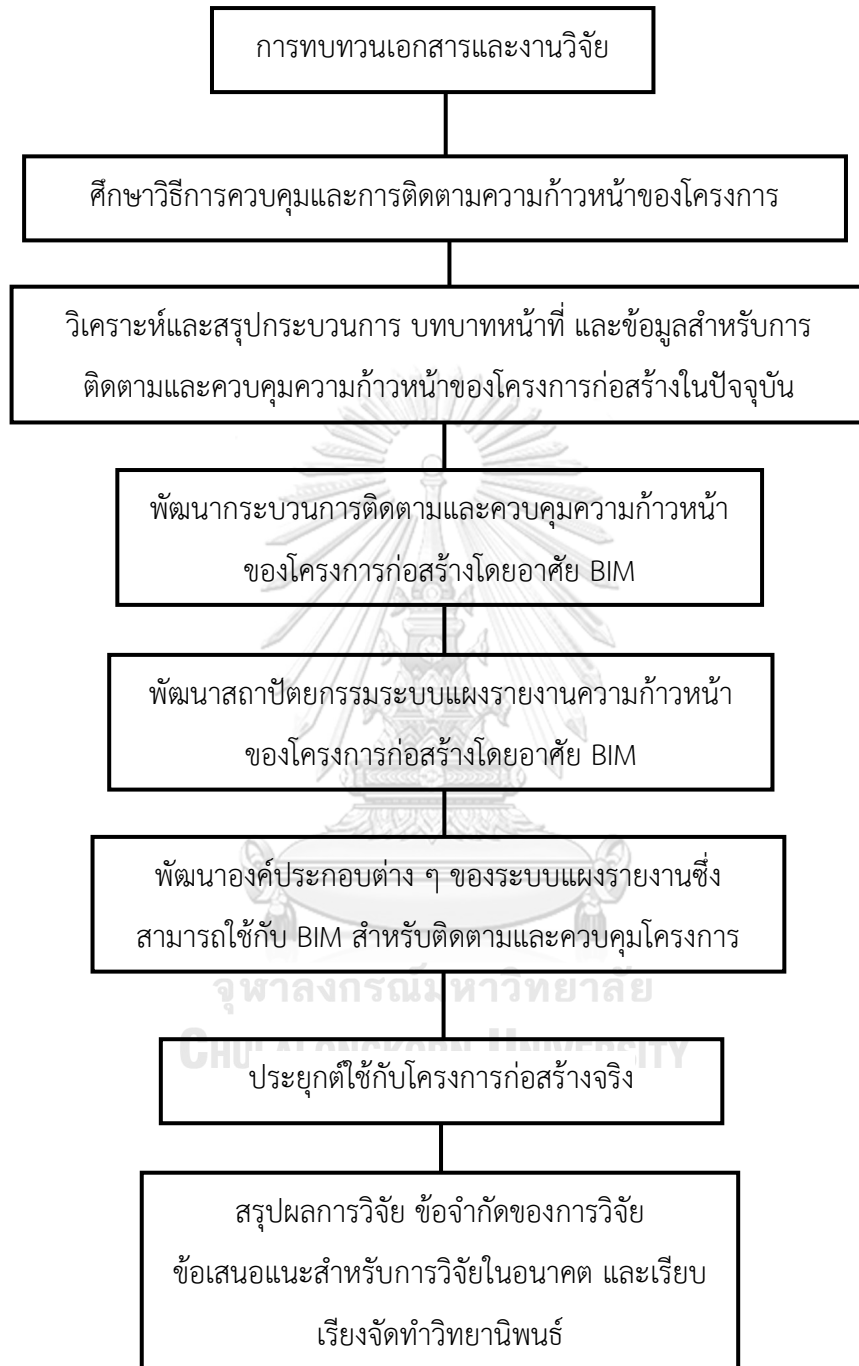
บทนี้นำเสนอขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและอธิบายวิธีการดำเนินงานวิจัยอย่างละเอียด งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน โดยเริ่มจากการทบทวนเอกสาร แนวทาง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ จากนั้นศึกษาวิธีการการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และวิเคราะห์กระบวนการและข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน แล้วจึงเริ่มพัฒนากระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM หลังจากนั้นจึงพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบ และพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สุดท้ายนำระบบที่พัฒนาขึ้นมาประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริงและสรุปผลการวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน

- 1) ทบทวนเอกสารและงานวิจัย (literature review) เพื่อศึกษาค้นคว้าความรู้และทฤษฎี ที่จำเป็น โดยรวบรวมวิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ หนังสือ และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากในประเทศและต่างประเทศ
- 2) ศึกษาวิธีการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง
- 3) วิเคราะห์และสรุปกระบวนการ บทบาทหน้าที่ และข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน
- 4) พัฒนากระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM
- 5) พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบแผนงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM
- 6) พัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง
- 7) ประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริงเพื่อนำข้อจำกัดต่าง ๆ มาปรับปรุงระบบแผนงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง
- 8) สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย



### 3.2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนเอกสารและงานวิจัยเพื่อศึกษาความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย และรวบรวมวิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ หนังสือ และเอกสารต่างๆ จากทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาตามหัวข้อดังนี้

- 1) การบริหาร การติดตามและควบคุมความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง
- 2) การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)
- 3) ข้อมูลและการแบ่งประเภทของข้อมูล
- 4) แผงรายงาน (dashboard)

### 3.3 ศึกษาวิธีการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ขั้นตอนนี้ได้ศึกษาวิธีการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการคือ วิศวกรควบคุมงาน ผู้รับจ้าง และผู้ประสานงาน BIM โดยหัวข้อหลักในการสัมภาษณ์มีดังนี้

- 1) กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง
- 2) บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการติดตามและการจัดทำรายงานความก้าวหน้า
- 3) ข้อมูลที่จำเป็นในการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสำหรับผู้บริหารโครงการ
- 4) การใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้าง

การสัมภาษณ์ครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในปัจจุบันว่ามีประสิทธิภาพที่เพียงพอหรือไม่ มีข้อด้อยหรือปัญหาใด ใครทำหน้าที่อะไร มีกิจกรรมอะไรบ้าง และขั้นตอนการดำเนินงานในปัจจุบันสามารถนำแนวคิด BIM เข้ามาประยุกต์ใช้ได้หรือไม่

นอกจากนั้นผู้วิจัยยังค้นหาเอกสารในโครงการก่อสร้างโดยมุ่งประเด็นในด้านข้อมูลที่จำเป็นในการรายงานความก้าวหน้าของโครงการสำหรับผู้บริหารโครงการ เพื่อรับทราบข้อมูลที่ผู้บริหารจำเป็นต้องรับรู้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

### 3.4 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์และสรุปผล โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

- 1) กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงก่อนการก่อสร้างและระหว่างก่อสร้าง
- 2) บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการติดตามและการจัดทำรายงานความก้าวหน้า
- 3) ข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

### 3.5 พัฒนาระบบการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ที่สามารถนำมาใช้ได้จริงกับโครงการก่อสร้างในประเทศไทย โดยกระบวนการนี้พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบันแล้วมาพัฒนาต่อเป็นกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งยึดกระบวนการดำเนินงานในรูปแบบดั้งเดิมให้มากที่สุด เพื่อง่ายต่อการปฏิบัติงานจริงของผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM แบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญคือ กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้างและช่วงระหว่างก่อสร้าง บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และข้อมูลภายในแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสำหรับผู้บริหารโครงการ

### 3.6 พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

ขั้นตอนนี้เป็นการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และโครงสร้างของระบบ ภายในสถาปัตยกรรมระบบจะแบ่งออกเป็น 3 โมดูล (module) คือโมดูลการเตรียมข้อมูล โมดูลการพัฒนาแผนตารางทำการและโมดูลการปรับแผนรายงาน

### 3.7 พัฒนาการประกอบต่าง ๆ ของระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

หลังจากพัฒนาสถาปัตยกรรมของระบบผังรายงานแล้ว ผู้วิจัยได้พัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

โมดูลแรกคือโมดูลการเตรียมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือการจัดการข้อมูลสำหรับแบบจำลอง BIM และการพัฒนารูปแบบแสดงผลของผังรายงาน

โมดูลที่ 2 คือโมดูลพัฒนาแผ่นตารางทำการ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วนคือ การพัฒนาแผ่นตารางทำการสำหรับผังรายงาน การพัฒนาแผนรายงานประจำสัปดาห์ การพัฒนารายงานประจำสัปดาห์ และการปรับแผ่นตารางทำการผังรายงาน

โมดูลที่ 3 คือโมดูลการปรับผังรายงาน โดยภายในระบบผังรายงานมี 4 โปรแกรมหลักที่ถูกใช้งานคือ โปรแกรม Autodesk Revit ถูกใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลอง BIM Microsoft Excel ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของผังรายงาน Dynamo ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ Revit และ Excel สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้ และ Unity ใช้สำหรับการสร้างผังรายงาน

### 3.8 ประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริงเพื่อนำข้อจำกัดต่าง ๆ มาปรับปรุงระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

งานวิจัยนี้จะนำระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างมาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้นำข้อผิดพลาดและความคิดเห็นของการปฏิบัติงานจริงมาปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบผังรายงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสามารถใช้กับโครงการก่อสร้างได้จริง

### 3.9 สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

สรุปผลการทำงานสำหรับการประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริง ปรับปรุงผังรายงาน ความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างให้เหมาะสม เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

### 3.10 สรุปท้ายบท

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 8 ขั้นตอน เริ่มต้นจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยในหัวข้อ การบริหาร การติดตามและควบคุมความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง การจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ข้อมูลและการแบ่งประเภทของข้อมูล และแผงรายงาน (dashboard)

จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ วิศวกรควบคุมงาน ผู้รับจ้างและผู้ประสานงาน BIM เพื่อวิเคราะห์และสรุปกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงก่อนการก่อสร้างและระหว่างก่อสร้าง บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการติดตามและการจัดทำรายงานความก้าวหน้า และข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

ต่อมาผู้วิจัยได้พัฒนากระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งยึดกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมให้มากที่สุด เพื่อง่ายต่อการปฏิบัติงานจริง กระบวนการดังกล่าว BIM ถูกใช้ในขั้นตอนของการสร้างรายงานความก้าวหน้าของโครงการเท่านั้น จากนั้นพัฒนาเป็นสถาปัตยกรรมระบบสำหรับแผงรายงาน ซึ่งมีทั้งหมด 3 โมดูล การเตรียมข้อมูล การพัฒนาแผ่นตารางทำการ และการปรับแผงรายงาน ต่อมาผู้วิจัยได้พัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง โดยใช้ 4 โปรแกรมหลัก คือ Microsoft Excel, Autodesk Revit, Dynamo และ Unity

หลังจากนั้นงานวิจัยนี้นำระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างมาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในด้านการสร้างรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้าง ถัดมาผู้วิจัยได้นำข้อผิดพลาดและความคิดเห็นของการปฏิบัติงานจริงมาปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบแผงรายงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ลำดับสุดท้ายเป็นขั้นตอนในการสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต และเรียบเรียงจัดทำวิทยานิพนธ์

## บทที่ 4

### กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

บทนี้จะอธิบายผลการสัมภาษณ์ โดยการวิเคราะห์และสรุปผลการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกคือกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง โดยเริ่มตั้งแต่ช่วงก่อนการก่อสร้างจนถึงช่วงระหว่างการก่อสร้าง ขั้นตอนก่อนการก่อสร้างจะเริ่มที่ผู้ออกแบบสร้างแบบก่อสร้างไปจนถึงผู้รับจ้างสร้างแผนการก่อสร้างประจำเดือน ส่วนช่วงระหว่างการก่อสร้างจะกล่าวถึงการปรับปรุงข้อมูลหน้างานจริงจนถึงการคิดชำระเงินของผู้รับจ้าง ในส่วนที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปการดำเนินการของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่มคือ เจ้าของโครงการหรือผู้บริหารโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง สุดท้ายผู้วิจัยได้อภิปรายผลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำแนกประเภทของข้อมูล พัฒนาโครงสร้างของข้อมูล และกระแสของข้อมูลสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

#### 4.1 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงก่อนการก่อสร้าง

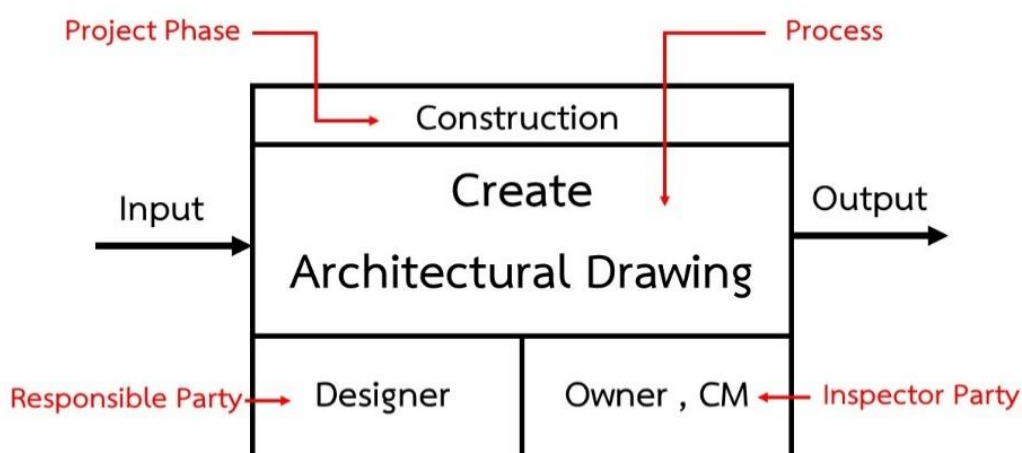
การติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานก่อสร้าง โดยเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลและวิธีการดำเนินงาน ปัญหา และอุปสรรคที่เกี่ยวข้องกับโครงการ รวมถึงจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการโครงการ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่กำหนดไว้ ทั้งด้านงบประมาณ เวลา และคุณภาพ

วัตถุประสงค์หลักของการรายงานความก้าวหน้าคือการติดตามผลการดำเนินงานก่อสร้าง รวมถึงให้ทีมผู้บริหารโครงการได้รับทราบถึงสถานะของการดำเนินการและเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการจ่ายเงินในงวดงานของผู้รับจ้างอีกด้วย รายงานความก้าวหน้าจะแสดงข้อมูลเชิงเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริงกับแผนที่วางไว้ในโครงการก่อสร้าง

ทั้งนี้ กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบันอาจแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงก่อนการก่อสร้างและช่วงระหว่างการก่อสร้าง โดยมีกิจกรรมทั้งหมด 18 กิจกรรม แบ่งเป็นช่วงก่อนการก่อสร้าง 10 กิจกรรมและช่วงระหว่างการก่อสร้าง 8 กิจกรรม ซึ่งผู้มีหน้าที่รับผิดชอบประกอบด้วย 4 ฝ่ายหลัก คือ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้าง และผู้ควบคุมโครงการก่อสร้าง

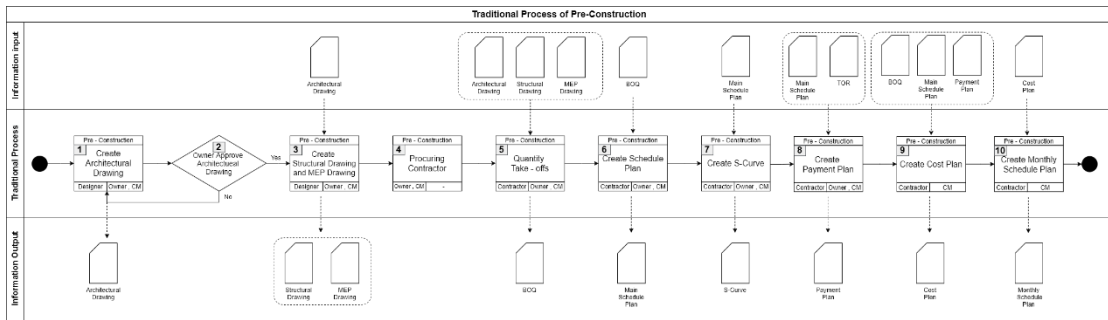
กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในงานวิจัยนี้จะอธิบายรายละเอียดข้อมูลนำเข้า (information input) กระบวนการดั้งเดิม (traditional process) หรือกระบวนการในปัจจุบัน

และข้อมูลส่งออก (information output) โดยภายในกระบวนการจะมีกล่องสี่เหลี่ยมที่แสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งมีข้อมูลช่วงของโครงการ (project phase) กระบวนการ (process) ผู้รับผิดชอบ (responsible party) และผู้ตรวจสอบ (inspector party)

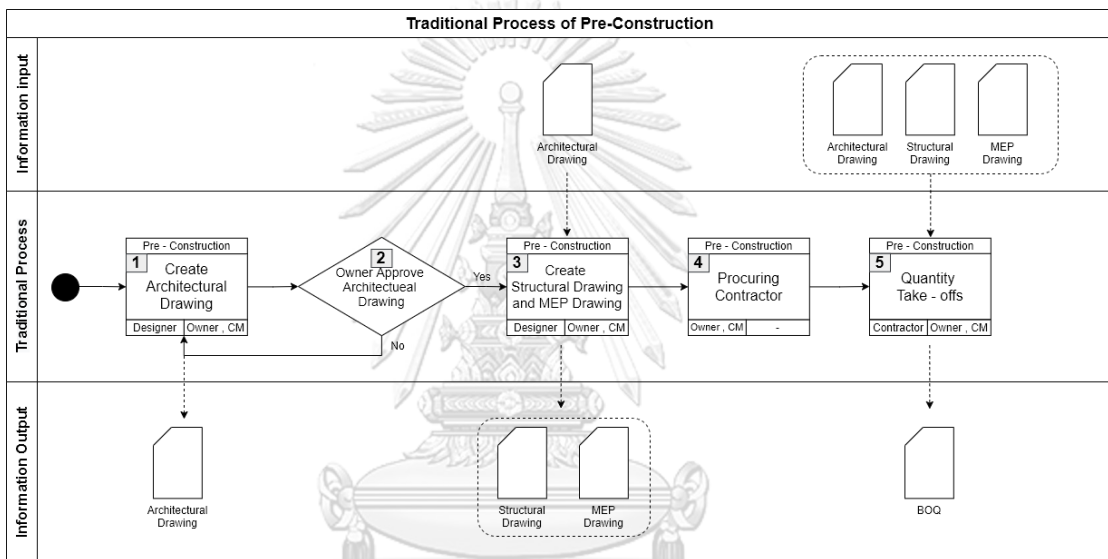


รูปที่ 4.1 กล่องแสดงข้อมูลในของกระบวนการทำงาน

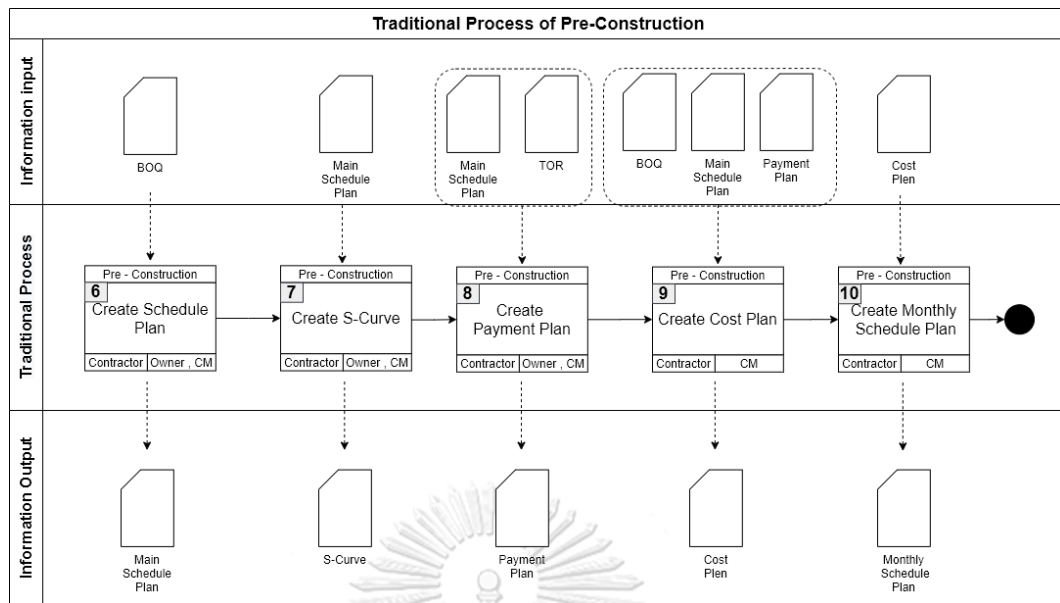
เริ่มจากผู้ออกแบบสร้างแบบสถาปัตยกรรมส่งแบบให้กับเจ้าของ เพื่อตรวจสอบว่าได้แบบตามที่ต้องการหรือไม่ และเมื่อเจ้าของโครงการพอใจกับแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ผู้ออกแบบจะสร้างแบบโครงสร้างและแบบงานระบบตามแบบสถาปัตยกรรม หลังจากนั้นเจ้าของโครงการจะจัดประกวดราคาเพื่อหาผู้รับจ้าง โดยบางโครงการอาจจะจัดหาผู้รับจ้างโดยวิธีอื่น หรือจัดหาผู้รับจ้างพร้อมกับผู้ออกแบบ ซึ่งผู้รับจ้างที่จัดหาได้จะส่งแผนการก่อสร้างหลักของโครงการก่อสร้างพร้อมกับ BOQ ในขั้นตอนการประกวดราคางาน แผนการก่อสร้างหลักเป็นแผนงานอย่างคร่าว ๆ ของโครงการนั้น ซึ่งบอกถึงวันเริ่มต้น วันสิ้นสุด และหมวดงาน หมวดงานจัดเตรียมการ หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง หมวดงานสถาปัตยกรรม หมวดงานระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าสื่อสาร หมวดงานระบบสุขาภิบาล หมวดงานระบบปรับอากาศ นอกจากนี้แล้วผู้รับจ้างยังจำเป็นต้องส่งเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า (S-Curve) ที่ได้มาจากแผนการก่อสร้างหลักและแผนการจ่ายเงิน (payment plan) ในแต่ละงวดซึ่งเกิดจากการคำนวณการจ่ายเงินในแต่ละครั้งผ่านแผนการก่อสร้างหลักและข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR) ซึ่งจะเป็นรายละเอียดที่ผู้ว่าจ้างหรือเจ้าของโครงการมีความประสงค์จะให้ผู้รับจ้างดำเนินการ รูปที่ 4.2 4.3 และ 4.4 แสดงกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงก่อนการก่อสร้างทั้งหมด



รูปที่ 4.2 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้าง



รูปที่ 4.3 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้าง  
กระบวนการที่ 1 - 5



รูปที่ 4.4 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้าง  
กระบวนการที่ 6 - 10

จากรูปจะเห็นได้ว่ากระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างปัจจุบันในช่วงก่อนการก่อสร้างประกอบไปด้วย 10 ขั้นตอน คือ

#### 1) สร้างแบบสถาปัตยกรรม

การพัฒนาโครงการก่อสร้างอาคารในทุก ๆ โครงการ เริ่มต้นจากการออกแบบงานสถาปัตยกรรมตามความต้องการของเจ้าของโครงการก่อสร้าง โดยจะเขียนแบบก่อสร้าง เพื่อใช้เป็นแบบอ้างอิงที่มีการกำหนดระยะ ขนาด และระบุวัสดุที่ใช้ โดยนำเสนอในรูปแบบ ผังบริเวณ แพลน รูปด้าน และรูปตัด (section)

#### 2) เจ้าของอนุมัติแบบสถาปัตยกรรม

เมื่อเจ้าของโครงการพอใจกับแบบสถาปัตยกรรมแล้ว เจ้าของโครงการจะอนุมัติแบบดังกล่าว จากนั้นผู้ออกแบบจึงพัฒนาแบบโครงสร้างและแบบงานระบบต่อไป สำหรับบางโครงการอาจจะตั้งงบประมาณไว้ก่อนเพื่อให้ผู้ออกแบบ ออกแบบไม่เกินงบประมาณที่เจ้าของตั้งไว้



### 3) สร้างแบบโครงสร้างและแบบงานระบบ

เมื่อเจ้าของโครงการอนุมัติแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ต่อมาเป็นขั้นตอนของการสร้างแบบโครงสร้างและแบบงานระบบ สำหรับบางโครงการ ผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมอาจจะเป็นบริษัทเดียวกับผู้ออกแบบโครงสร้างและแบบงานระบบ ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการประสานงานกันระหว่างแบบแต่ละแบบของการก่อสร้าง

### 4) จัดหาผู้รับจ้าง

การจัดหาผู้รับจ้างเป็นหน้าที่ของเจ้าของโครงการ วิธีการจัดหาผู้รับจ้างในหน่วยงานต่าง ๆ จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเจ้าของ ตัวอย่างเช่น การประกวดราคาแบบไม่จำกัดผู้เข้าร่วมประกวดราคา การประกวดราคาแบบจำกัดผู้เข้าร่วมประกวดราคา หรือการเจรจาต่อรองกับผู้รับจ้าง การจัดหาผู้รับจ้างจำเป็นต้องมีข้อกำหนดในการส่งเอกสาร ส่วนมากเอกสารที่ต้องส่งพร้อมกับการประกวดราคาคือ เอกสารการประมาณราคา แผนการดำเนินงานและแผนการก่อสร้างหลัก

### 5) ประมาณราคา

การประมาณราคาเป็นการแบ่งเนื้องานก่อสร้างของทั้งโครงการออกเป็นเนื้องานย่อย ๆ โดยพัฒนาขึ้นจากแบบก่อสร้างของโครงการ ผู้ประมาณราคาแต่ละรายอาจประมาณราคาได้ไม่เท่ากัน เนื่องจากการเลือกร้อยละความเสียหายต่างกัน

### 6) สร้างแผนดำเนินงานหรือแผนการก่อสร้างหลัก

แผนการดำเนินงานกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาของการก่อสร้าง โดยจะสัมพันธ์กับจำนวนบุคลากร วัสดุ และเครื่องจักรในโครงการ แผนการดำเนินงานก่อสร้างจะเป็นการคำนวณปริมาณงานจากแบบก่อสร้างหรือ BOQ หลังจากนั้นจะจัดรายการที่จะต้องดำเนินการก่อนหลังตามขั้นตอนของการก่อสร้างและจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของงานต่าง ๆ แผนดำเนินงานจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อให้มั่นใจว่าโครงการดำเนินไปตามแผนงาน หากเกิดการปฏิบัติที่ผิดพลาด ไม่เป็นไปตามแผนงานจะต้องแก้ไขแผนการก่อสร้างหลัก

### 7) สร้างเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า

หลังจากได้แผนดำเนินงานก่อสร้างแล้ว ผู้รับจ้างจะเริ่มจัดทำเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า ตั้งแต่ก่อนการก่อสร้างหรือจะจัดทำในระหว่างการก่อสร้างในเดือนแรกก็ได้ เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าในช่วงก่อนก่อสร้างจะแสดงถึงเส้นในส่วนของแผนงานเท่านั้น ซึ่งจัดทำเพื่อให้ใน

ระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างหรือผู้ควบคุมงานสามารถนำไปใช้ได้ทันที ส่วน S-Curve ในช่วงระหว่างก่อสร้างจะมีทั้งหมด 2 เส้น คือ เส้นแผนงานและเส้นการทำงานจริง เพื่อเปรียบเทียบกัน

#### 8) สร้างแผนการชำระเงิน

เมื่อแผนงานก่อสร้างถูกพัฒนาขึ้นแล้ว ผู้รับจ้างต้องนำแผนดำเนินงานดังกล่าวมาสร้างต่อเป็นแผนงบประมาณก่อสร้าง แล้วจึงนำมาสร้างเป็นแผนการชำระเงิน โดยแผนการชำระเงินนี้จะแสดงถึงค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณในแต่ละเดือนของโครงการก่อสร้าง การสร้างแผนการชำระเงินนั้น ผู้รับจ้างต้องคำนึงถึงข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR) ด้วย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างเจ้าของโครงการและผู้รับจ้าง

#### 9) สร้างแผนการชำระเงินของผู้รับจ้าง

แผนการชำระเงินของผู้รับจ้างคือแผนการจ่ายเงินที่ประกอบไปด้วยค่าวัสดุและค่าแรงงานของผู้รับจ้าง ซึ่งแผนการชำระเงินนี้จะช่วยให้ผู้รับจ้างสามารถประเมินสถานะการเงินของผู้รับจ้างเองได้ หากเกิดความล่าช้าของแผนงานหลัก ข้อมูลนำเข้าของการสร้างแผนการชำระเงินประกอบไปด้วยแผนดำเนินงานหรือแผนการก่อสร้างหลัก เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าและแผนการชำระเงิน

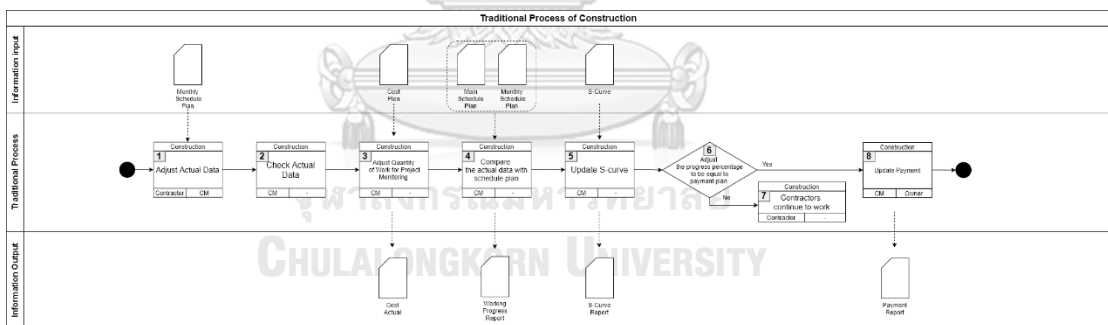
#### 10) สร้างแผนดำเนินงานรายเดือน

แผนการดำเนินงานก่อสร้างรายเดือนจะถูกพัฒนาขึ้นจากแผนการก่อสร้างหลัก เพื่อให้เจ้าของโครงการสามารถติดตามการทำงานของผู้รับจ้างได้ และแผนการดำเนินงานรายเดือนนั้นยังช่วยให้ผู้รับจ้างสามารถวางแผนการทำงานได้อย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น แผนดำเนินงานรายเดือนจะบ่งบอกถึงรายละเอียดของการทำงานในเดือนนั้น ๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะไม่สร้างแผนการดำเนินงานรายเดือนล่วงหน้ามากเกินไปเพราะต้องปรับแผนการดำเนินงานอยู่ตลอดเวลาตามความก้าวหน้าของงานจริงที่เกิดขึ้น

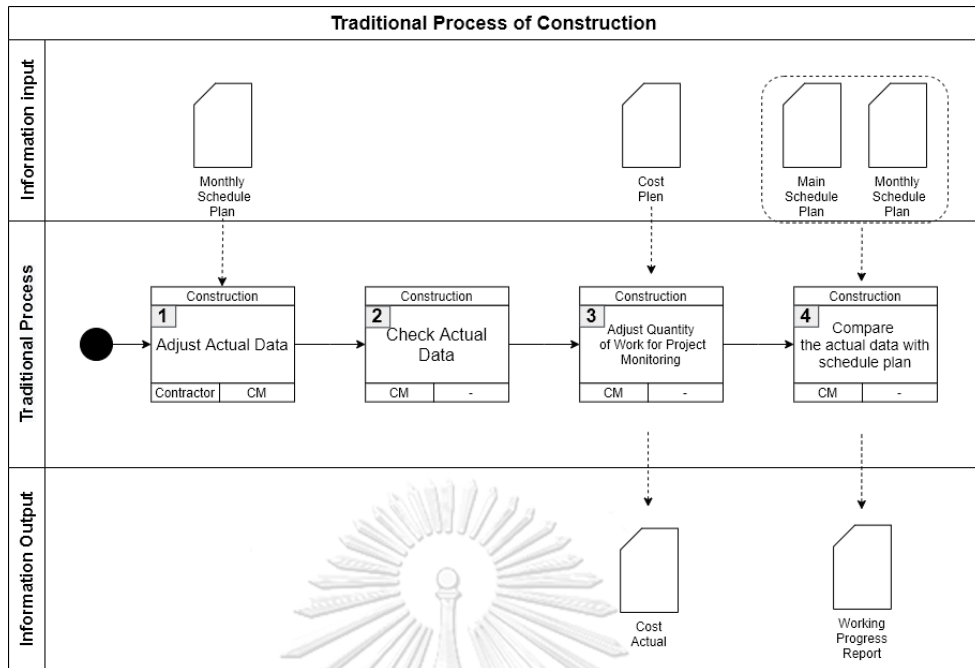
### 4.2 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในช่วงระหว่างการก่อสร้าง

ในระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างจำเป็นต้องสร้างแผนงานละเอียดเพื่อใช้ในการดำเนินการก่อสร้างจริง แผนงานละเอียดนี้บอกรายละเอียดงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบหรือขั้นตอนของการสร้างองค์ประกอบนั้น ๆ โดยปกติแล้วผู้รับจ้างจะสร้างแผนงานอย่างละเอียดล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนเริ่มงานจริง ถัดมาจะเป็นขั้นตอนของการดำเนินงานภายในโครงการก่อสร้างและ

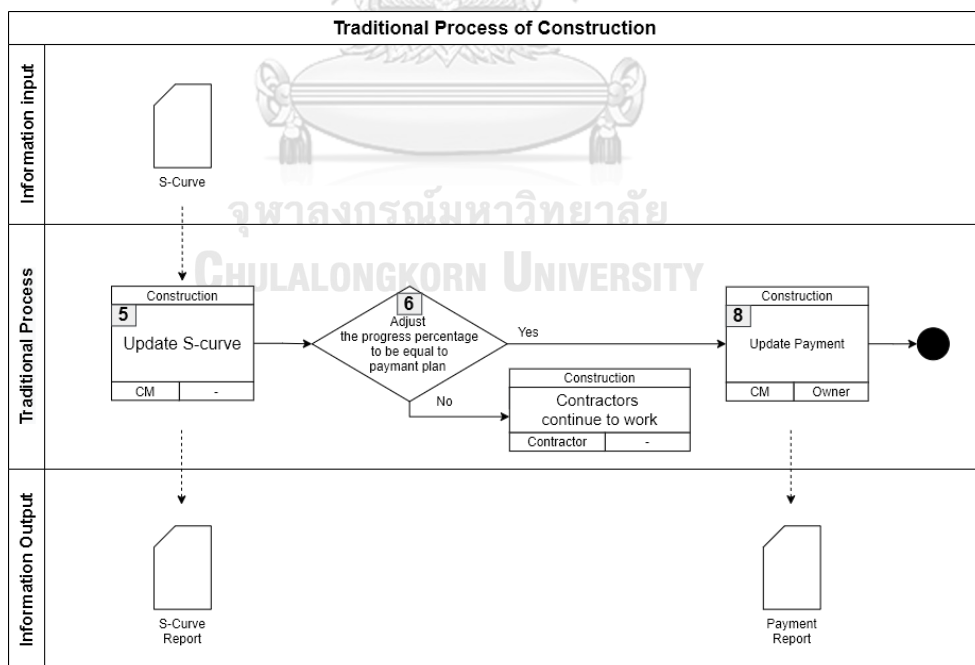
ประเมินผลงานที่ทำได้จริง โดยการประเมินผลการดำเนินงานนี้จะอ้างอิงจากแผนงานละเอียดที่ผู้รับจ้างได้สร้างไว้ ซึ่งผู้ควบคุมงานจะประเมินผลงานที่ทำได้จริงและปรับปรุงข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการผ่านเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า (S-Curve) โดยผลงานที่ผู้ควบคุมงานประเมินจำเป็นต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้รับจ้างด้วย เพื่อเป็นการยืนยันสำหรับชำระเงินงวดของผู้รับจ้างเอง หลังจากผู้ควบคุมงานประเมินผลการดำเนินงานเรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมงานมีหน้าที่ในการรายงานความก้าวหน้ารายสัปดาห์เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการประชุมประจำสัปดาห์ระหว่างผู้รับจ้างกับผู้ควบคุมงาน จากนั้นผู้ควบคุมงานจะเตรียมรายงานความก้าวหน้าประจำเดือนเพื่อส่งมอบให้กับเจ้าของหรือผู้บริหารโครงการ เพื่อเป็นข้อมูลในการชำระเงินของงวดงานกับผู้รับจ้าง และเป็นข้อมูลในการติดตามผลการดำเนินงานของโครงการก่อสร้าง ส่วนการชำระเงินงวดงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดทำรายงานในการชำระเงินของงวดงานเอง เพื่อส่งให้กับเจ้าของโครงการโดยตรง เจ้าของโครงการจะประเมินผลการดำเนินงานของผู้ควบคุมงานและรายงานชำระเงินของงวดงานของผู้รับจ้างร่วมกัน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจ่ายเงินให้กับผู้รับจ้าง ในโครงการก่อสร้างส่วนใหญ่หากผู้รับจ้างทำงานได้ตามเป้าหมายจะได้รับเงินค่างวดเต็มจำนวนตามที่ตกลงกันไว้ แต่หากผู้รับจ้างทำงานได้น้อยกว่าเป้าหมายผู้รับจ้างจะได้รับเพียงร้อยละจำนวนเงินตามที่ผู้รับจ้างทำงานได้เท่านั้น รูปที่ 4.5 4.6 และ 4.7 แสดงกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบทั่วไปในช่วงระหว่างการก่อสร้าง



รูปที่ 4.5 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง



รูปที่ 4.6 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง  
กระบวนการที่ 1 - 4



รูปที่ 4.7 กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง  
กระบวนการที่ 5 - 8

จากรูปกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมในช่วงระหว่างการก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน คือ

### 1) ปรับข้อมูลหน้างานให้เป็นปัจจุบัน

การปรับข้อมูลหน้างานให้เป็นปัจจุบันมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความคืบหน้าของโครงการก่อสร้างและตรวจสอบการทำงานของผู้รับจ้างจากโครงการก่อสร้างจริง โดยปกติในการบันทึกความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างผู้ควบคุมงานจะใช้แบบก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบว่างานใดที่ดำเนินการไปแล้ว หรืองานใดที่ผู้รับจ้างควรจะดำเนินการแล้วแต่หน้างานจริงยังไม่ได้ดำเนินการบ้าง หลังจากนั้นจึงจะนำข้อมูลแต่ละชิ้นงานหรือองค์ประกอบชิ้นงานดังกล่าวมาแสดงในแบบก่อสร้าง โดยใช้สีต่างๆ

### 2) ตรวจสอบข้อมูลหน้างานจริง

หลังจากผู้ควบคุมงานตรวจการทำงานของผู้รับจ้างแล้ว ผู้ควบคุมงานจะนำปริมาณงานจริงที่ได้นั้นมาหารกับผู้รับจ้างว่าตรงกันหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการชำระเงินของงวดงานผู้รับจ้างในภายหลัง หากเกิดปัญหาข้อมูลไม่ตรงกัน ผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงานยังสามารถเข้าไปตรวจสอบหน้างานจริง เพื่อทบทวนปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง

### 3) คำนวณปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดสำหรับการตรวจสอบโครงการ

หลังจากที่ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้างมีความเห็นเกี่ยวกับปริมาณงานที่ดำเนินการเสร็จตรงกันแล้ว ผู้ควบคุมงานจะนำปริมาณงานดังกล่าวมาคำนวณเป็นความก้าวหน้างาน ในโครงการก่อสร้างส่วนใหญ่ ความก้าวหน้าของงานจะคำนวณได้จากมูลค่าของงานที่ทำได้หารด้วยมูลค่าโครงการทั้งหมด ซึ่งจะแสดงเป็นร้อยละ (ร้อยละ) ความก้าวหน้าของโครงการ อย่างไรก็ตามการประมาณราคาที่ไม่ตรงกับปริมาณงานของหน้างานจริง จำเป็นต้องมีวิธีการคำนวณแตกต่างออกไป จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณงาน หากการประมาณราคาไม่ตรงกับปริมาณงานหน้างานจริง การคำนวณความก้าวหน้าของงานจะมีได้ 2 แนวทาง คือการใช้หน่วยปริมาณงานเป็นชิ้น เช่น ต้น ชูต และการใช้หน่วยปริมาณงานเป็นขนาด เช่น ตารางเมตร ตารางเซนติเมตร

ในกรณีที่ใช้หน่วยปริมาณงานเป็นชิ้น เช่น เส้า ฐานราก ประตู หน้าต่าง และชุดสุขภัณฑ์ วิธีนี้จะคำนวณค่อนข้างง่ายกว่าการใช้ขนาด เนื่องจากสามารถนับจำนวนได้ชัดเจนในสถานที่จริง วิธีการคำนวณจะนำจำนวนเงินตาม BOQ มาหารด้วยปริมาณงานทั้งหมดที่หน้างานจริงและคูณด้วยผลบวกของงานที่ผู้รับจ้างทำสำเร็จ ซึ่งได้เป็นจำนวนเงินที่ผู้รับจ้างทำงานได้ หลังจากนั้นนำมาหารด้วยจำนวน

เงินตาม BOQ และคูณ 100 ซึ่งจะได้เป็นร้อยละความก้าวหน้าหรือปริมาณงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริง รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างการคำนวณปริมาณงานเป็นขึ้น

หน่วยปริมาณงานเป็นขนาดจะคำนวณได้ยากกว่าเป็นขึ้น เพราะขนาดของงานนั้นไม่สามารถตรวจวัดได้อย่างแม่นยำ ถ้าหากปริมาณเปลี่ยนไปจาก BOQ ก็จะคำนวณโดยการนำจำนวนเงินสำหรับงานนั้น ๆ มาเฉลี่ยเป็นต่อตารางเมตรที่เกิดขึ้นจริงก่อนที่จะคิดร้อยละความก้าวหน้า ตัวอย่างเช่น ถ้าใน BOQ มีงานพื้น F1 มีมูลค่างาน 99,000 บาท ปริมาณ 150 ตารางเมตร แต่หน้างานจริงปริมาณพื้นที่ผู้ควบคุมงานหรือผู้รับจ้างคำนวณได้มีทั้งหมด 166.66 ตารางเมตร การคำนวณร้อยละความก้าวหน้าจะต้องคิดจากปริมาณงานจริงที่เกิดขึ้น มิใช่คิดจากปริมาณตาม BOQ แต่จะต้องยึดจำนวนเงินตาม BOQ โดยจะได้ราคาต่อตารางเมตรของพื้น F1 ที่ 180 บาท หลังจากคำนวณราคาต่อหน่วยที่แท้จริงแล้ว จะนำมาคำนวณเป็นจำนวนเงินที่ผู้รับจ้างทำได้จริง โดยนำปริมาณงานที่ทำได้จริงมาคูณราคาต่อหน่วยที่ได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.9

| งานโครงสร้างชั้นที่ 1 |                  |            |                           |                            |                             |                             |               |                       |
|-----------------------|------------------|------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------|
| มาจาก BOQ             |                  | BOQ        |                           | ประจำเดือน มกราคม 2563     |                             |                             |               | ต้องเท่ากับแผนงานหลัก |
| งานเสา                | จำนวนเงินทั้งหมด | Area (ตัน) | Week 1<br>1/1/63 - 7/1/63 | Week 2<br>8/1/63 - 14/1/63 | Week 3<br>15/1/63 - 21/1/63 | Week 4<br>22/1/63 - 31/1/63 | % ความคืบหน้า | จำนวนเงินที่ทำได้     |
| BOQ                   | 6,299,674.35     | 25 ตัน     | 10 ตัน                    | 5 ตัน                      | 5 ตัน                       | 5 ตัน                       | 100%          | 6,299,674.35          |
| Actual Construction   |                  | 25 ตัน     | 10 ตัน                    | 5 ตัน                      | 5 ตัน                       | 5 ตัน                       |               |                       |
| Actual Progress       |                  | 25 ตัน     |                           |                            |                             |                             |               |                       |

| งานสถาปัตยกรรม (ประตู - หน้าต่าง) |                  |            |                           |                            |                             |                             |               |                              |
|-----------------------------------|------------------|------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------------|
| จำนวนจริงไม่เท่ากับ BOQ           |                  | BOQ        |                           | ประจำเดือน มกราคม 2563     |                             |                             |               | = (75,855,183.00/44)*5+5+5+5 |
| งานประตู - หน้าต่าง ชั้น 1        | จำนวนเงินทั้งหมด | Area (ชุด) | Week 1<br>1/1/63 - 7/1/63 | Week 2<br>8/1/63 - 14/1/63 | Week 3<br>15/1/63 - 21/1/63 | Week 4<br>22/1/63 - 31/1/63 | % ความคืบหน้า | จำนวนเงินที่ทำได้            |
| BOQ                               | 75,855,183.00    | 45 ชุด     | 5 ชุด                     | 5 ชุด                      | 5 ชุด                       | 5 ชุด                       | 45.45%        | 34,479,628.6                 |
| Actual Construction               |                  | 44 ชุด     | 5 ชุด                     | 5 ชุด                      | 5 ชุด                       | 5 ชุด                       |               |                              |
| Actual Progress                   |                  | 44 ชุด     |                           |                            |                             |                             |               |                              |

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณงานเป็นขึ้น

| งานสถาปัตยกรรม (พื้น)  |                      |                 |                 |                  |                   |                   |                   |                       |
|------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| ประจำเดือน มกราคม 2563 |                      |                 |                 |                  |                   |                   |                   |                       |
| งานพื้นที่ 1<br>(F1)   | จำนวนเงิน<br>ทั้งหมด | Area<br>(ตร.ม.) | Week 1          | Week 2           | Week 3            | Week 4            | % ความ<br>คืบหน้า | จำนวนเงินที่ทำ<br>ได้ |
|                        |                      |                 | 1/1/63 - 7/1/63 | 8/1/63 - 14/1/63 | 15/1/63 - 21/1/63 | 22/1/63 - 31/1/63 |                   |                       |
| BOQ                    | 99,000.00            | 495.00          | 150 ตร.ม.       | 145 ตร.ม.        | 100 ตร.ม.         | 100 ตร.ม.         | 100 %             | 99,000.00             |
| Actual Construction    |                      | 550.00          | 166.66 ตร.ม.    | 161.11 ตร.ม.     | 111.11 ตร.ม.      | 111.11 ตร.ม.      |                   |                       |
| Actual Progress        |                      | 495.00          |                 |                  |                   |                   |                   |                       |

| งานสถาปัตยกรรม (ผนัง)  |                      |                 |                 |                  |                   |                   |                   |                       |
|------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| ประจำเดือน มกราคม 2563 |                      |                 |                 |                  |                   |                   |                   |                       |
| งานผนังชั้น 1<br>(1)   | จำนวนเงิน<br>ทั้งหมด | Area<br>(ตร.ม.) | Week 1          | Week 2           | Week 3            | Week 4            | % ความ<br>คืบหน้า | จำนวนเงินที่ทำ<br>ได้ |
|                        |                      |                 | 1/1/63 - 7/1/63 | 8/1/63 - 14/1/63 | 15/1/63 - 21/1/63 | 22/1/63 - 31/1/63 |                   |                       |
| BOQ                    | 20,573,850.00        | 14,910.00       | 2000 ตร.ม.      | 2000 ตร.ม.       | 2000 ตร.ม.        | 2000 ตร.ม.        | 53.65 %           | 11,019,354.06         |
| Actual Construction    |                      | 20000.00        | 2682.8 ตร.ม.    | 2682.8 ตร.ม.     | 2682.8 ตร.ม.      | 2682.8 ตร.ม.      |                   |                       |
| Actual Progress        |                      |                 |                 |                  |                   |                   |                   |                       |

รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณงานเป็นขนาด

## 4) เปรียบเทียบปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริงกับแผนการก่อสร้างหลัก

วัตถุประสงค์ขอขั้นตอนนี้เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหาร ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง สามารถวิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ของโครงการได้ ขั้นตอนการเปรียบเทียบปริมาณงานความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างนั้น เริ่มจากผู้ควบคุมงานนำร้อยละความก้าวหน้าต่องวดงานมาหารด้วยจำนวนสัปดาห์ในงวดงาน เพื่อให้ได้ร้อยละความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ ตัวอย่างเช่น ในงวดงานที่ 1 ซึ่งมีระยะเวลา 8 สัปดาห์ ร้อยละความก้าวหน้าของงวดงานเท่ากับ 1.24 ดังนั้นร้อยละความก้าวหน้าต่อสัปดาห์คือ 0.155 หากโครงการก่อสร้างเกิดความล่าช้า ผู้ควบคุมงานจำเป็นต้องปรับปรุงหรือปรับแก้ร้อยละความก้าวหน้าของโครงการ รูปที่ 4.10 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณงานที่ต้องแล้วเสร็จต่อสัปดาห์เมื่อโครงการเกิดความล่าช้า

| งวดงานที่ | % ความก้าวหน้าต่องวดงานตามแผน | % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามแผน | % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามแผนสะสม | ปรับแก้ % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามแผน | % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามจริง | % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามจริงสะสม |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1         | 1.24 %                        | 0.1550%                        | 0.1550%                            |  | 0.1550%                         | 0.1550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 0.3100%                            |  | 0.1000%                         | 0.2550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 0.4650%                            |  | 0.1000%                         | 0.3550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 0.6200%                            |  | 0.1000%                         | 0.4550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 0.7750%                            |  | 0.1000%                         | 0.5550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 0.9300%                            |  | 0.1000%                         | 0.6550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 1.0850%                            |  | 0.1000%                         | 0.7550%                             |
|           |                               | 0.1550%                        | 1.2400%                            |  | 0.1000%                         | 0.8550%                             |
| 2         | 2.05%                         | 0.5125%                        | 1.7525%                            | 0.60875%                               |                                 |                                     |
|           |                               | 0.5125%                        | 2.2650%                            | 0.60875%                               |                                 |                                     |
|           |                               | 0.5125%                        | 2.7775%                            | 0.60875%                               |                                 |                                     |
|           |                               | 0.5125%                        | 3.2900%                            | 0.60875%                               |                                 |                                     |

ปรับแก้ % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามแผน  
 = (% ความก้าวหน้าต่องวดงานตามแผนของงวดใหม่ +  
 (% ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามแผนสะสมของงวดปัจจุบัน  
 - % ความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ตามจริงสะสมของงวดปัจจุบัน) /  
 จำนวนสัปดาห์ต่องวดงาน  
 = { 2.05 + (1.2400 - 0.8550) } / 4 = 0.60875

รูปที่ 4.10 วิธีการคำนวณปริมาณงานที่ต้องแล้วเสร็จต่อสัปดาห์เมื่อโครงการเกิดความล่าช้า

#### 5) ปรับ S-Curve ให้เป็นปัจจุบัน

หลังจากคำนวณปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริงเราจะได้ร้อยละสะสมของปริมาณงานของโครงการก่อสร้าง ค่าดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการสร้างเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า (S-Curve) โดยเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าของงานในแต่ละช่วงเวลาและจากค่าร้อยละสะสม ในแกนแนวนอนของเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าจะเป็นเลขจำนวนสัปดาห์ และในแนวตั้งจะเป็นร้อยละปริมาณงานที่ทำเสร็จสะสม เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าที่สร้างมานี้จะแสดงถึงความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยสามารถนำมาวางแผนโครงการในเดือนหรือสัปดาห์ต่อ ๆ ไปได้ในอนาคต

#### 6) ตรวจสอบร้อยละความก้าวหน้าให้เท่ากับแผนการชำระเงินตามงวดงาน

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนประเภทแสดงการตัดสินใจหรือแสดงทางเลือก ซึ่งหมายความว่าถ้าผู้รับจ้างทำงานได้ตามแผน ขั้นตอนที่ถัดไปจะเข้าสู่ขั้นตอนปรับการชำระเงินให้เป็นปัจจุบัน และถ้าหากผู้รับจ้างดำเนินงานไม่ได้ตามแผน ผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานต่อจนกระทั่งมีร้อยละของความก้าวหน้าเท่ากับแผนการชำระเงินตามงวดงาน



#### 7) ผู้รับจ้างทำงานต่อไป

ต่อเนื่องจากขั้นตอนตรวจสอบร้อยละความก้าวหน้าให้เท่ากับแผนการชำระเงินตามงวดงาน ถ้าหากผู้รับจ้างดำเนินงานได้ไม่ถึงที่ระบุไว้ใน TOR ผู้รับจ้างต้องทำงานต่อจนกระทั่งมีร้อยละของความก้าวหน้าเท่ากับแผนการชำระเงินตามงวดงาน

#### 8) ปรับการชำระเงินให้เป็นปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของขั้นตอนการปรับปรุงการชำระเงินของงวดงาน ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดทำเพื่อบันทึกความก้าวหน้าของการชำระเงินในปัจจุบัน โดยการบันทึกการชำระเงินนี้ ส่วนมากจะบันทึกที่ตกลงไปในไฟล์แผนการชำระเงินโดยตรง เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกหรือค้นหาไฟล์ในงวดถัดไป

### 4.3 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างมีทั้งสิ้น 4 กลุ่มใหญ่ คือ เจ้าของหรือผู้บริหารโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง แต่ละฝ่ายจะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป หน้าที่หลักของเจ้าของโครงการคือตรวจสอบว่าโครงการเป็นไปตามแผนหรือไม่ ทั้งทางด้านเวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพ ส่วนผู้ออกแบบมีหน้าที่ออกแบบก่อสร้างตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง และแบบงานระบบ ผู้ออกแบบควรตรวจสอบแบบให้เรียบร้อยก่อนการก่อสร้างจริง เพื่อให้การทำงานที่หน้างานประสบปัญหาน้อยที่สุด หน้าที่ของผู้ควบคุมงานคือควบคุมการดำเนินโครงการให้เป็นไปตามเวลาและค่าใช้จ่ายที่กำหนด ประสานงานระหว่างผู้ออกแบบ ผู้รับจ้าง และเจ้าของโครงการ ติดตามและประเมินผลความก้าวหน้าของโครงการที่เกิดขึ้นและจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน เช่น รายงานประจำสัปดาห์ และรายงานประจำเดือน นอกจากนี้ผู้ควบคุมโครงการควรทราบถึงความก้าวหน้าและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในโครงการ เพื่อใช้วิเคราะห์เวลา ค่าใช้จ่าย และประโยชน์ของการดำเนินโครงการ สุดท้ายหน้าที่ของผู้รับจ้าง มีหน้าที่ตรวจสอบแบบก่อสร้างของผู้ออกแบบว่าสามารถก่อสร้างได้จริงหรือไม่ นอกจากนี้ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการสร้าง BOQ แผนงานหลัก S-Curve แผนตารางการชำระเงินจ่าย แผนงานเดือน และรายงานชำระเงินของงวดงาน สำหรับการประเมินผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริงนั้น ผู้รับจ้างจำเป็นต้องรับทราบร่วมกันในการประเมินของผู้ควบคุมงานด้วย เพราะการประเมินนี้จะส่งผลกับการจ่ายเงินของงวดงานต่อไป ตารางที่ 4.1 แสดงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

ตารางที่ 4.1 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

| กระบวนการ   | ช่วงโครงการ                | บทบาทของผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง |           |              |                 |
|---|----------------------------|--|-----------|--------------|-----------------|
|   |                            | เจ้าของโครงการ                         | ผู้ออกแบบ | ผู้ควบคุมงาน | ผู้รับจ้าง      |
| 1. การสร้างแบบก่อสร้างและการรวมกันของแบบก่อสร้าง                      | ช่วงก่อนก่อสร้าง           | ผู้ตรวจสอบ                             | ผู้จัดทำ  | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้ตรวจสอบ      |
| 2. การสร้างรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน                              |                            | ผู้ตรวจสอบ                             | -         | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้จัดทำ        |
| 3. การสร้างแผนงานหลัก, เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าและแผนตารางการชำระเงิน |                            | ผู้ตรวจสอบ                             | -         | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้จัดทำ        |
| 4. การจัดทำแผนงานเดือน  |                            | ผู้ตรวจสอบ                             | -         | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้จัดทำ        |
| 5. การประเมินผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจริง                            | ช่วงระหว่างโครงการก่อสร้าง | -                                      |           | ผู้จัดทำ     | ผู้จัดทำ (ร่วม) |
| 6. การจัดทำรายงานประจำสัปดาห์   |                            | -                                      |           | ผู้จัดทำ     | -               |
| 7. การจัดทำรายงานประจำเดือน   |                            | ผู้ตรวจสอบ                             |           | ผู้จัดทำ     | -               |
| 8. การจัดทำรายงานชำระเงินตามงวดงาน                                    |                            | ผู้ตรวจสอบ                             |           | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้จัดทำ        |

#### 4.4 ข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

ข้อมูลถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการบริหารโครงการก่อสร้าง ข้อมูลที่ดีและการจัดการข้อมูลที่ดีส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง รวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์ หากข้อมูลมีความเป็นระเบียบจะทำให้การค้นหาเพื่อนำมาใช้งานได้ง่ายขึ้น

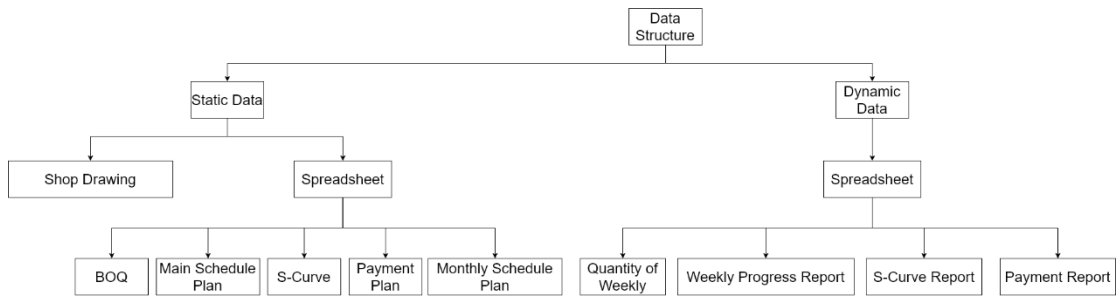
จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเบื้องต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสรุปข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างจากบริษัทก่อสร้าง 2 แห่ง เนื้อหาหลักของการสัมภาษณ์ดังกล่าวจะบอกถึงอัตราส่วนจำนวนของข้อมูลในโครงการ และรายละเอียดของข้อมูล

อย่างไรก็ตามผลการสัมภาษณ์นี้ไม่ถือเป็นข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างได้ทั้งหมด เนื่องจากเป็นการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลเพียง 2 บริษัทเท่านั้น

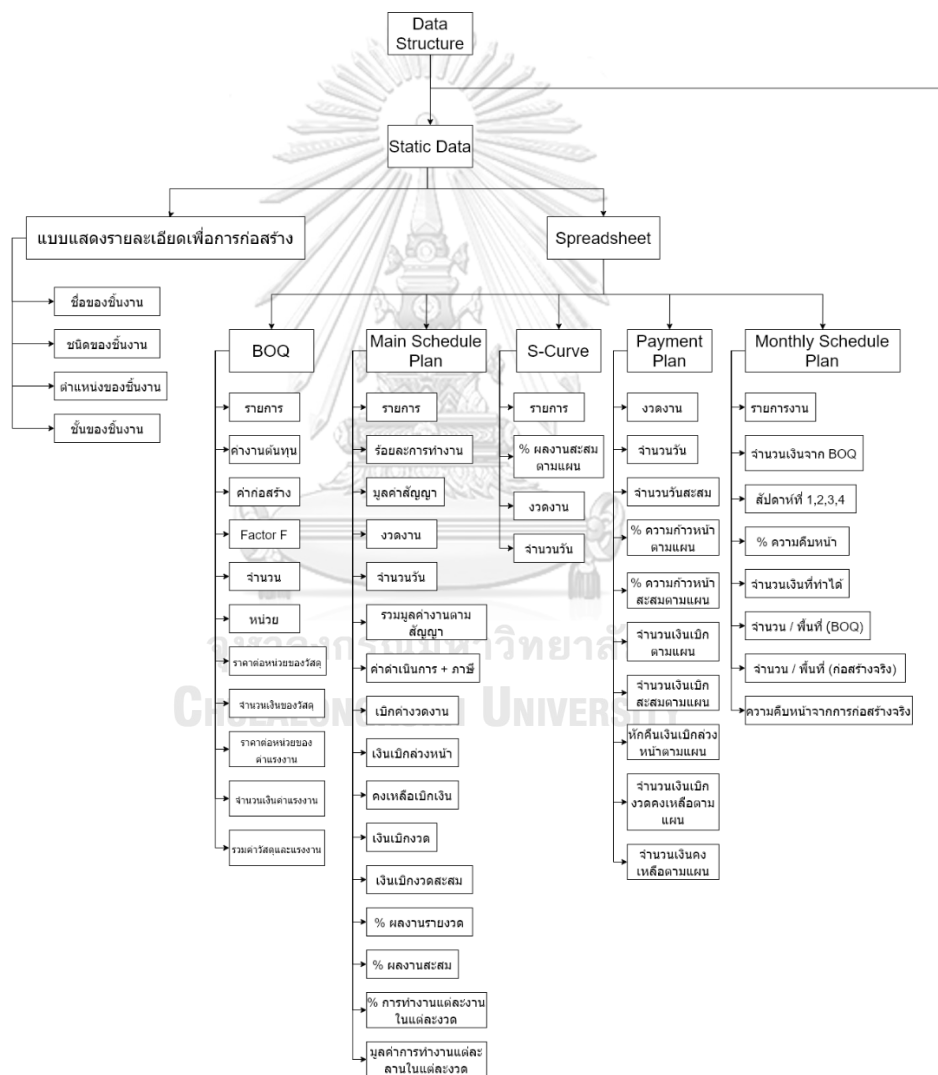
ข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการจากการสัมภาษณ์ 2 บริษัทสามารถแบ่งออกเป็น 9 ส่วน โดยข้อมูลแต่ละส่วนจะใช้เพื่อเป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการรายงานความก้าวหน้าของโครงการ โดยมีรายละเอียดคือ

1. แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างซึ่งมีจำนวน 4 รายการ
2. รายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน มีจำนวน 2 รายการ
3. แผนงานหลัก (main schedule plan) มีจำนวน 7 รายการ
4. เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า (S-Curve) มีจำนวน 1 รายการ
5. แผนการชำระเงินมีจำนวน 7 รายการ
6. แผนงานรายเดือน (monthly schedule plan) มีจำนวน 5 รายการ
7. ปริมาณงานรายสัปดาห์ (quantity of weekly) มีจำนวน 3 รายการ
8. รายงานตารางความก้าวหน้า (s-curve report) มีจำนวน 3 รายการ
9. รายงานการชำระเงิน (payment report) มีจำนวน 15 รายการ

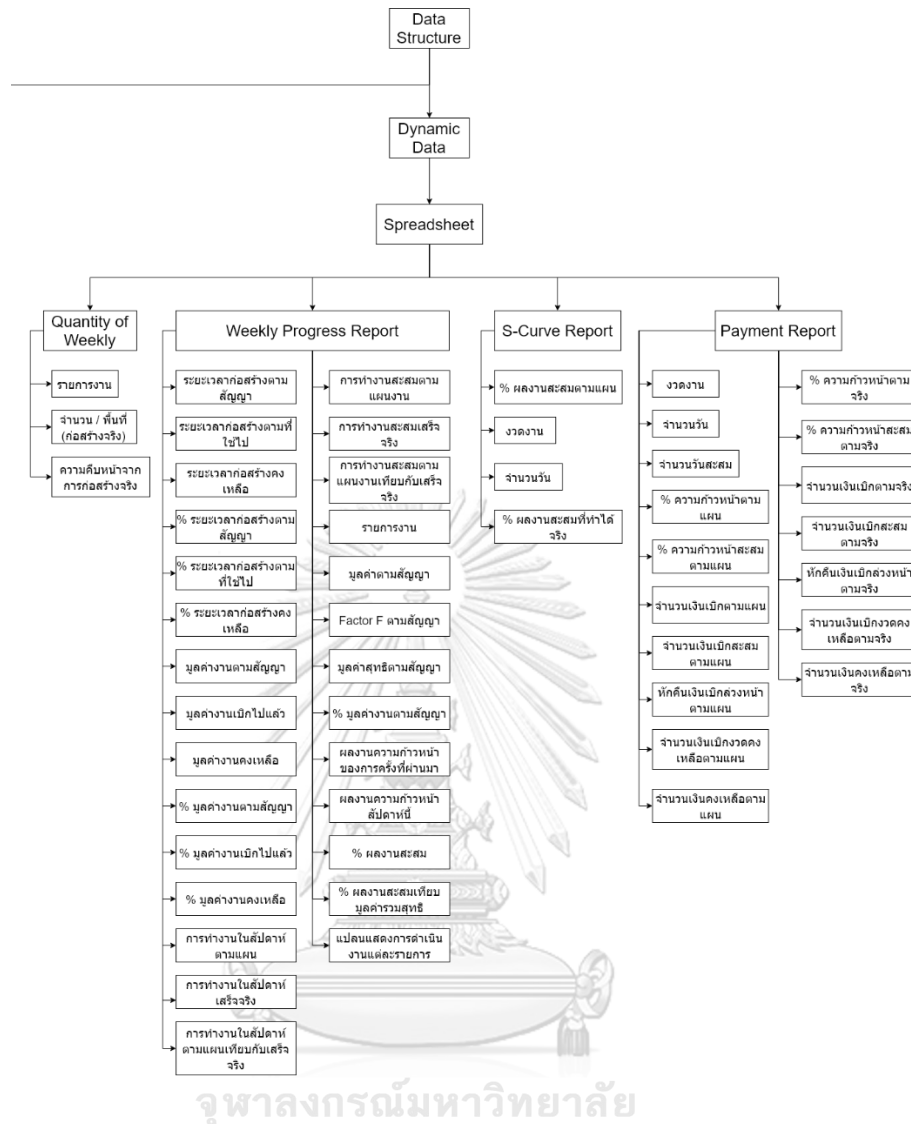
จากข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างทั้ง 9 ส่วน สามารถแบ่งประเภทได้ 2 ประเภท คือข้อมูลที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในขณะดำเนินการก่อสร้างหรือที่เรียกว่าข้อมูลแบบคงที่ (static data) โดยได้มาจากแบบโครงการก่อสร้างและแผนตารางทำการ ส่วนที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดในช่วงระหว่างการก่อสร้างเรียกว่าข้อมูลแบบไดนามิก (dynamic data) ซึ่งได้มาจากแผนตารางทำการ ซึ่งข้อมูลทั้งสองส่วนจะถูกนำมาใช้ร่วมกันเพื่อการติดตามและควบคุมโครงการ ดังรูปที่ 4.11 แสดงโครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง สำหรับรายละเอียดของข้อมูลดังกล่าวถูกแบ่งได้เป็น 9 หัวข้อ และข้อมูลในเอกสารรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ (weekly progress report) อีก 1 หัวข้อที่เพิ่มเข้ามา รูปที่ 4.12 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลส่วนข้อมูลคงที่สำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง รูปที่ 4.13 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลส่วนข้อมูลแบบไดนามิกสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 4.11 โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง



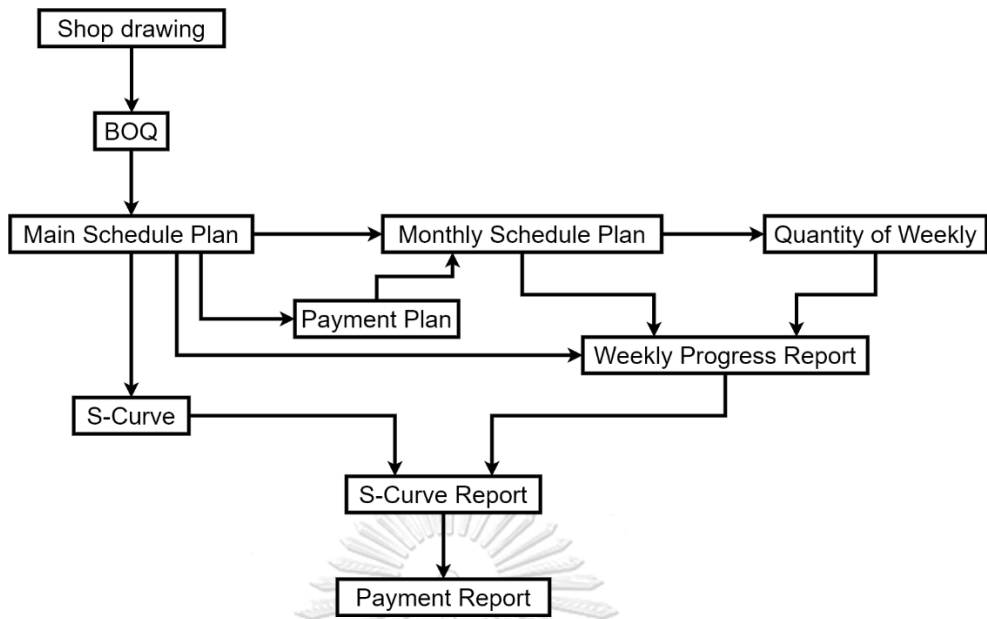
รูปที่ 4.12 รายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลส่วนข้อมูลคงที่สำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 4.13 รายละเอียดของโครงสร้างข้อมูลส่วนข้อมูลแบบไดนามิกสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

4.4.1 กระแสข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบันประกอบไปด้วย 10 ส่วน คือ แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง รายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน แผนงานหลัก เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า แผนการชำระหนี้ แผนงานรายเดือน ปริมาณงานรายสัปดาห์ รายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ รายงานตารางความก้าวหน้า และรายงานการชำระเงิน รูปที่ 4.14 แสดงกระแสข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 4.14 กระแสข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

#### 4.4.2. รายละเอียดข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

รายละเอียดข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างถูกแบ่งออกเป็น 10 ส่วน ประกอบด้วย แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง รายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน แผนงานหลัก เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า แผนการชำระเงิน แผนงานรายเดือน ปริมาณงานรายสัปดาห์ รายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ รายงานตารางความก้าวหน้า และรายงานการชำระเงิน

##### 1) แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง (shop drawing)

แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างหมายถึง แบบที่เขียนขึ้นเพื่อใช้งานสำหรับการก่อสร้างจริง ณ สถานที่ก่อสร้าง โดยจะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสัญญา ซึ่งเป็นแบบที่เชื่อมต่อรายละเอียดทุกอย่างมารวมกัน ไม่ว่าจะเป็นแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงการ และแบบงานระบบ ข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างประกอบไปด้วย ชื่อของชิ้นงาน ชนิดของชิ้นงาน ตำแหน่งของชิ้นงาน และชั้นของชิ้นงาน ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลแบบโครงการก่อสร้าง

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลแบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง

| แบบโครงการก่อสร้าง |               |             |            |        |         |         |         |      |
|--------------------|---------------|-------------|------------|--------|---------|---------|---------|------|
| Data               | Work Level    | Data Class  | Data Types | Values | Measure | Source  | Digital | File |
| ชื่อของชิ้นงาน     | Project Level | Static Data | String     | -      | Nominal | Drawing | Digital | .pdf |
| ชนิดของชิ้นงาน     | Project Level | Static Data | String     | -      | Nominal | Drawing | Digital | .pdf |
| ตำแหน่งของชิ้นงาน  | Project Level | Static Data | String     | -      | Nominal | Drawing | Digital | .pdf |
| ชั้นของชิ้นงาน     | Project Level | Static Data | String     | -      | Nominal | Drawing | Digital | .pdf |

### 2) รายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน (bill of quantities)

BOQ คือบัญชีแสดงปริมาณวัสดุ และปริมาณแรงงาน ประกอบกับค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยรายละเอียดจะประกอบด้วย รายการสำหรับงานต่าง ๆ ค่างานต้นทุน ค่าก่อสร้าง Factor F จำนวน หน่วย ราคาต่อหน่วยของวัสดุ จำนวนเงินของวัสดุ ราคาต่อหน่วยของค่าแรงงาน จำนวนเงินค่าแรงงาน และรวมค่าวัสดุและแรงงาน สำหรับรายละเอียดรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงานแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน (BOQ)

| BOQ                      |               |             |            |                          |         |                |         |       |
|--------------------------|---------------|-------------|------------|--------------------------|---------|----------------|---------|-------|
| Data                     | Work Level    | Data Class  | Data Types | Values                   | Measure | Source         | Digital | File  |
| รายการ                   | Project Level | Static Data | String     |                          | Nominal | Drawing        | Digital | .xlsx |
| ค่างานต้นทุน             | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Already exists | Digital | .xlsx |
| ค่าก่อสร้าง              | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Already exists | Digital | .xlsx |
| Factor F                 | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal | Already exists | Digital | .xlsx |
| จำนวน                    | Project Level | Static Data | Integer    | (1,2,3,.....)            | Ordinal | Drawing        | Digital | .xlsx |
| หน่วย                    | Project Level | Static Data | String     | -                        | Nominal | Already exists | Digital | .xlsx |
| ราคาต่อหน่วยของวัสดุ     | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินของวัสดุ        | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| ราคาต่อหน่วยของค่าแรงงาน | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Already exists | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินค่าแรงงาน       | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| รวมค่าวัสดุและแรงงาน     | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Calculate      | Digital | .xlsx |

### 3) แผนงานหลัก (main schedule plan)

แผนงานหลักของโครงการก่อสร้างบ่งบอกถึงการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อให้สอดคล้องกับระยะเวลาของการก่อสร้าง รายละเอียดของแผนงานหลักจะประกอบไปด้วย รายการสำหรับกิจกรรมที่จะแสดงแผนงาน ร้อยละการทำงาน มูลค่าสัญญา งวดงาน จำนวนวัน รวมมูลค่างานตามสัญญา ค่าดำเนินการ + ภาษี การชำระเงิณงวดงาน เงินล่วงหน้า เงินคงเหลือ เงินงวด เงินงวดสะสม ร้อยละผลงานรายงวด ร้อยละผลงานสะสม ร้อยละการทำงานแต่ละงานในแต่ละงวด และมูลค่าการทำงานแต่ละงานในแต่ละงวด โดยรายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลแผนงานหลัก (main schedule plan)

| Main Schedule Plan               |               |             |            |                          |          |           |         |       |
|----------------------------------|---------------|-------------|------------|--------------------------|----------|-----------|---------|-------|
| Data                             | Work Level    | Data Class  | Data Types | Values                   | Measure  | Source    | Digital | File  |
| รายการ                           | Project Level | Static Data | String     | -                        | Nominal  | Drawing   | Digital | .xlsx |
| ร้อยละการทำงาน                   | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| มูลค่าสัญญา                      | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR       | Digital | .xlsx |
| งวดงาน                           | Project Level | Static Data | Integer    | (1,2,3,.....)            | Ordinal  | TOR       | Digital | .xlsx |
| จำนวนวัน                         | Project Level | Static Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | TOR       | Digital | .xlsx |
| รวมมูลค่างานตามสัญญา             | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR       | Digital | .xlsx |
| ค่าดำเนินการ + ภาษี              | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR       | Digital | .xlsx |
| เบิกค่างวดงาน                    | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| เงินเบิกล่วงหน้า                 | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| คงเหลือเบิกเงิน                  | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| เงินเบิกงวด                      | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| เงินเบิกงวดสะสม                  | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| % ผลงานรายงวด                    | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| % ผลงานสะสม                      | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| % การทำงานแต่ละงานในแต่ละงวด     | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |
| มูลค่าการทำงานแต่ละงานในแต่ละงวด | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate | Digital | .xlsx |

## 4) เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า (S-Curve)

เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าคือเครื่องมือในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ โดยเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าจะมีกราฟ 2 เส้นคือ เส้นแสดงความก้าวหน้าตามแผนงานที่กำหนดไว้และเส้นแสดงความก้าวหน้าตามจริง โดยข้อมูลเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าจะประกอบไปด้วย รายการกิจกรรม ร้อยละผลงานสะสมตามแผน งวดงาน และจำนวนวัน รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า

| S-Curve           |               |             |            |                          |          |                    |         |       |
|-------------------|---------------|-------------|------------|--------------------------|----------|--------------------|---------|-------|
| Data              | Work Level    | Data Class  | Data Types | Values                   | Measure  | Source             | Digital | File  |
| รายการ            | Project Level | Static Data | String     | -                        | Nominal  | Drawing            | Digital | .xlsx |
| % ผลงานสะสมตามแผน | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Main Schedule Plan | Digital | .xlsx |
| งวดงาน            | Project Level | Static Data | Integer    | (1,2,3,.....)            | Ordinal  | TOR                | Digital | .xlsx |
| จำนวนวัน          | Project Level | Static Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | TOR                | Digital | .xlsx |



### 5) แผนการชำระเงิน (payment plan)

แผนการชำระเงินแสดงถึงค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณในแต่ละเดือนของโครงการก่อสร้าง รายละเอียดประกอบไปด้วย งวดงาน จำนวนวัน จำนวนวันสะสม ร้อยละความก้าวหน้าตามแผน ร้อยละความก้าวหน้าสะสมตามแผน จำนวนเงินชำระตามแผน จำนวนเงินสะสมตามแผน หักคืนเงินล่วงหน้าตามแผน จำนวนเงินงวดคงเหลือตามแผน และจำนวนเงินคงเหลือตามแผน รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแผนการชำระเงิน (payment plan)

| Payment Plan                  |               |             |            |                          |          |                |         |       |
|-------------------------------|---------------|-------------|------------|--------------------------|----------|----------------|---------|-------|
| Data                          | Work Level    | Data Class  | Data Types | Values                   | Measure  | Source         | Digital | File  |
| งวดงาน                        | Project Level | Static Data | Integer    | (1,2,3,.....)            | Ordinal  | TOR            | Digital | .xlsx |
| จำนวนวัน                      | Project Level | Static Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | TOR            | Digital | .xlsx |
| จำนวนวันสะสม                  | Project Level | Static Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | Already exists | Digital | .xlsx |
| % ความก้าวหน้าตามแผน          | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | TOR            | Digital | .xlsx |
| % ความก้าวหน้าสะสมตามแผน      | Project Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate      | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกตามแผน           | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR            | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกสะสมตามแผน       | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate      | Digital | .xlsx |
| หักคืนเงินเบิกล่วงหน้าตามแผน  | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate      | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกงวดคงเหลือตามแผน | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate      | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินคงเหลือตามแผน        | Project Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate      | Digital | .xlsx |

### 6) แผนงานรายเดือน (monthly schedule plan)

แผนการดำเนินงานก่อสร้างรายเดือนหรือ monthly schedule plan ถูกเขียนขึ้นจากแผนการก่อสร้างหลัก เพื่อให้เจ้าของโครงการสามารถติดตามการทำงานของผู้รับจ้างและผู้รับจ้างสามารถวางแผนการทำงานได้อย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยแผนการดำเนินงานรายเดือนจะบ่งบอกถึงรายละเอียดของการทำงานในเดือนนั้น ๆ ซึ่งรายละเอียดแผนงานรายเดือนประกอบด้วย รายการงาน จำนวนเงินจาก BOQ สัปดาห์ที่ ร้อยละความก้าวหน้า จำนวนเงินที่ทำได้ จำนวนต่อพื้นที่ตาม BOQ จำนวนต่อพื้นที่ตามหน้างานจริง และความก้าวหน้าจากงานก่อสร้างจริง รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลแผนงานรายเดือน (monthly schedule plan)

| Monthly Schedule Plan          |                |             |            |                          |         |                |         |                    |
|--------------------------------|----------------|-------------|------------|--------------------------|---------|----------------|---------|--------------------|
| Data                           | Work Level     | Data Class  | Data Types | Values                   | Measure | Source         | Digital | File               |
| รายการงาน                      | Activity Level | Static Data | String     | -                        | Nominal | Drawing        | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| จำนวนเงินจาก BOQ               | Activity Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | BOQ            | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| สัปดาห์ที่ 1,2,3,4             | Activity Level | Static Data | Integer    | (1,2,3,4)                | Ordinal | Already exists | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| % ความคืบหน้า                  | Activity Level | Static Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal | Calculate      | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| จำนวนเงินที่ทำได้              | Activity Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Calculate      | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| จำนวน / พื้นที่ (BOQ)          | Activity Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | BOQ            | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| จำนวน / พื้นที่ (ก่อสร้างจริง) | Activity Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Collect        | Digital | .xlsx , .mpp , xer |
| ความคืบหน้าจากการก่อสร้างจริง  | Activity Level | Static Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal | Collect        | Digital | .xlsx , .mpp , xer |

## 7) ปริมาณงานรายสัปดาห์ (quantity of weekly)

ปริมาณงานรายสัปดาห์หมายถึงงานที่ผู้รับจ้างทำได้จริง โดยรายละเอียดจะประกอบด้วย รายการงาน จำนวนต่อพื้นที่ตามหน้างานจริง และความก้าวหน้าจากการก่อสร้างจริง รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลปริมาณงานรายสัปดาห์ (quantity of weekly)

| Quantity of Weekly             |                |              |            |                        |         |         |         |       |
|--------------------------------|----------------|--------------|------------|------------------------|---------|---------|---------|-------|
| Data                           | Work Level     | Data Class   | Data Types | Values                 | Measure | Source  | Digital | File  |
| รายการงาน                      | Activity Level | Dynamic Data | String     | -                      | Nominal | Drawing | Digital | .xlsx |
| จำนวน / พื้นที่ (ก่อสร้างจริง) | Activity Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....) | Ordinal | Collect | Digital | .xlsx |
| ความคืบหน้าจากการก่อสร้างจริง  | Activity Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....) | Ordinal | Collect | Digital | .xlsx |

## 8) รายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ (weekly progress report)

รายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์เป็นข้อมูลที่ผู้ควบคุมงานนำปริมาณงานมานำเสนอเป็นรายงาน โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับความก้าวหน้าของโครงการ ข้อมูลรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ประกอบด้วย ระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญา ระยะเวลาก่อสร้างที่ใช้ไป ระยะเวลาก่อสร้างคงเหลือ ร้อยละระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญา ร้อยละระยะเวลาก่อสร้างที่ใช้ไป ร้อยละระยะเวลาก่อสร้างคงเหลือ มูลค่างานตามสัญญา มูลค่างานที่ชำระไปแล้ว มูลค่างานคงเหลือ ร้อยละมูลค่างานตามสัญญา ร้อยละมูลค่างานที่ชำระไปแล้ว ร้อยละมูลค่างานคงเหลือ การทำงานในสัปดาห์ตามแผน การทำงานในสัปดาห์เสร็จจริง การทำงานในสัปดาห์ตามแผนเทียบกับเสร็จจริง การทำงานสะสมตามแผนงาน การทำงานสะสมเสร็จจริง การทำงานสะสมตามแผนงานเทียบกับเสร็จจริง รายการงานมูลค่าตามสัญญา Factor F ตามสัญญา มูลค่าสุทธิตามสัญญา ร้อยละมูลค่างานตามสัญญา ผลงาน

ความก้าวหน้าของการทำงานครั้งที่ผ่านมา ผลงานความก้าวหน้าสัปดาห์นี้ ร้อยละผลงานสะสม ร้อยละผลงานสะสมเทียบมูลค่ารวมสุทธิ และแผนแสดงการดำเนินงานแต่ละรายการ รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ (weekly progress report)

| Weekly Progress Report                   |                |              |            |                          |          |                       |         |       |
|--|----------------|--------------|------------|--------------------------|----------|-----------------------|---------|-------|
| Data                                     | Work Level     | Data Class   | Data Types | Values                   | Measure  | Source                | Digital | File  |
| ระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญา                 | Project Level  | Static Data  | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | TOR                   | Digital | .xlsx |
| ระยะเวลาก่อสร้างตามที่ใช้ไป              | Project Level  | Dynamic Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | Collect               | Digital | .xlsx |
| ระยะเวลาก่อสร้างคงเหลือ                  | Project Level  | Dynamic Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % ระยะเวลาก่อสร้างตามสัญญา               | Project Level  | Static Data  | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % ระยะเวลาก่อสร้างตามที่ใช้ไป            | Project Level  | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % ระยะเวลาก่อสร้างคงเหลือ                | Project Level  | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| มูลค่างานตามสัญญา                        | Project Level  | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR                   | Digital | .xlsx |
| มูลค่างานเบิกไปแล้ว                      | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Collect               | Digital | .xlsx |
| มูลค่างานคงเหลือ                         | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % มูลค่างานตามสัญญา                      | Project Level  | Static Data  | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % มูลค่างานเบิกไปแล้ว                    | Project Level  | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % มูลค่างานคงเหลือ                       | Project Level  | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| การทำงานในสัปดาห์ตามแผน                  | Project Level  | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Monthly Schedule Plan | Digital | .xlsx |
| การทำงานในสัปดาห์เสร็จจริง               | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Quantity of Weekly    | Digital | .xlsx |
| การทำงานในสัปดาห์ตามแผนเทียบกับเสร็จจริง | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| การทำงานสะสมตามแผนงาน                    | Project Level  | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| การทำงานสะสมเสร็จจริง                    | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| การทำงานสะสมตามแผนงานเทียบกับเสร็จจริง   | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| รายการงาน                                | Project Level  | Static Data  | String     | -                        | Nominal  | BOQ                   | Digital | .xlsx |
| มูลค่าตามสัญญา                           | Project Level  | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR                   | Digital | .xlsx |
| Factor F ตามสัญญา                        | Project Level  | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Already exists        | Digital | .xlsx |
| มูลค่าสุทธิตามสัญญา                      | Project Level  | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | TOR                   | Digital | .xlsx |
| % มูลค่างานตามสัญญา                      | Project Level  | Static Data  | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| ผลงานความก้าวหน้าของการครั้งที่ผ่านมา    | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Quantity of Weekly    | Digital | .xlsx |
| ผลงานความก้าวหน้าสัปดาห์นี้              | Project Level  | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Quantity of Weekly    | Digital | .xlsx |
| % ผลงานสะสม                              | Project Level  | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| % ผลงานสะสมเทียบมูลค่ารวมสุทธิ           | Project Level  | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |
| แผนแสดงการดำเนินงานแต่ละรายการ           | Activity Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate             | Digital | .xlsx |

### 9) รายงานตารางความก้าวหน้า (S-Curve report)

รายงานตารางความก้าวหน้าคือเครื่องมือในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ ภายในกราฟตารางความก้าวหน้าจะมี 2 เส้นคือ เส้นที่แสดงความก้าวหน้าตามแผนงานที่กำหนดไว้ (plan) และเส้นที่แสดงความก้าวหน้าตามจริง ประกอบด้วยร้อยละผลงานสะสมตามแผน งานงวดงาน จำนวนวัน และร้อยละสะสมผลงานที่ทำได้จริง รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลรายงานตารางความก้าวหน้า (S-Curve report)

| S-Curve Report          |               |              |            |                          |          |                        |         |       |
|-------------------------|---------------|--------------|------------|--------------------------|----------|------------------------|---------|-------|
| Data                    | Work Level    | Data Class   | Data Types | Values                   | Measure  | Source                 | Digital | File  |
| % ผลงานสะสมตามแผน       | Project Level | Static Data  | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Monthly Schedule Plan  | Digital | .xlsx |
| งวดงาน                  | Project Level | Static Data  | Integer    | (1,2,3,.....)            | Ordinal  | TOR                    | Digital | .xlsx |
| จำนวนวัน                | Project Level | Static Data  | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | TOR                    | Digital | .xlsx |
| % ผลงานสะสมที่ทำได้จริง | Project Level | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Weekly Progress Report | Digital | .xlsx |

### 10) รายงานการชำระเงิน (payment report)

รายงานการชำระเงินจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายเงินของเจ้าของโครงการ ซึ่งจัดทำโดยผู้รับจ้าง ส่วนข้อมูลจะประกอบไปด้วย งานงวดงาน จำนวนวัน จำนวนวันสะสม ร้อยละความก้าวหน้าตามแผน ร้อยละความก้าวหน้าสะสมตามแผน จำนวนเงินตามแผน จำนวนเงินสะสมตามแผน หักคืนเงินล่วงหน้าตามแผน จำนวนเงินงวดคงเหลือตามแผน ร้อยละความก้าวหน้าตามจริง ร้อยละความก้าวหน้าสะสมตามจริง จำนวนเงินตามจริง จำนวนเงินล่วงหน้าตามจริง หักคืนเงินล่วงหน้าตามจริง จำนวนเงินงวดคงเหลือตามจริง และจำนวนเงินคงเหลือตามจริง รายละเอียดจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลรายงานการชำระเงิน (payment report)

| Payment Report                 |               |              |            |                          |          |                        |         |       |
|--------------------------------|---------------|--------------|------------|--------------------------|----------|------------------------|---------|-------|
| Data                           | Work Level    | Data Class   | Data Types | Values                   | Measure  | Source                 | Digital | File  |
| งวดงาน                         | Project Level | Static Data  | Integer    | (1,2,3,.....)            | Ordinal  | TOR                    | Digital | .xlsx |
| จำนวนวัน                       | Project Level | Dynamic Data | Date       | (1,2,3,.....)            | Interval | TOR                    | Digital | .xlsx |
| จำนวนวันสะสม                   | Project Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate              | Digital | .xlsx |
| % ความก้าวหน้าตามแผน           | Project Level | Static Data  | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Monthly Schedule Plan  | Digital | .xlsx |
| % ความก้าวหน้าสะสมตามแผน       | Project Level | Static Data  | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Monthly Schedule Plan  | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกตามแผน            | Project Level | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Payment Plan           | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกสะสมตามแผน        | Project Level | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Payment Plan           | Digital | .xlsx |
| หักคืนเงินเบิกล่วงหน้าตามแผน   | Project Level | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Payment Plan           | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกงวดคงเหลือตามแผน  | Project Level | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Payment Plan           | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินคงเหลือตามแผน         | Project Level | Static Data  | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Payment Plan           | Digital | .xlsx |
| % ความก้าวหน้าตามจริง          | Project Level | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Weekly Progress Report | Digital | .xlsx |
| % ความก้าวหน้าสะสมตามจริง      | Project Level | Dynamic Data | Percentage | (1.00,2.00,.....,100.00) | Ordinal  | Weekly Progress Report | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกตามจริง           | Project Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate              | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกสะสมตามจริง       | Project Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate              | Digital | .xlsx |
| หักคืนเงินเบิกล่วงหน้าตามจริง  | Project Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate              | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินเบิกงวดคงเหลือตามจริง | Project Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate              | Digital | .xlsx |
| จำนวนเงินคงเหลือตามจริง        | Project Level | Dynamic Data | Integer    | (1.00,2.00,3.00,.....)   | Ordinal  | Calculate              | Digital | .xlsx |

#### 4.5 สรุปท้ายบท

บทนี้ได้สรุปการสัมภาษณ์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในแง่ของการติดตามและควบคุมโครงการ โดยสามารถสรุปได้ 3 หัวข้อหลักคือ กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงก่อนการก่อสร้างมีกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม และระหว่างการก่อสร้างมีกิจกรรมทั้งหมด 8 กิจกรรม หลังจากนั้นผู้วิจัยได้สรุปบทบาทหน้าที่ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการดังกล่าวคือ ผู้ออกแบบ เจ้าของโครงการ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง และสุดท้ายบทนี้จะกล่าวถึงประเภทของข้อมูล โครงสร้างของข้อมูล กระแสของข้อมูล และรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีแหล่งที่มาจาก 10 ส่วนคือ แบบแสดงรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง รายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน แผนงานหลัก เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า แผนการชำระเงิน แผนงานรายเดือน ปริมาณงานรายสัปดาห์ รายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ รายงานตารางความก้าวหน้า และรายงานการชำระเงิน

## บทที่ 5

### กระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM

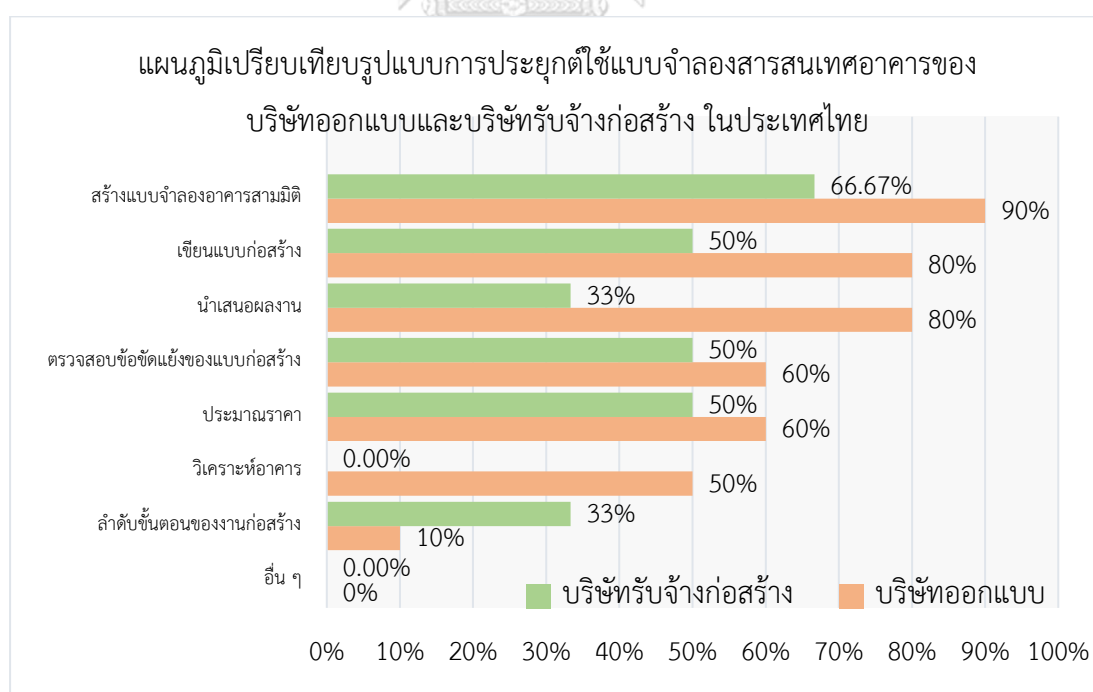
บทนี้กล่าวถึงกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ตั้งแต่ช่วงก่อนการก่อสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย 4 กระบวนการที่แตกต่างกับกระบวนการปัจจุบัน และช่วงระหว่าง การก่อสร้าง ซึ่งดำเนินงานเช่นเดียวกับกระบวนการปัจจุบัน นอกจากนี้ยังกล่าวถึงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง กับกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM แบ่งเป็น เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง สุดท้ายกล่าวถึงกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM และแสดงข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และ ข้อมูลส่งออกสำหรับแนวคิดการนำ BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

จากสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ หนึ่งในการสัมภาษณ์ดังกล่าว คือการใช้งาน BIM ของบริษัทในประเทศไทยทั้งหมด 7 บริษัท โดยแบ่งเป็นเจ้าของโครงการจำนวน 2 บริษัท และผู้รับจ้างก่อสร้างจำนวน 5 บริษัท พบว่า BIM ถูกใช้งานด้านการออกแบบโครงการในทุกบริษัท และถูกใช้งานด้านการตรวจสอบแบบก่อสร้าง 6 บริษัท การประมาณราคา 5 บริษัท การสร้างแผนตารางงาน 3 บริษัท และการบำรุงรักษาอาคาร 2 บริษัท แต่ผลจากการสัมภาษณ์พบว่า ไม่มีบริษัทใดนำ BIM มาใช้งานด้านการติดตามและการรายงานผลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเลย อย่างไรก็ตามผลการ สัมภาษณ์นี้ยังไม่สามารถสรุปการใช้งาน BIM ในประเทศไทยได้ เนื่องจากการสัมภาษณ์เพียง 7 บริษัทเท่านั้น ตารางที่ 5.1 แสดงผลการสัมภาษณ์การใช้งาน BIM ในแต่ละด้านของบริษัทตัวอย่างใน ประเทศไทย

ธณัชชา สุขชี (2011) ได้ศึกษาการใช้งาน BIM สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศ โดย ได้สัมภาษณ์บริษัทออกแบบ 42 บริษัท และบริษัทรับจ้างก่อสร้าง 31 บริษัท ผลการศึกษาพบว่า BIM ถูกใช้งานมากที่สุด 5 ด้านคือ การสร้างแบบจำลองอาคารสามมิติ การเขียนแบบก่อสร้าง การนำเสนอ ผลงานก่อสร้าง การตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบก่อสร้าง และการประมาณราคา ทั้งนี้งานวิจัย ดังกล่าวไม่พบการนำ BIM มาใช้งานด้านการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารของบริษัทออกแบบ และรับจ้างก่อสร้าง ในประเทศไทย

ตารางที่ 5.1 ผลการสัมภาษณ์เรื่องการใช้งาน BIM ในแต่ละด้านของบริษัทตัวอย่างในประเทศไทย

| บริษัท              | การใช้งาน BIM     |                            |                |                     |                               |                                  |                     |
|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|                     | ออกแบบ<br>โครงการ | ตรวจสอบ<br>แบบ<br>ก่อสร้าง | ประมาณ<br>ราคา | แผน<br>ตาราง<br>งาน | ติดตาม<br>ความก้าว<br>หน้างาน | รายงาน<br>ผล<br>ความก้าว<br>หน้า | บำรุงรักษา<br>อาคาร |
| เจ้าของ 1           | X                 | X                          | X              | X                   |                               |                                  | X                   |
| เจ้าของ 2           | X                 | X                          | X              | X                   |                               |                                  | X                   |
| ผู้รับจ้าง 1        | X                 |                            | X              |                     |                               |                                  |                     |
| ผู้รับจ้าง 2        | X                 | X                          | X              | X                   |                               |                                  |                     |
| ผู้รับจ้าง 3        | X                 | X                          |                |                     |                               |                                  |                     |
| ผู้รับจ้าง 4        | X                 | X                          | X              |                     |                               |                                  |                     |
| ผู้รับจ้าง 5        | X                 | X                          |                |                     |                               |                                  |                     |
| ร้อยละการใช้<br>งาน | 100%              | 85%                        | 71%            | 43%                 | 0%                            | 0%                               | 29%                 |

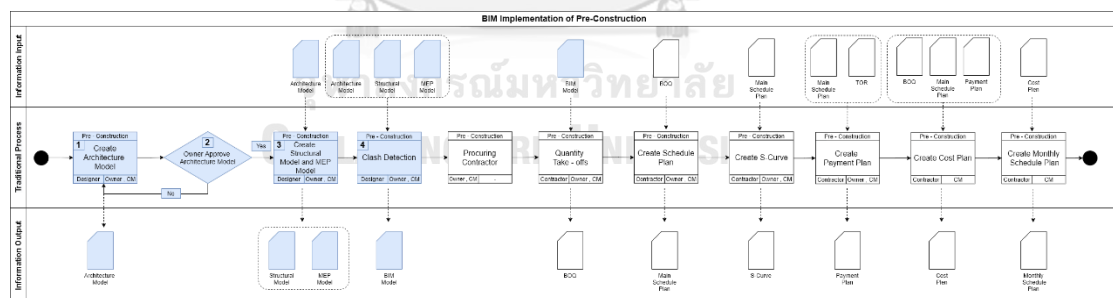


รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารของบริษัทออกแบบและรับจ้างก่อสร้าง ในประเทศไทย (ธณัชชา สุขชี, 2011)

จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและงานวิจัยข้างต้นอาจสรุปได้ว่าในปัจจุบันประเทศไทย ยังไม่มีการนำ BIM มาใช้ในการรายงานผลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ซึ่งทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดเพื่อที่จะเพิ่มประโยชน์ของ BIM ด้านการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง โดยเริ่มจากวิเคราะห์และสรุปผลกระทบการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาต่อเป็นกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งดัดแปลงกระบวนการดำเนินงานในรูปแบบดั้งเดิมให้น้อยที่สุด เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานจริงของผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

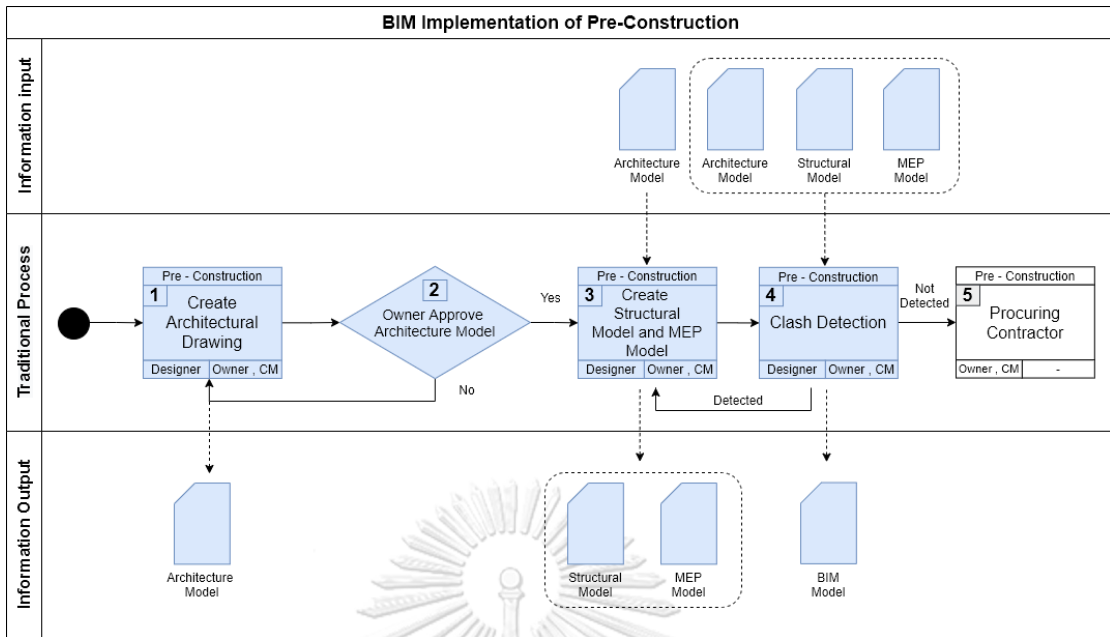
### 5.1 กระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง

กระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงก่อนก่อสร้างและช่วงระหว่างก่อสร้าง ผลจากการสัมภาษณ์โครงการตัวอย่าง พบว่าในช่วงก่อนก่อสร้างมีกระบวนการหลักที่เพิ่มขึ้นมาทั้งหมด 4 กระบวนการ ประกอบด้วย กระบวนการสร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรม กระบวนการที่เจ้าของอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรม กระบวนการสร้างแบบจำลองงานโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ และกระบวนการตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้าง รูปที่ 5.2 5.3 และ 5.4 แสดงกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง

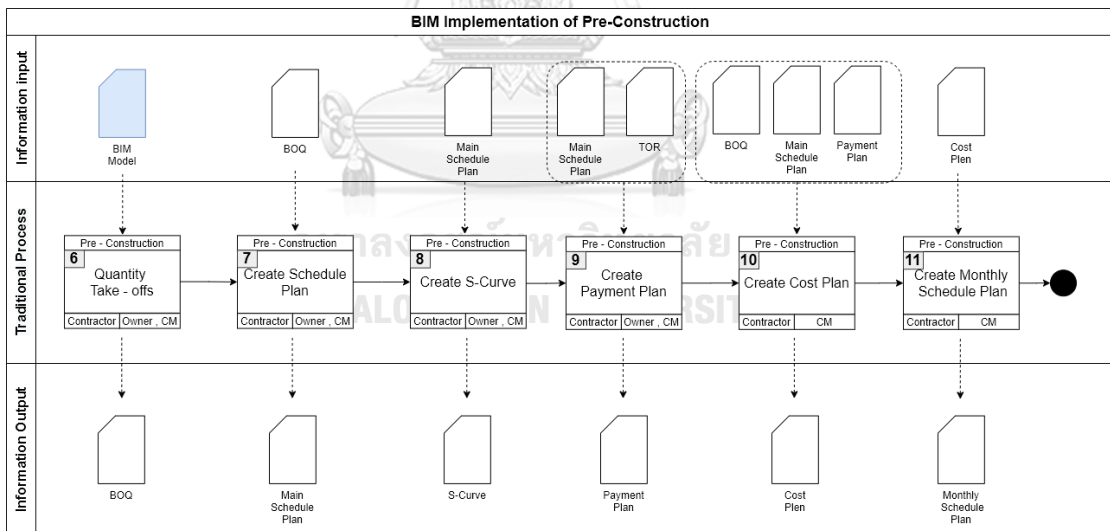


รูปที่ 5.2 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง





รูปที่ 5.3 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้างกระบวนการที่ 1 - 5



รูปที่ 5.4 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้างกระบวนการที่ 6 - 11

### 1) สร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรม

การสร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรมเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบ โดยออกแบบโครงการตามความต้องการของเจ้าของโครงการผ่านการทำงาน BIM แบบจำลองสถาปัตยกรรมควรมีเส้นตารางของแบบจำลอง (Grid model) เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับแบบจำลองอื่นๆ ในกระบวนการถัดไป

### 2) เจ้าของอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรม

การอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรมของเจ้าของโครงการทำได้ง่ายกว่าใช้แบบจาก CAD เนื่องจากเจ้าของโครงการสามารถมองเห็นโครงการได้ในรูปแบบ 3 มิติ สำหรับบางโครงการอาจใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาช่วยในการมองเห็นของเจ้าของ ซึ่งทำให้มองแบบจำลองได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์ของการมองเห็นแบบเสมือนจริงนี้กับลูกค้าของโครงการได้อีกด้วย

### 3) สร้างแบบจำลองงานโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ

เมื่อเจ้าของโครงการอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรมเรียบร้อยแล้ว ถัดมาเป็นขั้นตอนของการสร้างแบบจำลองโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ ข้อมูลสำคัญสำหรับการสร้างแบบจำลองคือ เส้นระดับและเส้นตารางที่ใช้อ้างอิงแบบจำลอง

### 4) ตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้าง

การตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้างนี้เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบหรือในบางโครงการผู้รับจ้างจะเป็นผู้ตรวจสอบแบบก่อสร้าง ซึ่งการตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้างนี้มีข้อดีคือผู้ตรวจสอบแบบก่อสร้างสามารถรับทราบปัญหาของแบบได้ก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้ลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง นอกจากนี้ยังแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาดของแบบได้ อย่างไรก็ตาม สำหรับบางโครงการที่ออกแบบไปพร้อมกับการก่อสร้างนั้นอาจจะตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้างได้ยาก เนื่องจากมีเวลาจำกัดในการตรวจสอบ ปัญหาของแบบก่อสร้าง โปรแกรมสำหรับการตรวจสอบแบบจำลองที่เป็นที่นิยมคือโปรแกรม Navisworks

จากการสัมภาษณ์ 5 บริษัทที่ใช้ BIM ในกระบวนการก่อสร้างและงานวิจัยของนี้ธณัชชา สุขชี (2011) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้งาน BIM สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย พบว่า BIM ไม่ถูกนำมาใช้ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง แต่อย่างไรก็ตามพบงานวิจัยจากต่างประเทศหลายฉบับกล่าวถึงการนำ BIM มาใช้งานช่วงระหว่างการก่อสร้างในหลายด้าน เช่น การนำ BIM มาใช้งานด้านการติดตามจัดการเวลาและต้นทุน (Lessard, 2015) การใช้งาน BIM ด้านการจัดการคุณภาพการ

ก่อสร้าง (Chen & Luo, 2014) การใช้งาน BIM ด้านการจัดการความก้าวหน้าของโครงการโดยใช้ภาพถ่ายเสมือนจริง (Hyungeun & Naruo, 2008) และการใช้งาน BIM เพื่อสร้างแอปพลิเคชันเสมือนจริงสำหรับการจัดการเวลาในโครงการก่อสร้าง (Wael, 2012) ส่วนงานวิจัยในประเทศไทย พบว่ามีการพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะของโครงการก่อสร้างโดยใช้ข้อมูลจาก BIM (Losavanh, 2013) และการใช้งาน BIM ด้านการติดตามต้นทุนและการเบิกจ่าย (Lin, 2016) เป็นต้น

จากการสัมภาษณ์และงานวิจัยที่กล่าวมาพบว่า BIM ถูกนำไปใช้ประโยชน์หลายด้าน แต่การใช้ประโยชน์ BIM ด้านการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างยังมีข้อจำกัดอยู่ นั่นคือข้อมูล BIM ถูกใช้ประโยชน์เพียงแค่ 2 มิติ และการเข้าถึงสถานะของโครงการก่อสร้างยังซับซ้อน และต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงสำหรับการใช้งานของผู้บริหารโครงการ

## 5.2 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง

ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง มีทั้งสิ้น 4 กลุ่มใหญ่คือ เจ้าของหรือผู้บริหารโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง สำหรับ 4 กระบวนการที่เพิ่มขึ้นมาจากการทำงานในโครงการที่ไม่ใช้ BIM คือ กระบวนการสร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรม กระบวนการที่เจ้าของอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรม กระบวนการสร้างแบบจำลองงานโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ และกระบวนการตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้าง

หน้าที่หลักของเจ้าของโครงการคือตรวจสอบแบบจำลอง BIM เพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการ BIM ทำให้เจ้าของโครงการมองเห็นแบบจำลองของโครงการได้อย่างใกล้เคียงความจริงมากที่สุด ส่วนผู้ออกแบบมีหน้าที่สร้างแบบจำลองผ่านการทำงานของ BIM ทั้งแบบจำลองสถาปัตยกรรมแบบจำลองโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ นอกจากนี้การตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้างยังเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบอีกด้วย หน้าที่ของผู้ควบคุมงานคือตรวจสอบการทำงานของผู้ออกแบบในช่วงการสร้างแบบจำลอง สุดท้ายหน้าที่ของผู้รับจ้างคือตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้างถัดจากผู้ออกแบบ เพื่อนำแบบจำลองนี้มาใช้ในการก่อสร้าง ตารางที่ 5.2 แสดงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง

ตารางที่ 5.2 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง

| กระบวนการ                                   | ช่วงโครงการ      | บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่อาศัย BIM ช่วงก่อนก่อสร้าง |           |              |            |
|---|------------------|--|-----------|--------------|------------|
|   |                  | เจ้าของโครงการ   | ผู้ออกแบบ | ผู้ควบคุมงาน | ผู้รับจ้าง |
| 1. สร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรม                 | ช่วงก่อนก่อสร้าง | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้จัดทำ  | ผู้ตรวจสอบ   | -          |
| 2. เจ้าของอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรม        |                  | ผู้จัดทำ   | -         | -            | -          |
| 3. สร้างแบบจำลองโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ |                  | -  | ผู้จัดทำ  | ผู้ตรวจสอบ   | -          |
| 4. ตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้าง               |                  | -  | ผู้จัดทำ  | ผู้ตรวจสอบ   | ผู้ตรวจสอบ |

### 5.3 กรอบแนวคิดของกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัยการจำลองสารสนเทศอาคาร

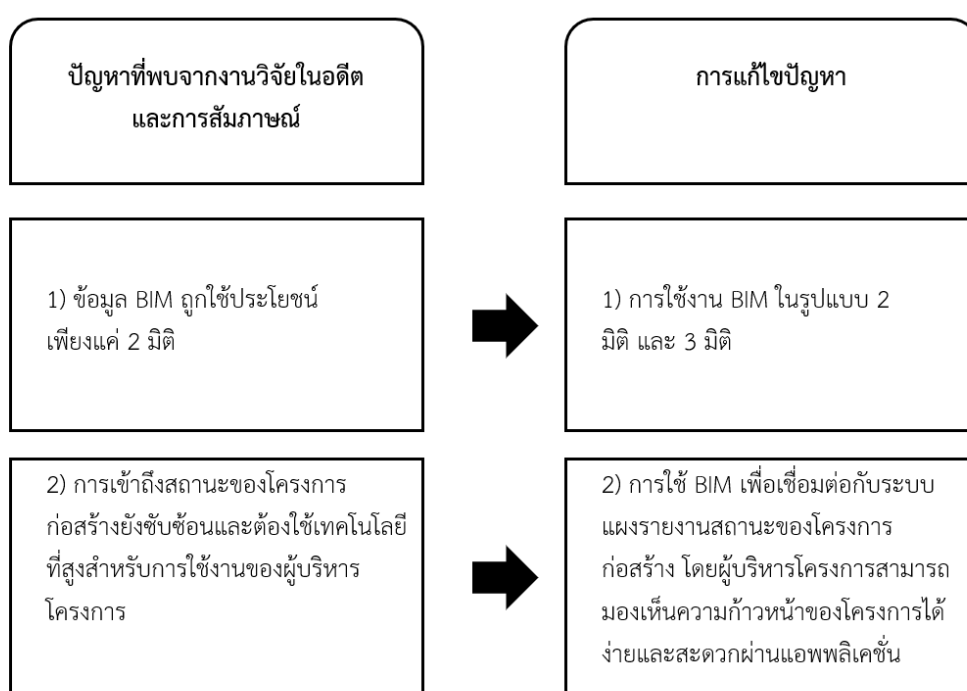
จากการสัมภาษณ์และการศึกษางานวิจัยพบว่าในช่วงระหว่างการก่อสร้าง การใช้ประโยชน์ BIM ในด้านการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างยังมีข้อจำกัด 2 ประเด็น คือ

1) ข้อมูล BIM ถูกใช้ประโยชน์เพียงแค่ 2 มิติ นั่นคือข้อมูลด้านตัวเลขหรือตัวอักษรเท่านั้น สำหรับงานวิจัยต่าง ๆ พบว่ามีการนำข้อมูลที่ได้จาก BIM ส่งต่อให้กับโปรแกรมแผ่นตารางทำการเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้งานสำหรับด้านการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง แต่ไม่พบงานวิจัยและการปฏิบัติจริงที่ใช้ข้อมูล 3 มิติของ BIM ในการพัฒนาเรื่องการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดสำหรับการใช้งาน BIM ทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ เพื่อให้ BIM ถูกนำมาใช้ในช่วงระหว่างการก่อสร้างอย่างประโยชน์มากที่สุด

2) การเข้าถึงสถานะของโครงการก่อสร้างยังซับซ้อนและต้องใช้เทคโนโลยีที่สูงสำหรับการใช้งานของผู้บริหารโครงการ ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบว่าผู้บริหารโครงการต้องการใช้ประโยชน์จาก BIM ให้มากที่สุด และสามารถเข้าถึงข้อมูล BIM ได้โดยง่าย

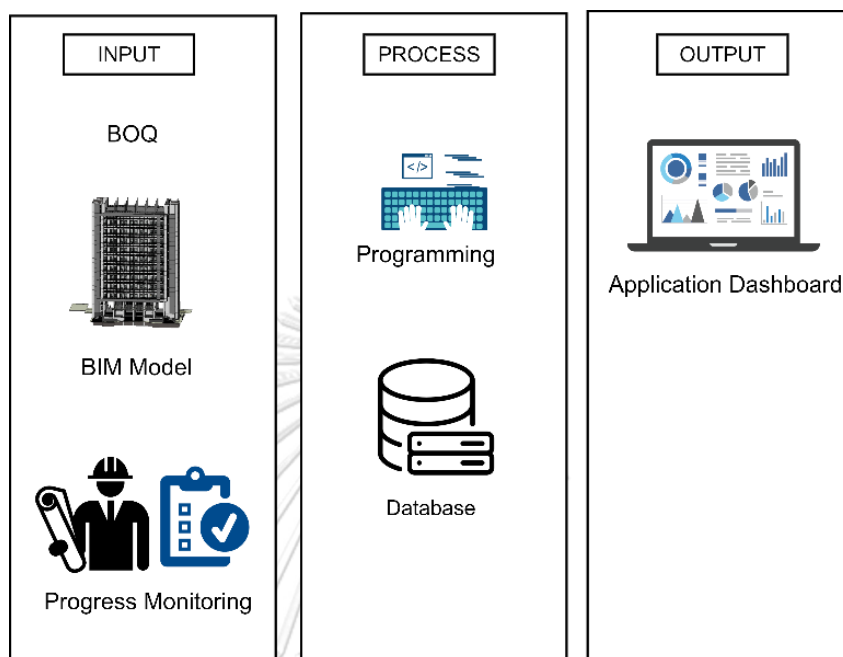
งานวิจัยนี้เสนอแนวคิดสำหรับการใช้ BIM สำหรับการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในช่วงระหว่างก่อสร้าง โดยผู้บริหารโครงการสามารถมองเห็นความก้าวหน้าของโครงการได้ง่ายและสะดวกผ่านแอปพลิเคชัน รูปที่ 5.5 แสดงปัญหาที่พบในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ BIM และการแก้ไขปัญหา



รูปที่ 5.5 ปัญหาที่พบในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ BIM และการแก้ไขปัญหา

แนวคิดสำหรับการใช้ BIM สำหรับการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในช่วงระหว่างก่อสร้างประกอบด้วยข้อมูลนำเข้าคือรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงานแบบจำลอง BIM และข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง กระบวนการสำหรับแนวคิดนี้คือการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการนำข้อมูลทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่ได้จาก BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง และยังพัฒนาคลังข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง เพื่อส่งออกเป็นแอปพลิเคชันผังรายงานใช้สำหรับ

แสดงสถานะของโครงการก่อสร้างให้ผู้บริหารโครงการรับทราบและสามารถใช้ประโยชน์จาก BIM ได้สูงสุด รูปที่ 5.6 แสดงข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลส่งออกสำหรับแนวคิดการนำ BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 5.6 ข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลส่งออกสำหรับแนวคิดการนำ BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

#### 5.4 สรุปท้ายบท

บทนี้ได้สรุปผลของการสัมภาษณ์ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในเรื่องของกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งสามารถสรุปได้ 3 ประเด็นหลักคือ กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือช่วงก่อนการก่อสร้าง ซึ่งพบกระบวนการที่เพิ่มขึ้นมาจากกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน 4 กระบวนการ ประกอบไปด้วย กระบวนการสร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรม กระบวนการที่เจ้าของอนุมัติแบบจำลองสถาปัตยกรรม กระบวนการสร้างแบบจำลองงานโครงสร้างและแบบจำลองงานระบบ และกระบวนการตรวจสอบปัญหาของแบบก่อสร้าง ส่วนช่วงระหว่างก่อสร้างไม่พบกระบวนการทำงานที่แตกต่างจากการทำงานในรูปแบบปัจจุบัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้สรุปบทบาทหน้าที่ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินการดังกล่าวคือ ผู้ออกแบบ เจ้าของ

โครงการ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง สุดท้ายบทนี้จะกล่าวถึงกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการติดตาม และควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM เริ่มจากนำปัญหาที่พบจากการ สัมภาษณ์และการศึกษางานวิจัยในช่วงระหว่างการก่อสร้างเป็นแนวคิดสำคัญเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ยังกล่าวถึงข้อมูลนำเข้า กระบวนการ และข้อมูลส่งออกสำหรับแนวคิดการนำ BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง



## บทที่ 6

### กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ ระบบแผนรายงาณกับการจำลองสารสนเทศอาคาร

บทนี้ได้นำกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบันมาพัฒนาให้เป็นกระบวนการซึ่งสามารถเชื่อมต่อแบบจำลอง BIM โดยผู้วิจัยพัฒนาโดยใช้กระบวนการทำงานให้ใกล้เคียงกับการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM มากที่สุด เพื่อถ่ายทอดการนำมาปฏิบัติจริงของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM เริ่มตั้งแต่ช่วงก่อนการก่อสร้างซึ่งมีกิจกรรมเพิ่มเข้ามา 2 กิจกรรม คือการจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM และการสร้างรูปแบบแผนรายงาน ส่วนกระบวนการในระหว่างการก่อสร้างเปลี่ยนแปลงจากเดิมทั้งหมด 4 กิจกรรม คือการสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์ การปรับข้อมูลหน้างานจริง การปรับแผนตารางทำการแผนรายงาน และการปรับแผนรายงาน นอกจากนี้บทนี้ยังกล่าวถึงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งจะประกอบไปด้วยผู้บริหารโครงการ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง สุดท้ายบทนี้กล่าวถึงข้อมูลภายในแผนรายงาน ความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสำหรับผู้บริหารโครงการซึ่งประกอบด้วยข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ ข้อมูลความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง ข้อมูลความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ หลังจากนั้น และโครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้กับโครงการ BIM โดยเฉพาะ ไม่ว่าจะพัฒนาแบบก่อสร้างโดยการใช้ BIM หรือประมาณราคาก็ตามการใช้งาน BIM เหล่านี้เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาพัฒนาเพื่อสร้างเป็นแผนรายงานโดยอาศัย BIM สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงโครงการที่ใช้ BIM ในการก่อสร้าง โดยจากการศึกษางานวิจัยและสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ พบว่าโครงการ BIM ส่วนใหญ่ในประเทศไทยใช้ BIM เพียงช่วงการออกแบบโครงการ ตรวจสอบแบบก่อสร้าง และการประมาณราคาเท่านั้น ไม่มีการนำ BIM มาใช้งานด้านการรายงานความก้าวหน้าของโครงการ ซึ่งงานวิจัยนี้ BIM จะถูกนำมาใช้ด้านการสร้างรายงานความก้าวหน้าให้ผู้บริหารรับทราบ เพื่อให้ BIM เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับโครงการก่อสร้าง ดังตารางที่ 6.1 แสดงการใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้างและระบบแผนรายงานในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM



ตารางที่ 6.1 การใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบันและกระบวนการของระบบแผนงานในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ BIM

| ขั้นตอนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง | การใช้งาน BIM ปัจจุบันโดยส่วนมากในโครงการก่อสร้างของประเทศไทย |     | ระบบแผนงานในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ BIM |     |
|---|---|-----|---|-----|
|   | No BIM  | BIM | No BIM  | BIM |
| การออกแบบโครงการก่อสร้าง                                |   | X   |   | X   |
| ตรวจสอบแบบก่อสร้าง                                      |   | X   | X   | X   |
| ประมาณราคา  | X   | X   | X   | X   |
| แผนตารางงาน   | X   | X   | X   | X   |
| การติดตามความก้าวหน้า (เก็บข้อมูล)                      | X   |     | X   |     |
| การสร้างรายงานความก้าวหน้า                              | X   |     |   | X   |
| บำรุงรักษาอาคาร   |   | X   |   | X   |

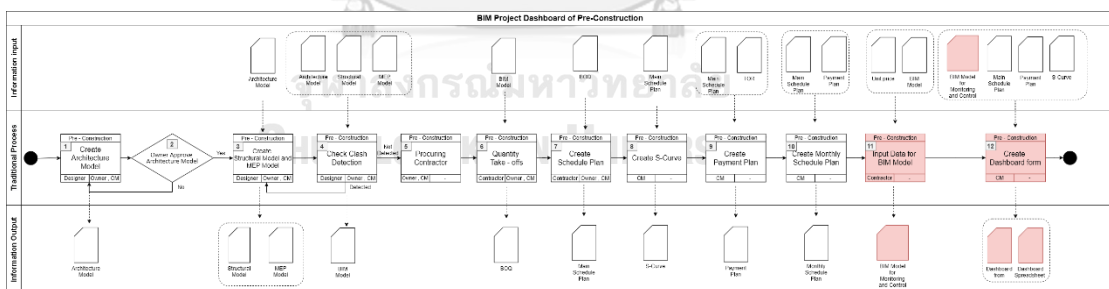
### 6.1 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบแผนงานกับการจำลองสารสนเทศอาคารในช่วงก่อนการก่อสร้าง

กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ถูกพัฒนาขึ้นมาจากกระบวนการในปัจจุบันเพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้พัฒนาระบบสามารถดำเนินงานคล้ายกับการทำงานในรูปแบบดั้งเดิม โดยวัตถุประสงค์หลักของกระบวนการนี้คือสามารถนำไปใช้งานกับโครงการก่อสร้างได้จริง ไม่ปรับเปลี่ยนการทำงานในรูปแบบเดิมมากนัก และสิ่งสำคัญคือต้องนำแบบจำลอง BIM มาใช้ในการติดตามและควบคุมโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

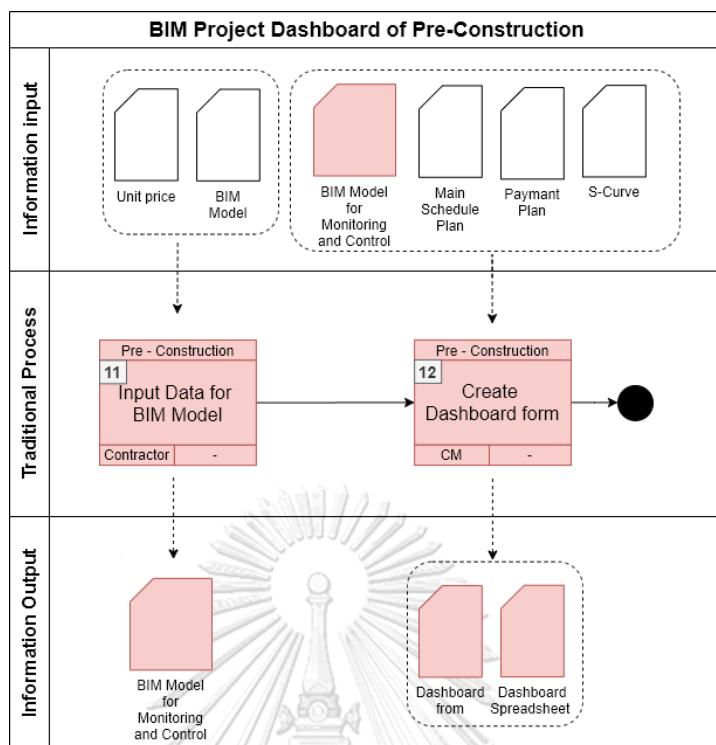
กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้าง โดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกันทั้งหมด 14 กิจกรรม แบ่งเป็นช่วงก่อนการก่อสร้าง 9 กิจกรรมและช่วงระหว่างการก่อสร้าง 5 กิจกรรม ซึ่งผู้มีหน้าที่รับผิดชอบประกอบด้วย 4 ฝ่ายหลัก คือ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้าง และผู้ควบคุมงาน

กระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้าง ประกอบไปด้วยการทำงานทั้งหมด 9 ขั้นตอน ซึ่ง 7 ขั้นตอนแรกจะเหมือนกับการทำงานในรูปแบบปัจจุบัน และ 2 กระบวนการหลังจะเป็นกระบวนการที่เพิ่มเติมคือการจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM และการสร้างรูปแบบแผนรายงาน

กระบวนการสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้าง เริ่มจากผู้ออกแบบพัฒนาแบบก่อสร้างหรือแบบจำลอง BIM ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ โดยแบบจำลอง BIM ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบ หลังจากนั้นผู้ออกแบบนำแบบจำลอง BIM ทั้ง 3 รวมเข้าด้วยกัน เพื่อตรวจสอบความเข้ากันของแบบจำลอง จากนั้นจึงจัดหาผู้รับจ้าง โดยควรมีสัญญาจ้างก่อสร้างที่ระบุเกี่ยวกับการใช้แบบจำลอง BIM ในโครงการก่อสร้างโดยเฉพาะ และมีกำหนดการนำแบบจำลอง BIM มาใช้งานเพื่อสร้างแผนรายงานสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง หลังจากนั้นผู้รับจ้างดำเนินการสร้าง BOQ แผนงานหลักและแผนการจ่ายเงินเพื่อส่งต่อให้เจ้าของโครงการและผู้ควบคุมงาน ถัดมาจะเป็นกระบวนการใหม่ที่เพิ่มขึ้นมาคือผู้ควบคุมงานดำเนินการจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM โดยเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง สุดท้ายผู้ควบคุมงานต้องสร้างรูปแบบของแผนรายงานเพื่อนำรูปแบบนี้ไปใช้ต่อในช่วงระหว่างการก่อสร้าง รูปที่ 6.1 และ 6.2 แสดงกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้าง



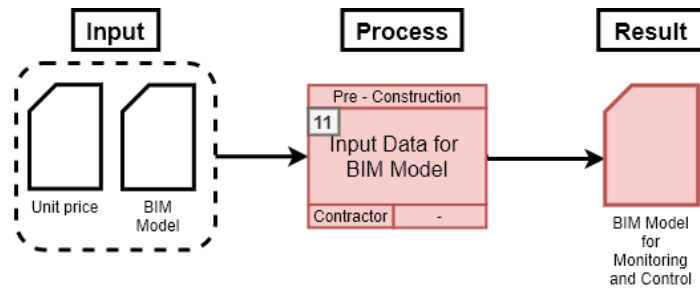
รูปที่ 6.1 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้าง



รูปที่ 6.2 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงก่อนการก่อสร้างกระบวนการที่ 11 และ 12

#### 11) การจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM

การจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM มีความสำคัญอย่างมากสำหรับการพัฒนาระบบแผนงาน หากข้อมูลไม่ดีพอหรือข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์จะทำให้การดำเนินงานในขั้นตอนถัดไปเกิดปัญหา ซึ่งการจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง โดยวัตถุประสงค์หลักในขั้นตอนนี้คือเพิ่มข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสร้างแผนงานในแบบจำลอง BIM โดยข้อมูลที่เพิ่มในแบบจำลอง BIM คือ ราคาต่อหน่วยขององค์ประกอบชิ้นงาน โดยจะรวมถึงราคาของวัสดุและราคาค่าแรงด้วย รูปที่ 6.3 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการป้อนข้อมูลในแบบจำลอง BIM โดยข้อมูลนำเข้าคือราคาต่อหน่วยและแบบจำลอง BIM ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือแบบจำลอง BIM สำหรับการนำมาใช้กับแผนงานสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

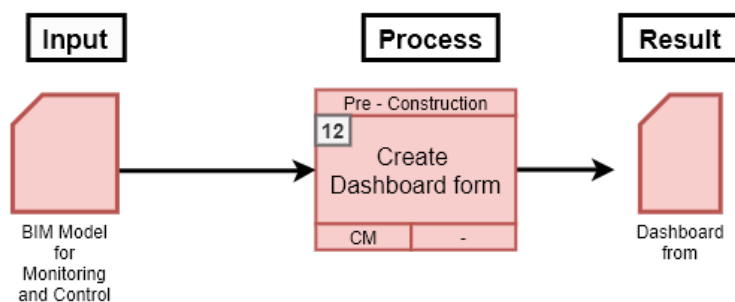


รูปที่ 6.3 กระบวนการป้อนข้อมูลใน แบบจำลอง BIM

## 12) การสร้างรูปแบบแผนรายงาน

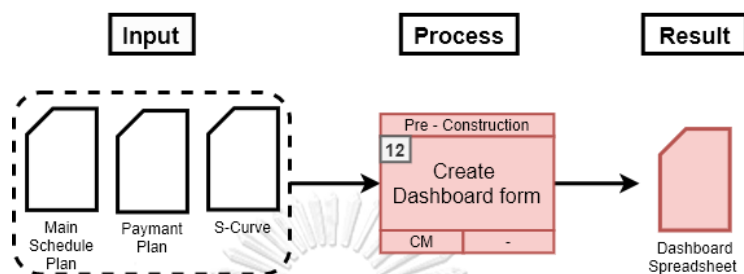
เมื่อได้แบบจำลอง BIM สำหรับการนำมาใช้กับแผนรายงานสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว ต่อไปคือกระบวนการสร้างแผนรายงานที่จะเป็นต้นแบบในการปรับปรุงข้อมูลในช่วงระหว่างก่อสร้าง โดยหน้าที่ในการสร้างรูปแบบแผนรายงานคือผู้ควบคุมงาน กระบวนการสร้างแผนรายงานมีทั้งหมด 2 ส่วน คือการสร้างรูปแบบการแสดงผลของแผนรายงาน และการสร้างแผนตารางทำการสำหรับแผนรายงาน

ส่วนแรกคือกระบวนการสร้างรูปแบบแผนรายงาน โดยกระบวนการนี้ใช้โปรแกรม Unity ในการพัฒนาและใช้ C# ในโปรแกรม Microsoft visual studio สำหรับเขียนโปรแกรมให้ Unity สามารถทำงานได้ รูปที่ 6.4 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการสร้างรูปแบบการแสดงผลของแผนรายงาน โดยข้อมูลนำเข้าคือแบบจำลอง BIM สำหรับการนำมาใช้กับแผนรายงานสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือรูปแบบการแสดงผลของแผนรายงาน



รูปที่ 6.4 กระบวนการการสร้างรูปแบบการแสดงผลของแผนรายงาน

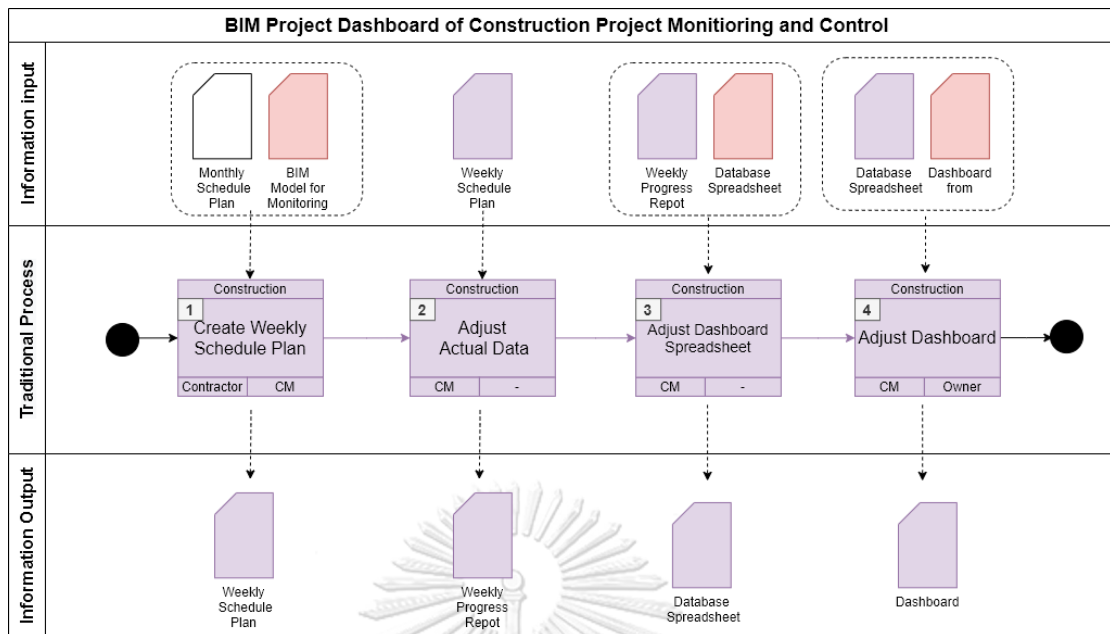
ส่วนที่สองคือการสร้างแผ่นตารางทำการสำหรับแผนงาน โดยมีข้อมูลที่สำคัญคือแผนงานหลัก แผนการชำระเงิน และเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือแผ่นตารางทำการสำหรับแผนงาน รูปที่ 6.5 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการสร้างแผ่นตารางทำการสำหรับแผนงาน



รูปที่ 6.5 กระบวนการสร้างแผ่นตารางทำการสำหรับแผนงาน

## 6.2 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบแผนงานกับการจำลองสารสนเทศอาคารในช่วงระหว่างการก่อสร้าง

ช่วงระหว่างการก่อสร้างเป็นส่วนหลักของการพัฒนาระบบแผนงานนี้ ซึ่งกระบวนการในช่วงนี้จะถูกใช้ตลอดการดำเนินงานก่อสร้าง โดยเริ่มจากผู้รับจ้างสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์ผ่านแบบจำลอง BIM และส่งต่อข้อมูลองค์ประกอบของชิ้นงานดังกล่าวมาจากแผ่นตารางทำการ หลังจากนั้นผู้ควบคุมงานประเมินผลงานที่ทำได้จริงโดยอ้างอิงจากแผนรายงานประจำสัปดาห์ดังกล่าว ซึ่งผลงานที่ผู้ควบคุมงานประเมินจำเป็นต้องได้รับความเห็นชอบของผู้รับจ้างด้วย หลังจากนั้นผู้ควบคุมงานจะสร้างแผ่นตารางทำการสำหรับแผนงาน และสุดท้ายผู้ควบคุมงานมีหน้าที่ในการสร้างแผนงานสำหรับการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM รูปที่ 6.6 แสดงกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง



รูปที่ 6.6 กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง

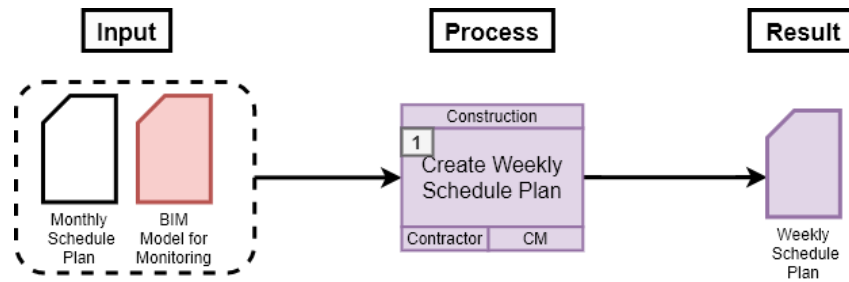
#### 1) การสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์

การสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

- (1) การสร้างโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลอง BIM กับแผนตารางทำการ
- (2) ผู้รับจ้างเลือกองค์ประกอบชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานรายสัปดาห์
- (3) ผู้รับจ้างส่งต่อข้อมูลมายังแผนตารางทำการเพื่อสร้างเป็นแผนรายงานประจำสัปดาห์

- (4) ผู้รับจ้างส่งต่อแผนรายงานประจำสัปดาห์ให้กับผู้ควบคุมงาน

โดยรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของ 4 ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงในบทที่ 7 วัตถุประสงค์ของกระบวนการนี้คือการสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์ ข้อมูลนำเข้าประกอบด้วยแผนงานประจำเดือน และ แบบจำลอง BIM สำหรับการนำมาใช้กับแผนรายงานสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือแผนรายงานประจำสัปดาห์ รูปที่ 6.7 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์



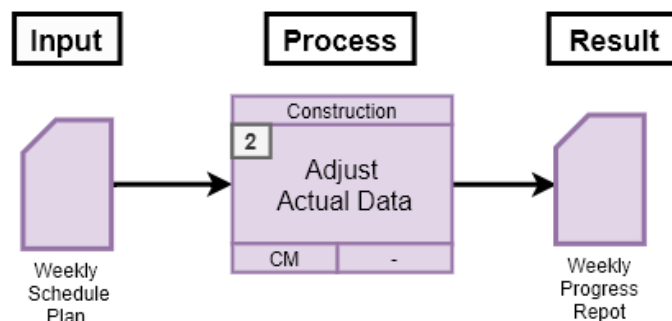
รูปที่ 6.7 กระบวนการสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์

## 2) การปรับข้อมูลหน้างานจริง

กระบวนการปรับข้อมูลหน้างานจริงเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงาน โดยตรวจสอบผลงานหน้างานจริงของผู้รับจ้างผ่านการใช้แผนตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ที่ผู้รับจ้างได้สร้างขึ้นจากกระบวนการที่ 1 ซึ่งมีทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ

- (1) ผู้ควบคุมงานตรวจสอบหน้างานผ่านแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง
- (2) ผู้ควบคุมงานสร้างรายงานประจำสัปดาห์โดยอ้างอิงข้อมูลจากแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง

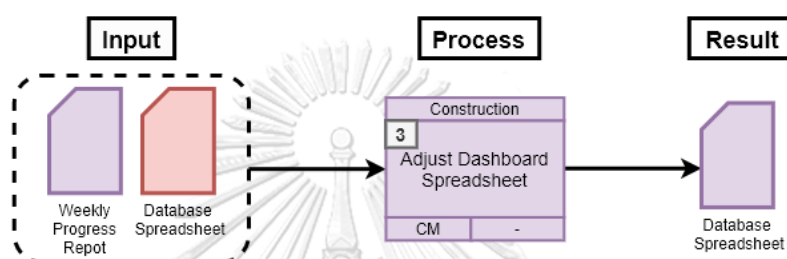
รายละเอียดขั้นตอนทั้ง 2 ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงในบทที่ 7 วัตถุประสงค์ของกระบวนการนี้คือการสร้างรายงานประจำสัปดาห์ที่อยู่ในรูปแบบของแผนตารางทำการ ข้อมูลนำเข้าของกระบวนการนี้ประกอบด้วยแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง สำหรับผลลัพธ์ของกระบวนการปรับข้อมูลหน้างานจริงคือรายงานประจำสัปดาห์ของผู้ควบคุมงาน รูปที่ 6.8 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการปรับข้อมูลหน้างานจริง



รูปที่ 6.8 กระบวนการปรับข้อมูลหน้างานจริง

### 3) การปรับแผนตารางทำการแผนงาน

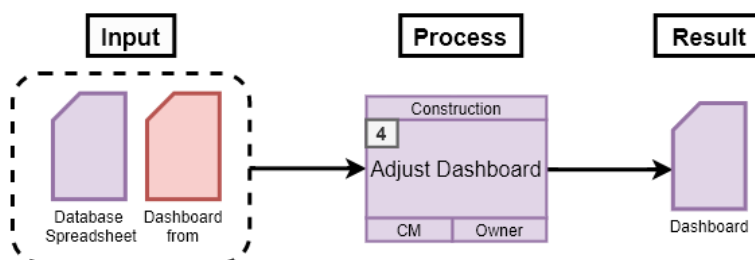
กระบวนการปรับแผนตารางทำการแผนงานเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงาน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลรายงานประจำสัปดาห์ของผู้ควบคุมงานมาใส่ยังแผนตารางทำการแผนงาน ข้อมูลนำเข้าประกอบด้วยแผนตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์ของผู้ควบคุมงานและแผนตารางทำการสำหรับแผนงาน ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้คือแผนตารางทำการแผนงานซึ่งคือผลการดำเนินงานปัจจุบันของผู้รับจ้าง รูปที่ 6.9 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการปรับแผนตารางทำการแผนงาน



รูปที่ 6.9 กระบวนการปรับแผนตารางทำการแผนงาน

### 4) การปรับแผนงาน

กระบวนการปรับแผนงานสำหรับงานวิจัยนี้จะดำเนินการปรับทุก ๆ 1 สัปดาห์เพื่อให้ผู้บริหารโครงการสามารถติดตามความก้าวหน้าของโครงการได้อย่างใกล้ชิด กระบวนการปรับแผนงานเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงาน ขั้นตอนนี้บุคลากรผู้ดำเนินการปรับปรุงแผนงานจำเป็นต้องมีความรู้เบื้องต้นในด้านการใช้งานโปรแกรม Unity เพื่อใช้สำหรับแก้ไขแผนงาน ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญสำหรับกระบวนการปรับแผนงานประกอบด้วยแผนตารางทำการแผนงานที่ผู้ควบคุมงานสร้างจากขั้นตอนที่ 3 ผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือแผนงานสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ BIM ขั้นตอนสำหรับกระบวนการปรับแผนงานอย่างละเอียดจะระบุในบทที่ 7 รูปที่ 6.10 แสดงข้อมูลนำเข้าของผลลัพธ์ของกระบวนการปรับแผนงาน



รูปที่ 6.10 กระบวนการปรับแผนงาน



ตารางที่ 6.2 แสดงวัตถุประสงค์ ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ของกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ทั้งในช่วงก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้าง

ตารางที่ 6.2 วัตถุประสงค์ ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ของกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

| ช่วง             | กระบวนการทำงานที่เพิ่มเข้ามาจากกระบวนการปัจจุบัน | วัตถุประสงค์ของกระบวนการ   | ข้อมูลนำเข้า  | ผลลัพธ์   |
|------------------|--|--|---|---|
| ช่วงก่อนก่อสร้าง | การจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM                    | การรวบรวมข้อมูลที่เป็นจำเป็นสำหรับการสร้างแผนรายงานในแบบจำลอง BIM            | ราคาต่อหน่วยและแบบจำลอง BIM   | แบบจำลอง BIM สำหรับการนำมาใช้กับแผนรายงานสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM |
|                  | การพัฒนารูปแบบแผนรายงาน                          | การสร้างรูปแบบการแสดงผลของแผนรายงาน และการสร้างแผ่นตารางทำการสำหรับแผนรายงาน | แบบจำลอง BIM สำหรับการนำมาใช้กับแผนรายงานสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM แผนงานหลัก แผนการชำระเงิน และเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า | รูปแบบการแสดงผลของแผนรายงานและแผ่นตารางทำการสำหรับแผนรายงาน   |

ตารางที่ 6.2 วัตถุประสงค์ ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ของกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM (ต่อ)

| ช่วง                | กระบวนการทำงานที่<br>เพิ่มเข้ามาจาก<br>กระบวนการปัจจุบัน | วัตถุประสงค์ของ<br>กระบวนการ  | ข้อมูลนำเข้า  | ผลลัพธ์  |
|---------------------|--|---|---|--|
| ช่วงระหว่างก่อสร้าง | การสร้างแผนรายงาน<br>ประจำสัปดาห์                        | การสร้างแผนรายงาน<br>ประจำสัปดาห์   | แผนงาน<br>ประจำเดือนและ<br>แบบจำลอง BIM<br>สำหรับการนำมาใช้<br>กับแผนรายงาน<br>สำหรับกระบวนการ<br>ติดตามและควบคุม<br>ความก้าวหน้าของ<br>โครงการก่อสร้างโดย<br>อาศัย BIM | แผ่นตารางทำการ<br>แผนรายงาน<br>ประจำสัปดาห์ของ<br>ผู้รับจ้าง                                   |
|                     | การปรับข้อมูลหน้า<br>งานจริง                             | การสร้างรายงาน<br>ประจำสัปดาห์ที่อยู่ใน<br>รูปแบบของแผ่นตาราง<br>ทำการ                            | แผนรายงานประจำ<br>สัปดาห์ของผู้รับจ้าง  | แผ่นตารางทำการ<br>รายงานประจำ<br>สัปดาห์ของผู้<br>ควบคุมงาน                                    |
|                     | การปรับแผ่นตาราง<br>ทำการแผนรายงาน                       | การนำข้อมูลรายงาน<br>ประจำสัปดาห์ของผู้<br>ควบคุมงานมาใส่ยัง<br>แผ่นตารางทำการแผน<br>รายงาน       | รายงานประจำ<br>สัปดาห์ของผู้ควบคุม<br>งานและแผ่นตาราง<br>ทำการแผนรายงาน   | แผ่นตารางทำการ<br>แผนรายงาน  |
|                     | การปรับแผนรายงาน   | การปรับแผนรายงาน<br>สำหรับการติดตามและ<br>ควบคุมโครงการ<br>ก่อสร้างซึ่งสามารถ<br>เชื่อมต่อกับ BIM | แผ่นตารางทำการ<br>แผนรายงานที่ผู้<br>ควบคุมงาน  | แผนรายงาน<br>สำหรับการติดตาม<br>และควบคุม<br>โครงการก่อสร้าง<br>ซึ่งสามารถ<br>เชื่อมต่อกับ BIM |

### 6.3 บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร มีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการดังกล่าวทั้งหมด 3 กลุ่มใหญ่คือ ผู้บริหารโครงการ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง แต่ละฝ่ายจะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป หน้าที่หลักของเจ้าของโครงการคือตรวจสอบผังรายงานสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ BIM ในเรื่องความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง โครงการในปัจจุบันเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ ทั้งทางด้านเวลา ค่าใช้จ่าย และคุณภาพ ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการปรับปรุงข้อมูลหน้างานจริงร่วมกับผู้ควบคุมงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในปริมาณงานที่เกิดขึ้น สุดท้ายบทบาทที่สำคัญที่สุดสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการโดยอาศัย BIM คือผู้ควบคุมงาน โดยจะเป็นผู้สร้างฐานข้อมูล สร้างผังรายงาน ปรับปรุงข้อมูลหน้างานจริงร่วมกับผู้รับจ้าง ตรวจสอบข้อมูลหน้างานจริง ปรับปรุงข้อมูลหน้างานจริงในฐานข้อมูล ปรับปรุงหน้าผังรายงาน และรายงานความก้าวหน้าของโครงการในรูปแบบผังรายงาน โดยในกระบวนการดังกล่าว ผู้ควบคุมงานควรจะมีบุคลากรที่ดูแลด้านการใช้งานผังรายงานโดยเฉพาะ นอกเหนือจากการทำงานในส่วนอื่น ตารางที่ 6.3 แสดงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร

ตารางที่ 6.3 แสดงบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร

| กระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบผังรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร | ช่วงโครงการ            | บทบาทของผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง |              |                    |
|---|------------------------|--|--------------|--------------------|
|   |                        | ผู้บริหารโครงการ                       | ผู้ควบคุมงาน | ผู้รับจ้าง         |
| การป้อนข้อมูลใน แบบจำลอง BIM  | ช่วงก่อนก่อสร้าง       | -                                      | -            | ผู้จัดทำ           |
| การสร้างรูปแบบผังรายงาน   |                        | -                                      | ผู้จัดทำ     | -                  |
| การสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์   | ช่วงระหว่างการก่อสร้าง | -                                      | -            | ผู้จัดทำ           |
| การปรับข้อมูลหน้างานจริง  |                        | -                                      | ผู้จัดทำ     | ผู้จัดทำ<br>(ร่วม) |
| การปรับแผนตารางทำการผังรายงาน   |                        | -                                      | ผู้จัดทำ     | -                  |
| การปรับผังรายงาน  |                        | ตรวจสอบ                                | ผู้จัดทำ     | -                  |

#### 6.4 ข้อมูลภายในกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้ระบบ แผนรายงานกับการจำลองสารสนเทศอาคาร

การสร้างแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องมีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูล รูปแบบการแสดงผล หรือแม้แต่ความง่ายต่อการเข้าถึงของผู้ใช้งาน ข้อมูลที่ผู้บริหารต้องการเป็นข้อมูลที่แสดงถึงภาพรวมของโครงการที่สามารถทำให้ผู้บริหารตัดสินใจได้ง่าย รวมถึงข้อมูลที่มีความผิดปกติของการดำเนินงานจากแผนงานและความก้าวหน้าของการดำเนินงานที่ไม่เป็นไปตามแผนการดำเนินงาน

ข้อมูลภายในแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างถูกพัฒนาขึ้นจากรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้าง เนื่องจากเป็นเอกสารสำคัญในการแสดงรายละเอียดข้อมูลพื้นฐานประจำสัปดาห์ที่ผู้บริหารจำเป็นต้องทราบ จากการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ พบว่ารายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์มีข้อมูล 2 ประเภท คือข้อมูลระดับโครงการและข้อมูลระดับกิจกรรม ข้อมูลระดับโครงการหมายถึงข้อมูลที่แสดงถึงภาพรวมต่าง ๆ ของงานก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาก่อสร้าง การชำระเงินตามงวดงาน และความก้าวหน้าโดยรวมของโครงการ ส่วนข้อมูลระดับกิจกรรมคือข้อมูลที่บอกถึงรายละเอียดเป็นส่วนเล็ก ๆ ในระดับองค์ประกอบ เช่น การก่อสร้างเสา C2 ของชั้น 3

ทั้งนี้ การแสดงข้อมูลภายในแผนรายงานจากข้อมูลระดับโครงการและข้อมูลระดับกิจกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ ข้อมูลความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง ซึ่งทั้งคู่เป็นข้อมูลระดับโครงการ และข้อมูลระดับกิจกรรมคือความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ ทั้งนี้ รายละเอียดข้อมูลระดับโครงการของแผนรายงานจะบ่งบอกระยะเวลาการก่อสร้าง ซึ่งแสดงถึงจำนวนวันของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน จำนวนวันที่เหลือของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน ร้อยละจำนวนวันของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน และร้อยละจำนวนวันที่เหลือของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน ส่วนการชำระเงินงวดงานสำหรับผู้ควบคุมงานจะแสดงถึงรายละเอียดการจ่ายเงินของเจ้าของให้ผู้ควบคุมงาน เช่นเดียวกับการชำระเงินงวดงานสำหรับผู้รับจ้าง จะแสดงถึงรายละเอียดการชำระเงินงวดงานสำหรับผู้รับจ้าง และประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน จะกล่าวถึงผลงานที่เกิดขึ้นจริงประจำเดือนของผู้รับจ้าง และความก้าวหน้าการทำงานจริงประจำเดือนที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับแผนที่ได้วางไว้ สุดท้ายสำหรับข้อมูลระดับโครงการ แผนรายงานจะกล่าวถึงประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน ซึ่งจะแสดงผลงานที่เกิดขึ้นจริงของผู้รับจ้างตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน ส่วนรายละเอียดข้อมูลระดับกิจกรรมจะแสดงถึงตำแหน่งองค์ประกอบที่เกิดขึ้นจริงจาก

การทำงานของผู้รับจ้าง ผ่านแบบจำลอง 3 มิติ โดยข้อมูลภายในแผนรายงานสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ข้อมูลภายในแผนรายงาน

|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
| ข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ | <p>ระยะเวลาก่อสร้าง<br/>(time progress)</p>                                      | จำนวนวันของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน                          |
|                              |  | จำนวนวันที่เหลือของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน                  |
|                              |  | ร้อยละจำนวนวันของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน                    |
|                              |  | ร้อยละจำนวนวันที่เหลือของการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน            |
|                              | <p>ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน<br/>(monthly performance)</p>                     | ผลงานที่เกิดขึ้นจริงรายเดือนของผู้รับจ้าง                                     |
|                              |  | ความก้าวหน้าการทำงานจริงรายเดือนที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับแผนงาน               |
|                              | <p>ประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน<br/>(performance work)</p> | ผลงานที่เกิดขึ้นจริงของผู้รับจ้างตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบัน            |
|                              |  | ความก้าวหน้าการทำงานจริงตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนถึงปัจจุบันเปรียบเทียบกับแผนงาน |

ตารางที่ 6.4 ข้อมูลภายในแผนรายงาน (ต่อ)

|   |   |   |
|---|---|---|
| ข้อมูลความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง                 | การชำระเงินสำหรับผู้ควบคุมงาน<br>(payment consultant progress)        | รายการชำระเงินของผู้ควบคุมงาน   |
|   | การชำระเงินของงวดงานสำหรับผู้รับจ้าง<br>(payment contractor progress) | รายการชำระเงินที่เกิดจากการทำงานงานจริงของผู้รับจ้าง                  |
| ความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ | รายละเอียดการดำเนินงานก่อสร้าง  | ตำแหน่งองค์ประกอบหรือปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริงจากการทำงานของผู้รับจ้าง |

#### 6.4.1 ข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ

ความก้าวหน้าของโครงการ ในแผนรายงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญ คือ ข้อมูลระยะเวลาก่อสร้าง (time progress) ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน (monthly performance) และ ประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน (performance work)

##### 1) ระยะเวลาก่อสร้าง (time progress)

ข้อมูลในแผนรายงานที่แสดงเป็นส่วนแรกคือระยะเวลาก่อสร้าง ซึ่งเป็นข้อมูลระดับโครงการ โดยจะกล่าวถึงระยะเวลาที่ใช้ไปและระยะเวลาดังเหลือสำหรับโครงการก่อสร้าง แสดงถึงความก้าวหน้าของระยะเวลาในโครงการ สำหรับการแสดงผลภายในแผนรายงานนี้จะแสดงผลเป็นแผนภูมิวงกลม ซึ่งง่ายต่อการมองเห็นในรูปแบบที่จำนวนเต็มคือ 100 ดังรูปที่ 6.11 จะแสดงผลแผนภูมิวงกลมของระยะเวลาก่อสร้าง และตารางที่ 6.5 แสดงรายละเอียดข้อมูลด้านระยะเวลาก่อสร้าง



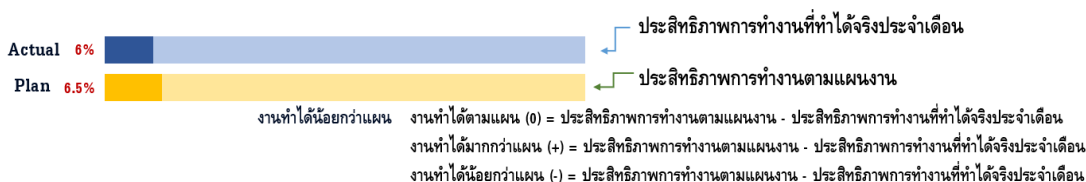
รูปที่ 6.11 แผนภูมิวงกลมของระยะเวลาการก่อสร้าง

ตารางที่ 6.5 รายละเอียดข้อมูลด้านระยะเวลาการก่อสร้าง (time progress)

| รายละเอียดข้อมูลด้านระยะเวลาการก่อสร้าง (Time Progress) |               |            |            |                           |         |                |         |       |
|---|---------------|------------|------------|---------------------------|---------|----------------|---------|-------|
| Required Data   | Work Level    | Data Class | Data Types | Values                    | Measure | Acquisition    | Digital | File  |
| ระยะเวลาการก่อสร้างตามสัญญา                             | Project Level | Static     | Integer    | (1,2,3,4,5,...)           | Ratio   | Already exists | Digital | .xlsx |
| ระยะเวลาการก่อสร้างที่ใช้ไป                             | Project Level | Dynamic    | Integer    | (1,2,3,4,5,...)           | Ratio   | Collect        | Digital | .xlsx |
| ระยะเวลาการก่อสร้างคงเหลือ                              | Project Level | Dynamic    | Integer    | (1,2,3,4,5,...)           | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |
| เปอร์เซ็นต์ระยะเวลาการก่อสร้างที่ใช้ไป                  | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |
| เปอร์เซ็นต์ระยะเวลาการก่อสร้างคงเหลือ                   | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |

2) ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน (monthly performance)

ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือนเป็นข้อมูลระดับโครงการ โดยจะแสดงผ่านกราฟแท่งในแนวนอน ซึ่งจะแสดงข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานที่ทำได้จริงประจำเดือนและประสิทธิภาพการทำงานที่แผนงานได้วางไว้ ทั้งนี้ ข้อมูลทั้งสองสามารถบ่งบอกความต่างของการทำงานจริงประจำเดือนและการทำงานตามแผนได้ หากประสิทธิภาพการทำงานรายเดือนเป็นไปตามแผนงานข้อมูลทั้งสองจะมีตัวเลขที่เท่ากัน และหากทำงานได้น้อยกว่าแผนข้อมูลการทำงานจริงจะมีตัวเลขหรือกราฟที่น้อยกว่าแผนงาน ซึ่งตรงกันข้ามกับการทำงานที่สามารถทำได้มากกว่าแผน โดยรูปที่ 6.12 จะแสดงแผนภูมิแสดงประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน และตารางที่ 6.6 แสดงรายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน



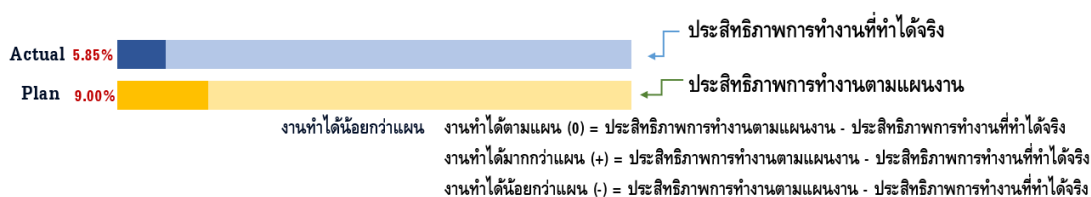
รูปที่ 6.12 แผนภูมิประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน

ตารางที่ 6.6 รายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน (monthly performance)

| รายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน (Monthly Performance) |               |            |            |                           |         |                |         |       |
|---|---------------|------------|------------|---------------------------|---------|----------------|---------|-------|
| Required Data   | Work Level    | Data Class | Data Types | Values                    | Measure | Acquisition    | Digital | File  |
| ประสิทธิภาพการทำงานตามแผนงาน  | Project Level | Static     | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Already exists | Digital | .xlsx |
| ประสิทธิภาพการทำงานที่ทำได้จริงประจำเดือน                             | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Collect        | Digital | .xlsx |
| การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (ตามแผนงาน / ทำได้จริง)                     | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |
| งานทำได้ตามแผน  | Project Level | Dynamic    | String     | งานทำได้ตามแผน            | Nominal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| งานทำได้มากกว่าแผน  | Project Level | Dynamic    | String     | งานทำได้มากกว่าแผน        | Nominal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| งานทำได้น้อยกว่าแผน   | Project Level | Dynamic    | String     | งานทำได้น้อยกว่าแผน       | Nominal | Calculate      | Digital | .xlsx |

### 3) ประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน (performance work)

ประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบันเป็นข้อมูลระดับโครงการในหัวข้อสุดท้าย ซึ่งแสดงถึงการทำงานจริงของผู้รับจ้างตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาจนถึงปัจจุบัน บ่งบอกภาพรวมของโครงการว่าโครงการเกิดความล่าช้าหรือไม่ ซึ่งข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานที่ทำได้จริงนั้นจะมาจากร้อยละความก้าวหน้าจริงของผู้รับจ้าง และประสิทธิภาพการทำงานตามแผนจะนำมาจากเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้าและแผนการก่อสร้างหลัก รูปที่ 6.13 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน และตารางที่ 6.7 แสดงรายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน



รูปที่ 6.13 แผนภูมิประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน



ตารางที่ 6.7 รายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน (performance work)

| รายละเอียดข้อมูลด้านประสิทธิภาพการทำงานเริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน (Performance Work) |               |            |            |                           |         |                |         |       |
|--|---------------|------------|------------|---------------------------|---------|----------------|---------|-------|
| Required Data  | Work Level    | Data Class | Data Types | Values                    | Measure | Acquisition    | Digital | File  |
| ประสิทธิภาพการทำงานตามแผนงาน   | Project Level | Static     | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Already exists | Digital | .xlsx |
| ประสิทธิภาพการทำงานที่ทำได้จริง  | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Collect        | Digital | .xlsx |
| การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (ตามแผนงาน / ทำได้จริง)                                  | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |
| งานทำได้ตามแผน   | Project Level | Dynamic    | String     | งานทำได้ตามแผน            | Nominal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| งานทำได้มากกว่าแผน   | Project Level | Dynamic    | String     | งานทำได้มากกว่าแผน        | Nominal | Calculate      | Digital | .xlsx |
| งานทำได้น้อยกว่าแผน  | Project Level | Dynamic    | String     | งานทำได้น้อยกว่าแผน       | Nominal | Calculate      | Digital | .xlsx |

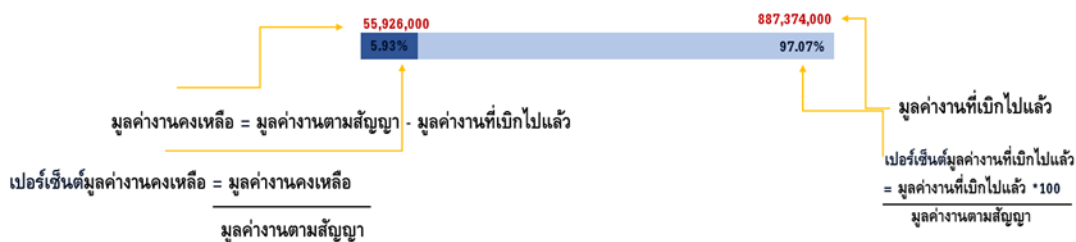
#### 6.4.2 ข้อมูลความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง

การชำระเงินงวดงานสำหรับผู้รับจ้างเป็นข้อมูลระดับโครงการ โดยจะขึ้นอยู่กับความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเป็นหลัก หากโครงการก่อสร้างไม่สามารถปฏิบัติงานได้ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR) ผู้รับจ้างจะไม่สามารถชำระเงินงวดงานได้ และผู้รับจ้างจำเป็นต้องทำงานต่อให้ความก้าวหน้าถึงที่กำหนด ดังตัวอย่างข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง (TOR)

งวดที่ 8 เป็นจำนวนเงิน 4,375,000.00 จะจ่ายให้เมื่อผู้รับจ้างได้ดำเนินการ

- ความก้าวหน้าของงาน แล้วเสร็จสะสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 12.45
- งานระบบป้องกันดินพังและงานชุดดิน แล้วเสร็จสะสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 90
- งานโครงสร้างชั้น 1 แล้วเสร็จ
- งานส่งขออนุมัติรายการวัสดุก่อสร้างหลักที่ต้องได้รับการอนุมัติก่อนการใช้งานสำหรับงวดที่ 9 และงวดที่ 10 แล้วเสร็จ

การแสดงผลภายในแผนรายงานนี้จะแสดงผลเป็นแผนภูมิแท่ง รูปที่ 6.14 จะแสดงผลการชำระเงินงวดงานสำหรับผู้รับจ้าง และตารางที่ 6.8 แสดงรายละเอียดข้อมูลด้านการจ่ายเงินสำหรับผู้รับจ้าง



รูปที่ 6.14 แผนภูมิการชำระเงินสำหรับผู้รับจ้าง

ตารางที่ 6.8 รายละเอียดข้อมูลด้านการจ่ายเงินสำหรับผู้ควบคุมงาน

| รายละเอียดข้อมูลด้านการจ่ายเงินสำหรับผู้รับจ้าง |               |            |            |                           |         |                |         |       |
|---|---------------|------------|------------|---------------------------|---------|----------------|---------|-------|
| Required Data                                   | Work Level    | Data Class | Data Types | Values                    | Measure | Acquisition    | Digital | File  |
| มูลค่างานตามสัญญา                               | Project Level | Static     | Integer    | (1,2,3,4,5,...)           | Ratio   | Already exists | Digital | .xlsx |
| มูลค่างานที่เบิกไปแล้ว                          | Project Level | Dynamic    | Integer    | (1,2,3,4,5,...)           | Ratio   | Collect        | Digital | .xlsx |
| มูลค่างานคงเหลือ                                | Project Level | Dynamic    | Integer    | (1,2,3,4,5,...)           | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |
| เปอร์เซ็นต์มูลค่างานที่เบิกไปแล้ว               | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |
| เปอร์เซ็นต์มูลค่างานคงเหลือ                     | Project Level | Dynamic    | Percentage | (0.01%,0.02%,...,100.00%) | Ratio   | Calculate      | Digital | .xlsx |

#### 6.4.3 ข้อมูลความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

รายละเอียดความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งแบบจำลอง 3 มิติได้มาจากแบบจำลอง BIM ซึ่งถูกบันทึกเป็นเอกสารด้วยนามสกุล FBX เพื่อนำเข้าสู่โปรแกรมสำหรับการทำแผนรายงานคือโปรแกรม Unity และอีกส่วนที่สำคัญสำหรับการแสดงรายละเอียดความก้าวหน้าผ่านแบบจำลอง 3 มิติ นั่นคือข้อมูลภายในองค์ประกอบ โดยข้อมูลภายในองค์ประกอบจะประกอบไปด้วย ระดับชั้น รหัส ชื่อและประเภท และราคาต่อหน่วยขององค์ประกอบ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากแบบจำลอง BIM เช่นเดียวกัน แต่ข้อมูลจะถูกส่งผ่านมายังแผนตารางทำการโดยใช้โปรแกรม Dynamo หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกนำเข้าสู่โปรแกรม Unity ข้อมูลขององค์ประกอบและแบบจำลอง 3 มิติจะแสดงความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างผ่านการควบคุมของการเขียนโปรแกรม C# ในโปรแกรม Microsoft visual studio ตารางที่ 6.9 แสดงข้อมูลด้านความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

การแสดงผลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจะถูกแสดงในรูปแบบของการใช้สีในแบบจำลอง 3 มิติของแอปพลิเคชันแผนรายงาน สีเทาคืองานที่ยังไม่เสร็จ สีเหลืองคืองานที่กำลังดำเนินการ และสีน้ำเงินคืองานที่ทำเสร็จแล้ว

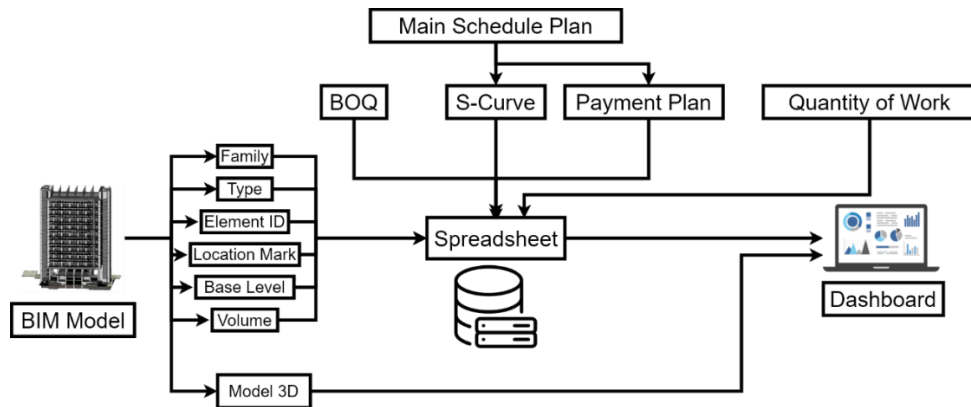
รายละเอียดการดำเนินงานก่อสร้างเป็นข้อมูลที่อยู่ในระดับกิจกรรมเพียงข้อมูลเดียวในแผนงาน ซึ่งสามารถรับรู้ได้ถึงองค์ประกอบที่ผู้รับจ้างทำงานแล้วเสร็จ เช่นการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโครงการ เสา คาน หรือพื้น แผนงานจะสามารถแยกได้ว่าชิ้นส่วนนั้นเป็นงานในด้านใด และสามารถคลิกดูเฉพาะงานได้ ไม่ว่าจะเป็งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง หรือแม้แต่งานระบบ นอกจากนี้ยังสามารถมองเห็นได้ว่าองค์ประกอบนั้น ๆ อยู่ในส่วนใดของโครงการ ผ่านการแสดงในรูปแบบจำลอง 3 มิติ และสามารถแสดงสีความสำเร็จขององค์ประกอบต่าง ๆ ได้ผ่านแบบจำลอง ทำให้ผู้ที่รับทราบข้อมูลนี้จะเห็นภาพการดำเนินการของโครงการได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้เห็นโครงการก่อสร้างในสถานที่จริง

ตารางที่ 6.9 ความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ

| รายละเอียดความก้าวหน้าของโครงการ โดยแสดงผ่านโมเดลสามมิติ (3D Model Details of Project Progress) |                |            |            |         |                |         |       |
|---|----------------|------------|------------|---------|----------------|---------|-------|
| Required Data   | Work Level     | Data Class | Data Types | Measure | Acquisition    | Digital | File  |
| โมเดล 3 มิติ  | Activity Level | Static     | -          | Ratio   | Already exists | Digital | .FBX  |
| ระดับชั้นของชิ้นงาน   | Activity Level | Static     | String     | Ratio   | Already exists | Digital | .xlsx |
| Element ID  | Activity Level | Static     | String     | Ratio   | Already exists | Digital | .xlsx |
| ชื่อและประเภทของชิ้นงาน   | Activity Level | Static     | String     | Nominal | Already exists | Digital | .xlsx |
| ปริมาตร   | Activity Level | Static     | String     | Nominal | Already exists | Digital | .xlsx |
| ราคาของชิ้นงาน  | Activity Level | Static     | String     | Nominal | Already exists | Digital | .xlsx |
| ชิ้นงานที่เสร็จแล้ว   | Activity Level | Dynamic    | String     | Nominal | Collect        | Digital | .xlsx |

#### 6.4.4 โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ประกอบไปด้วยข้อมูลจากแบบจำลอง BIM แผนงานหลัก ข้อมูลรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน แผนการชำระเงิน ตารางความก้าวหน้า และปริมาณงาน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถสร้างเป็นแผนงานผ่านการส่งต่อของข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการส่งต่อข้อมูลของแบบจำลอง BIM สู่แผนตารางทำการ การส่งต่อแบบจำลอง 3 มิติ สู่อุปกรณ์การแสดงผลงาน การส่งต่อข้อมูลรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน แผนการชำระเงิน ตารางความก้าวหน้า และปริมาณงาน สู่แผนตารางทำการ รูปที่ 6.15 แสดงโครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM



รูปที่ 6.15 โครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM

## 6.5 สรุปท้ายบท

บทนี้เริ่มต้นจากการนำกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการในรูปแบบปัจจุบันมาพัฒนาเป็นกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM โดยอธิบายกระบวนการช่วงก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้างประกอบด้วย 12 และ 4 กระบวนการ ตามลำดับ ซึ่งมีกระบวนการใหม่เพิ่มเติมจากรูปแบบปัจจุบัน 6 กระบวนการ โดยแบ่งเป็นช่วงก่อนก่อสร้าง 2 กระบวนการคือ การจัดการข้อมูลในแบบจำลอง BIM และการสร้างรูปแบบแผนรายงาน ช่วงระหว่างการก่อสร้าง 4 กระบวนการคือ การสร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์ การปรับข้อมูลหน้างานจริง การปรับแผนตารางทำการแผนรายงาน และการปรับแผนรายงาน กระบวนการทั้งหมดที่เพิ่มเข้ามาจะมีการอธิบายและยกตัวอย่างอย่างละเอียดในบทที่ 7 ต่อไป หลังจากนั้นจะกล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของผู้บริหารโครงการ ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง สำหรับกระบวนการพัฒนาแผนรายงาน ซึ่งหน้าที่หลักสำหรับการพัฒนาแผนรายงานจะเป็นของผู้ควบคุมงาน คือการสร้างฐานข้อมูล การสร้างแผนรายงาน การปรับปรุงข้อมูลหน้างานจริง การตรวจสอบข้อมูลหน้างานจริง การปรับปรุงข้อมูลหน้างานจริงในฐานข้อมูล การปรับปรุงหน้าแผนรายงาน และการรายงานความก้าวหน้าของโครงการ นอกจากนี้จะกล่าวถึงข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ คือโครงสร้างข้อมูลสำหรับความก้าวหน้าของโครงการ โครงสร้างข้อมูลสำหรับความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้างและข้อมูลสำหรับความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วน โดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ สุดท้ายนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างข้อมูลสำหรับกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูล 5 ส่วนหลักคือ แบบจำลอง BIM แผนงานหลัก ข้อมูลรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน แผนการชำระเงิน ตารางความก้าวหน้าและปริมาณงาน

## บทที่ 7

### ระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

บทนี้นำเสนอระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย 2 หัวข้อ คือสถาปัตยกรรมระบบของผังรายงานและขั้นตอนการพัฒนาระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

ขั้นตอนการพัฒนาระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างประกอบไปด้วย 3 โมดูลคือการเตรียมข้อมูล การพัฒนาแผ่นตารางทำการและการปรับผังรายงาน ซึ่งภายในแต่ละโมดูลมีหัวข้อย่อยเพื่ออธิบายการทำงานอย่างละเอียดของระบบผังรายงาน

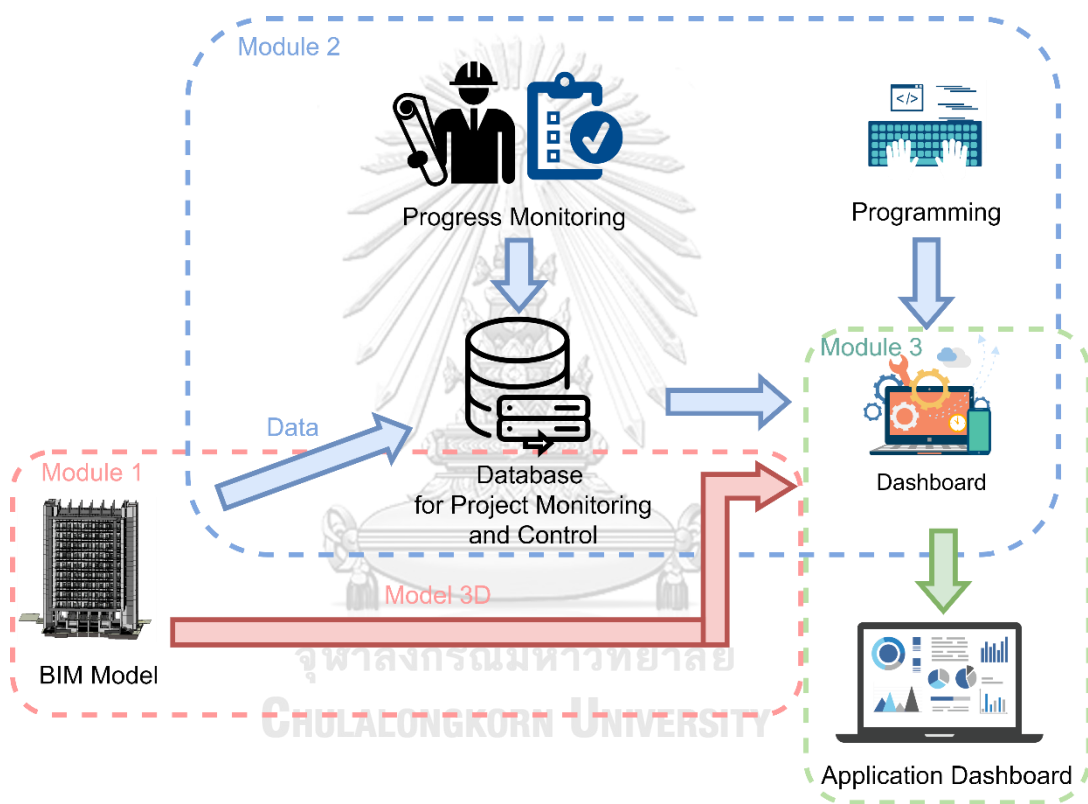
โมดูลแรกคือโมดูลการเตรียมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือการจัดการข้อมูลสำหรับแบบจำลอง BIM และการพัฒนารูปแบบแสดงผลของผังรายงาน โมดูลที่ 2 คือโมดูลการพัฒนาแผ่นตารางทำการ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วนคือการพัฒนาแผ่นตารางทำการสำหรับผังรายงาน การพัฒนาแผนรายงานประจำสัปดาห์ การพัฒนารายงานประจำสัปดาห์ และการปรับแผ่นตารางทำการผังรายงาน และโมดูลที่ 3 คือโมดูลการปรับผังรายงาน มีด้วยกัน 2 ส่วน คือการปรับแบบจำลอง BIM และการปรับข้อมูลโครงการ

ทั้งนี้ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบไปด้วย 4 โปรแกรม คือ Autodesk Revit ใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลอง BIM Microsoft Excel ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลของผังรายงาน Dynamo ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ Revit และ Excel สามารถเชื่อมต่อกันได้ และ Unity ใช้สำหรับการสร้างผังรายงาน

#### 7.1 สถาปัตยกรรมระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

สถาปัตยกรรมระบบเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับการพัฒนาระบบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และโครงสร้างของระบบ สถาปัตยกรรมระบบก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในด้านการมองภาพรวมของระบบ การเชื่อมโยงกันภายในระบบ และผลลัพธ์ของระบบ

สถาปัตยกรรมระบบแผงรายงานสำหรับการควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างประกอบด้วยโครงสร้าง 3 โมดูล เริ่มจากการเตรียมข้อมูลภายในแบบจำลอง BIM เพื่อให้มีข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน หลังจากนั้นสร้างแผนการดำเนินงานก่อสร้างผ่านแบบจำลอง BIM โดยส่งต่อข้อมูลมายังแผนตารางทำการ ต่อมานำข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นมาได้มาใส่ไว้ยังฐานข้อมูล หลังจากนั้นประมวลผลและจัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งานเพื่อนำเสนอผ่านแผงรายงาน และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมแผงรายงาน รูปที่ 7.1 แสดงสถาปัตยกรรมระบบของแผงรายงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

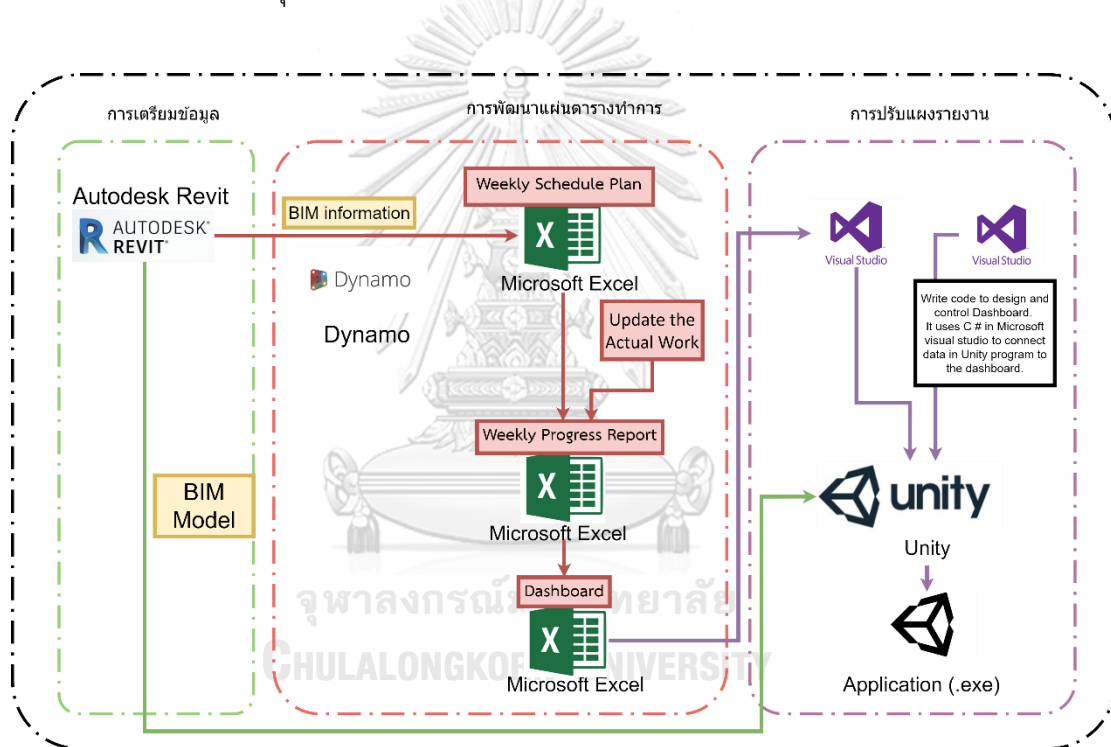


รูปที่ 7.1 สถาปัตยกรรมระบบของแผงรายงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

## 7.2 ขั้นตอนการพัฒนาของระบบแผงรายงานซึ่งสามารถใช้ในการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

ขั้นตอนการพัฒนาของระบบของแผงรายงานถูกแบ่งออกเป็น 3 โมดูล ซึ่งประกอบไปด้วย โมดูลที่ 1 การเตรียมข้อมูล โมดูลที่ 2 กระบวนการพัฒนาแผนตารางทำการ และโมดูลสุดท้ายคือการปรับ

แผนงาน โมดูลทั้ง 3 นี้จะแสดงผลออกมาเป็นแอปพลิเคชันของแผนงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ โดยโปรแกรม Autodesk Revit ถูกนำมาใช้สำหรับการสร้างแบบจำลอง BIM เนื่องจาก Revit เป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย และเหมาะสมกับการนำข้อมูลเข้าสู่แผนตารางทำการโดยใช้โปรแกรม Dynamo ส่วนโปรแกรมสร้างแผนตารางทำการในงานวิจัยนี้เลือกโปรแกรม Microsoft Excel เพราะเป็นโปรแกรมที่สร้างแผนตารางทำการได้ง่ายและสะดวก สุดท้ายโปรแกรมสำหรับการสร้างแผนงาน ผู้วิจัยเลือกโปรแกรม Unity เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้อย่างไม่มีค่าใช้จ่ายและยังสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการแสดงผลข้อมูลผ่านแบบจำลอง 3 มิติได้อีกด้วย รูปที่ 7.2 แสดงขั้นตอนการพัฒนาของระบบของแผนงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 7.2 ขั้นตอนการพัฒนาของระบบของแผนงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

### 7.2.1 โมดูลที่ 1 การเตรียมข้อมูล

โมดูลการเตรียมข้อมูลเป็นส่วนแรกของสถาปัตยกรรมระบบของแผนงาน โดยมีเนื้อหาหลักคือการจัดการข้อมูลสำหรับแบบจำลอง BIM และการพัฒนารูปแบบแสดงผลของแผนงาน

งานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ Autodesk Revit เพื่อสร้างแบบจำลอง BIM โดย Revit เป็นซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบงานด้านอาคารโดยเฉพาะ สถาปนิกและวิศวกรใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยใช้ BIM ทำให้สามารถออกแบบอาคารในรูปแบบ 3 มิติ และสามารถใส่คำอธิบายหรือข้อมูลภายในแบบจำลองอาคาร

BIM เป็นการทำงานผ่านเทคโนโลยี ซึ่งเน้นการทำงานแบบจำลองโมเดล โดยวัตถุภายในจะมีค่าพารามิเตอร์ซึ่งจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ข้อมูลในรูปแบบ 2 มิติ ที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ประเภท (family), ชื่อ (type), รหัส (element id), ระดับชั้น (base level) และราคาต่อหน่วย (unit price) ซึ่งรายละเอียดการจัดการข้อมูลจะถูกกล่าวถึงในหัวข้อการจัดการข้อมูลสำหรับแบบจำลอง BIM และข้อมูลในรูปแบบแบบจำลอง 3 มิติถูกนำมาใช้ด้วยในงานวิจัยนี้ เช่นเดียวกัน ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการนำแบบจำลองมาใช้ในหัวข้อการพัฒนาแบบแสดงผลของแผนผังรายงาน

### 1) การจัดการข้อมูลสำหรับแบบจำลอง BIM

ข้อมูลเป็นส่วนสำคัญในการก่อสร้างอาคาร BIM เป็นเทคโนโลยีที่สามารถรวบรวมข้อมูลของโครงการก่อสร้างไว้ได้อย่างมาก วัตถุประสงค์หลักสำหรับขั้นตอนนี้คือรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสร้างแผนผังรายงานในแบบจำลอง BIM

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการนำมาใช้ในติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างมี 2 ส่วนคือส่วนที่ปรากฏอยู่แล้วในแบบจำลอง ได้แก่ ประเภทและชื่อ (Family and Type) และระดับชั้น (Base Level) และส่วนที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลรหัสขององค์ประกอบ (Element ID) และราคาต่อหน่วย ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องกำหนดพารามิเตอร์ตั้งแต่ช่วงก่อนการก่อสร้างโครงการ เพื่อให้ผู้รับจ้างสามารถนำข้อมูลไปใช้ต่อได้สะดวกยิ่งขึ้นในกระบวนการของการพัฒนาระบบแผนผังรายงาน

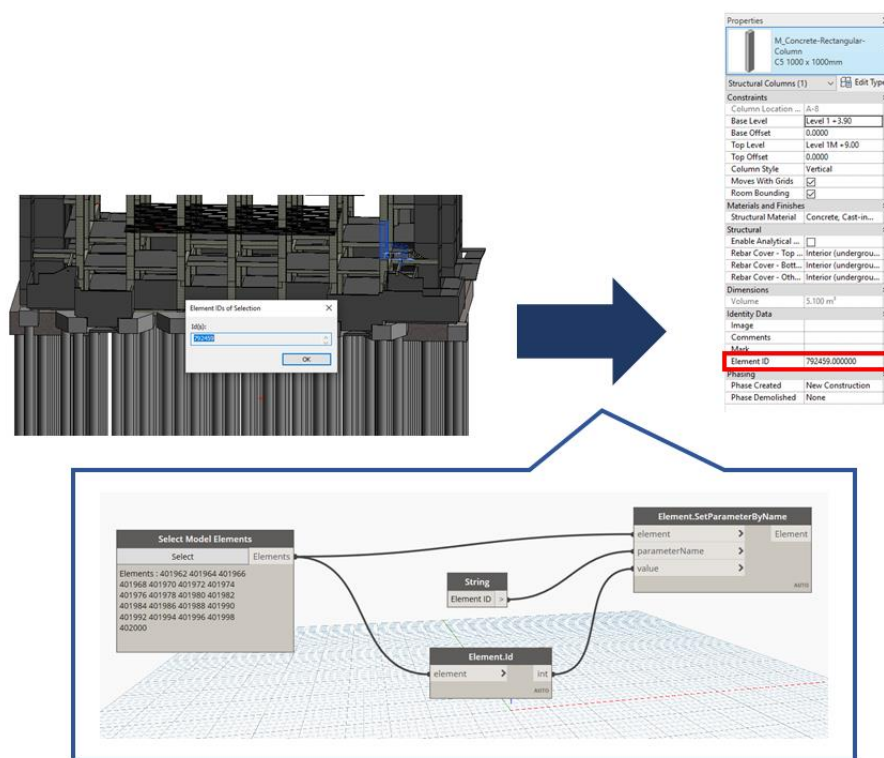
#### 1.1) การใส่ข้อมูลรหัสขององค์ประกอบ

การส่งออกรหัสขององค์ประกอบ (Element ID) ในโปรแกรม Autodesk Revit มายังพารามิเตอร์ในหัวข้อ Identity Data เพื่อสามารถส่งต่อไปยัง Microsoft Excel ได้ รหัสองค์ประกอบคือตัวเลข 6 หลักที่แสดงถึงรหัสขององค์ประกอบชิ้นงาน โดยแต่ละองค์ประกอบจะมีตัวเลขที่ไม่ซ้ำกัน รหัสองค์ประกอบจะอยู่ในหัวข้อ manage > inquiry > ids of selection จะไม่สามารถนำข้อมูลส่งต่อไปยัง Excel ได้ จำเป็นต้องนำข้อมูลดังกล่าวมาแปลงเป็นพารามิเตอร์ก่อน โดยงานวิจัยนี้จะนำ



รหัสขององค์ประกอบมาสร้างเป็นพารามิเตอร์ที่อยู่ในหัวข้อ identity data โดยใช้โปรแกรม Dynamo ในการสร้างโปรแกรม ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7.3

Dynamo เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบโอเพนซอร์ซ (open source software) หรือกล่าวคือ Dynamo สามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย Dynamo สามารถใช้ได้กับหลายโปรแกรม หนึ่งในนั้นคือโปรแกรม Autodesk Revit โดย Dynamo มีหน้าที่เชื่อมโยงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ถูกสร้างขึ้นโดยจุดหรือปม (Node) และเชื่อมต่อกันได้โดยเส้น

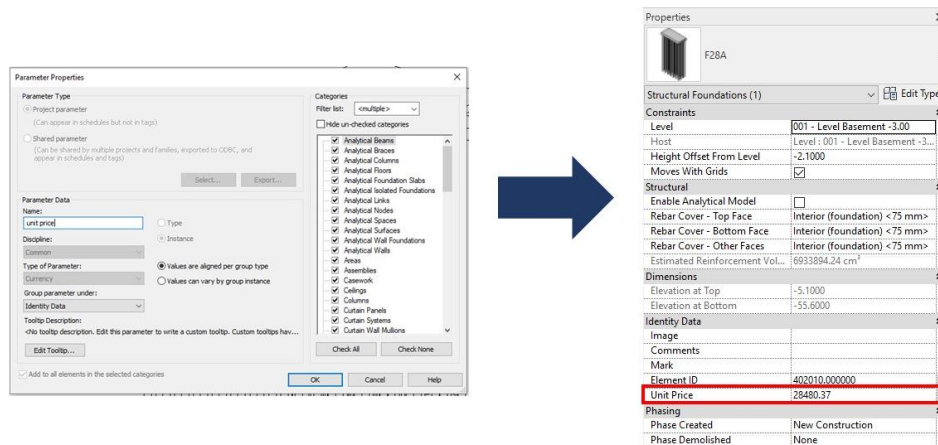


รูปที่ 7.3 การส่งออก Element ID ใน Autodesk Revit มาเป็นพารามิเตอร์ในหัวข้อ identity data เพื่อสามารถส่งต่อไปยัง Microsoft Excel

## 1.2) การใส่ข้อมูลราคาต่อหน่วย

ข้อมูลราคาต่อหน่วยที่ใช้สำหรับใส่ในแบบจำลอง BIM เป็นราคาที่เกิดขึ้นจาก ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ รวมกัน ซึ่งราคาต่อหน่วยที่ได้มานี้จะหมายถึงเมื่อดำเนินการขึ้นงานดังกล่าวสำเร็จแล้ว ผู้ควบคุมงานจะใช้ราคาต่อหน่วยนี้ไปคิดเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าของโครงการในช่วงระหว่างการก่อสร้าง

การสร้างพารามิเตอร์ราคาต่อหน่วยในโปรแกรม Autodesk Revit จะตั้งค่าข้อมูลโดยใช้ชื่อ Unit Price, สาขาหรือแขนงคือ common, ชนิดของพารามิเตอร์คือ currency และกลุ่มของพารามิเตอร์จะอยู่ในหัวข้อ identity data รูปที่ 7.4 แสดงการสร้างพารามิเตอร์ราคาต่อหน่วยในโปรแกรม Autodesk Revit



รูปที่ 7.4 การสร้างพารามิเตอร์ราคาต่อหน่วยในโปรแกรม Autodesk Revit

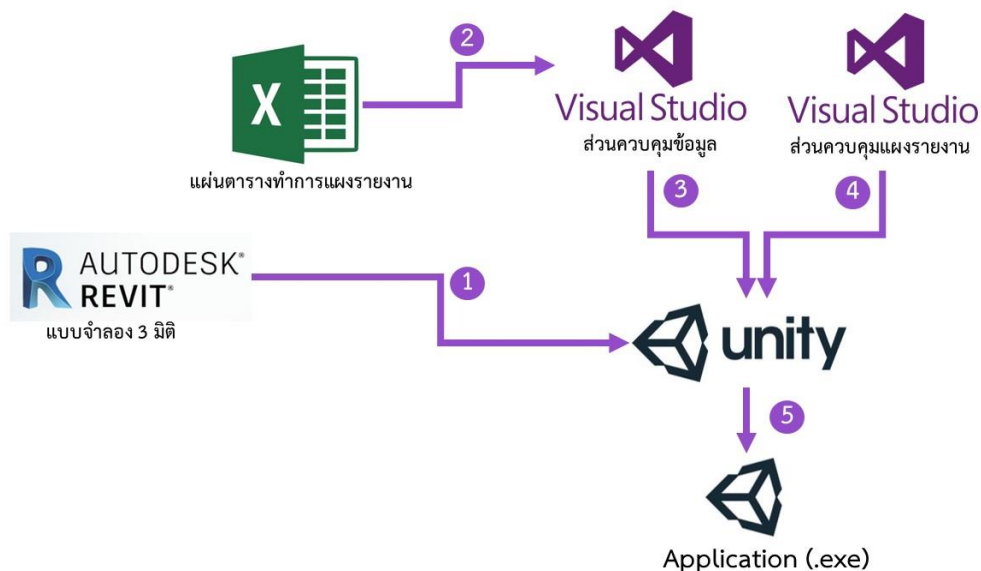
## 2) การพัฒนารูปแบบแสดงผลของแผนรายนงาน

การพัฒนารูปแบบแสดงผลของแผนรายนงานเป็นการนำข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติมาใช้เพื่อสร้างแผนรายนงาน โดยโปรแกรมที่ถูกนำมาใช้สำหรับสร้างแผนรายนงานในงานวิจัยนี้คือโปรแกรม Unity

Unity คือโปรแกรมสำหรับการสร้างเกม (game engine) 3 มิติ และสามารถทำงานได้บน 2 แพลตฟอร์ม คือ Windows และ OSX นอกจากนี้ยังสามารถส่งออก (Export) งานเพื่อนำไปใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น Windows, OSX, Android, iOS (iPhone) และบนเว็บ (web) สำหรับงานวิจัยนี้ Unity ได้ถูกนำมาใช้สำหรับสร้างแผนรายนงาน เนื่องจากโปรแกรมสามารถแสดงแบบจำลอง 3 มิติที่ได้มาจากโปรแกรม Autodesk Revit และสามารถแสดงรูปแบบของการรายงานผลการดำเนินงานของโครงการก่อสร้างภายในแพลตฟอร์มต่าง ๆ ได้ง่าย นอกจากนี้ Unity ยังสามารถนำข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel มาใช้งานได้ โดยผ่านการเขียนโปรแกรมเชื่อมโยงข้อมูล

การพัฒนารูปแบบแสดงผลของแผนรายนงานจะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน เริ่มจากการนำแบบจำลอง 3 มิติ เข้าโปรแกรม Unity, การนำแผ่นตารางทำการเข้าโปรแกรม Unity, การสร้างส่วนควบคุมข้อมูลของแผ่นตารางทำการ, การสร้างส่วนควบคุมแผนรายนงาน และการสร้างแอปพลิเคชัน (application) สำหรับแบบจำลอง นอกจากนี้อีกโปรแกรมที่สำคัญคือ Microsoft visual studio ใช้

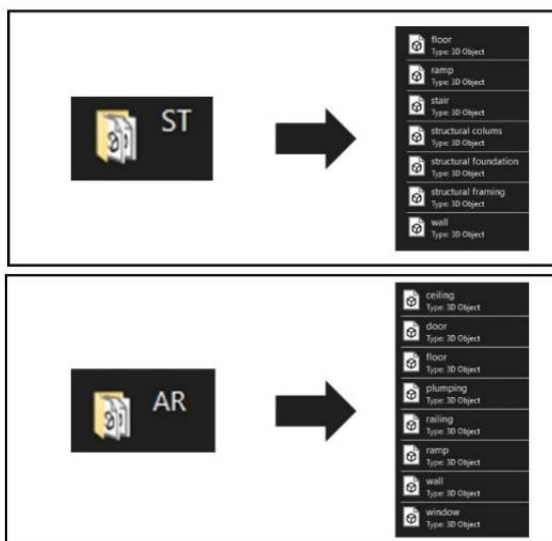
เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลจากแผ่นตารางทำการกับ Excel และควบคุมผังรายการในสามารถดำเนินการได้  
รูปที่ 7.5 แสดงภาพรวมขั้นตอนการพัฒนาแบบแสดงผลของผังรายการ



รูปที่ 7.5 ภาพรวมขั้นตอนการพัฒนาแบบแสดงผลของผังรายการ

### 2.1) การนำแบบจำลอง 3 มิติ เข้าโปรแกรม Unity

ขั้นตอนแรกสำหรับการพัฒนาแบบแสดงผลของผังรายการคือการนำแบบจำลอง 3 มิติ  
เข้าโปรแกรม Unity โดยบันทึกแบบจำลอง 3 มิติด้วยนามสกุล FBX ในแต่ละ Family ของ  
แบบจำลอง 3 มิติ หลังจากนั้นจะนำไฟล์ .Fbx ของแต่ละ Family เข้าสู่โปรแกรม Unity รูปที่ 7.6  
แสดงเอกสาร FBX ของแบบจำลอง BIM ในแต่ละ Family เข้าสู่โปรแกรม Unity



รูปที่ 7.6 เอกสารนามสกุล .FBX ของแบบจำลอง BIM ในแต่ละ Family

การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ร่วมกันใน Revit ผู้ควบคุมงานหรือเจ้าของโครงการควรจะกำหนดชื่อในการสร้างพารามิเตอร์ไว้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ต่อ ไม่ว่าจะเป็นในช่วงระหว่างการก่อสร้างหรือการนำไปใช้ภายหลังการก่อสร้างเสร็จ และผู้ออกแบบจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ก่อนส่งแบบด้วย เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

## 2.2) การนำแผ่นตารางทำการเข้าโปรแกรม Unity

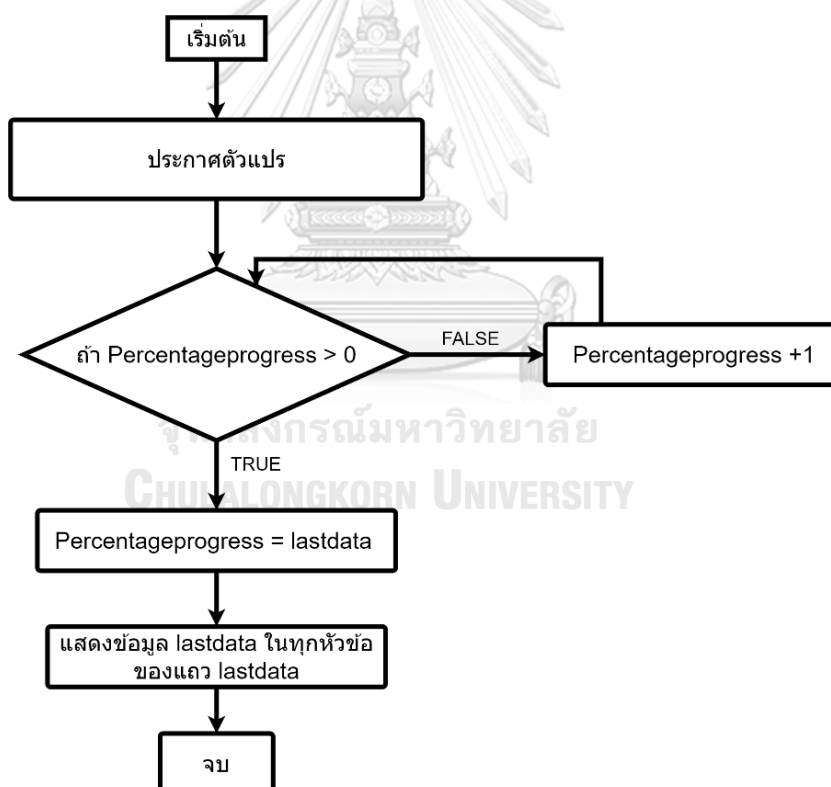
การนำแผ่นตารางทำการเข้าโปรแกรม Unity มีวิธีการคือสร้างแฟ้มข้อมูล (folder) ในโปรแกรม Unity โดยให้ตั้งชื่อว่า Excel หลังจากนั้นบันทึกเอกสารต้นแบบแผ่นตารางทำการแผนงานและต้นแบบแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์เข้ามาที่แฟ้มข้อมูล โดยเงื่อนไขของแผ่นตารางทำการที่โปรแกรม Unity สามารถอ่านได้คือ ตัวอักษรต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น ห้ามมีเว้นวรรคระหว่างคำและห้ามซ้อนช่องข้อมูลในแฟ้มข้อมูล

## 2.3) การสร้างส่วนควบคุมข้อมูลของแผ่นตารางทำการ

การสร้างส่วนควบคุมข้อมูลของแผ่นตารางทำการใช้การเขียนโปรแกรม C# เพื่อนำข้อมูลจากแผ่นตารางทำการเข้าสู่โปรแกรม Unity โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการนำข้อมูลระดับโครงการและการนำข้อมูลระดับกิจกรรมเข้าสู่โปรแกรมเพื่อเปลี่ยนสีขององค์ประกอบภายในแบบจำลอง

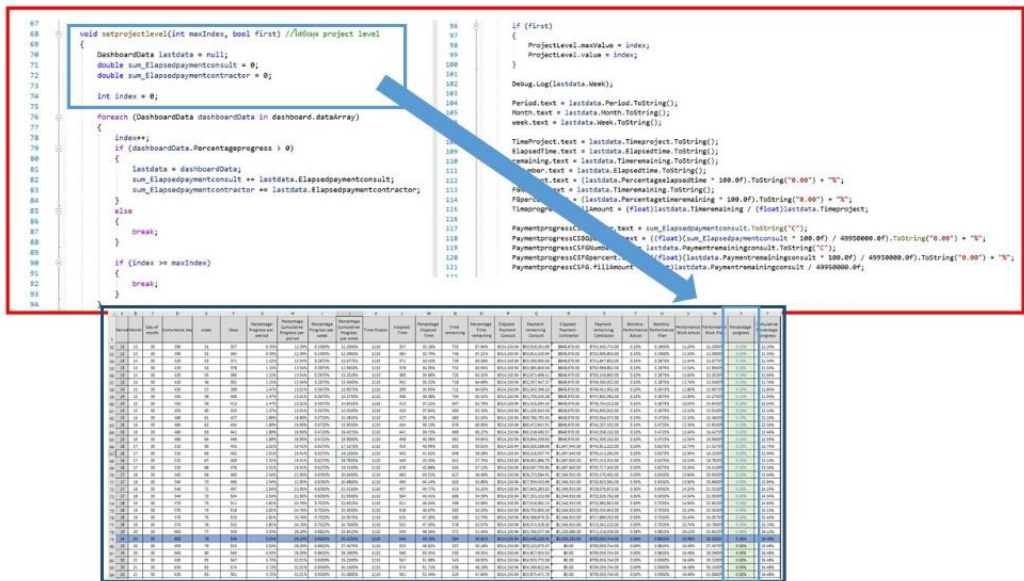
### ข้อมูลระดับโครงการ (Project Level)

การนำเข้าข้อมูลระดับโครงการเข้าสู่โปรแกรม Unity ใช้การเขียนโปรแกรมที่ชื่อว่า Project\_level จากภาษา C# โดยเริ่มจากการประกาศตัวแปรที่ชื่อว่า Percentageprogress คือคอลัมน์ percentage progress ของแผ่นตารางทำการแผนรายงาน และ lastdata คือตัวที่จะนำมาใช้งาน ซึ่งเป็นข้อมูลตัวสุดท้ายในช่อง percentage progress ต่อมาเขียนโปรแกรมเพื่อค้นหา Percentageprogress ที่มากกว่า 0 หากค่าของ Percentageprogress มากกว่า 0 Percentage progress จะเพิ่มการค้นหา Percentageprogress +1 ดำเนินการต่อเนื่องไปจนเจอแถวที่ Percentageprogress มากกว่า 0 สุดท้ายเขียนคำสั่งให้เก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ใน lastdata และเพื่อแสดงข้อมูล lastdata รูปที่ 7.7 แสดงผังงานของการเขียนโปรแกรม Project\_Level เพื่อแสดงข้อมูลระดับโครงการ (Project Level) ในแผนรายงาน



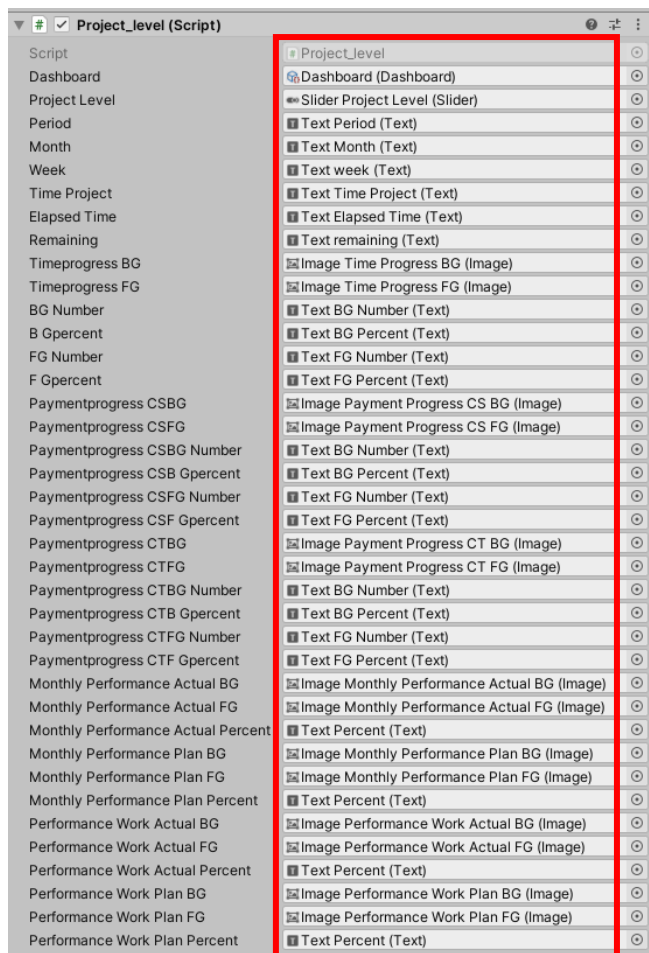
รูปที่ 7.7 ผังงานของการเขียนโปรแกรม Project\_Level เพื่อแสดงข้อมูลระดับโครงการในแผนรายงาน

ข้อมูลระดับโครงการของแผนรายงานที่ถูกพัฒนามาจากการเขียนโปรแกรม C# และจากโปรแกรม Unity ซึ่งมีหัวข้อดังนี้ ระยะเวลาก่อสร้าง การชำระเงินสำหรับผู้ควบคุมงาน การชำระเงินงวดงานสำหรับผู้รับจ้าง ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน และประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในแผ่นตารางทำการแผนรายงานโดยโปรแกรม Unity ได้อ่านข้อมูลจาก Microsoft Excel ผ่านการเขียนโปรแกรมที่ชื่อว่า Project\_Level โดยการเขียนโปรแกรมนี้จะเชื่อมโยงโดยตรงกับแผ่นตารางทำการแผนรายงานและโปรแกรม Unity การเขียนโปรแกรมนี้จะหาหัวข้อของแผ่นตารางทำการที่ชื่อว่า percentage progress ถ้าหาก percentage progress ในสัปดาห์ใดที่มากกว่า 0.00% จะนำข้อมูลของสัปดาห์นั้นมาแสดง หมายความว่าหากเจอ percentage progress สัปดาห์ใดเป็น 0.00% โปรแกรมจะอ่านข้อมูลของสัปดาห์ข้างบนทันที ดังรูปที่ 7.8 แสดงโปรแกรม Project\_Level ที่เชื่อมโยงข้อมูลกับโปรแกรม Excel และโปรแกรม Unity



รูปที่ 7.8 โปรแกรมภาษา C# ที่ชื่อว่า Project\_Level ที่เชื่อมโยงข้อมูลกับ Excel โดยรันในโปรแกรม Unity

นอกจากนี้ โปรแกรมที่ชื่อว่า Project\_Level ได้สร้างตัวแปรมากมายเพื่อให้สามารถแสดงข้อมูลอื่น ๆ ได้ถัดมาผู้พัฒนาต้องสร้าง UI หรือ Text และนำไปใส่ในช่องทางด้านขวามือของ Project\_Level ในโปรแกรม Unity เพื่อให้ UI หรือ text สามารถแสดงได้ในช่องของแผนรายงาน โดยโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้น Project\_Level (script) สามารถแสดงในรูปที่ 7.9

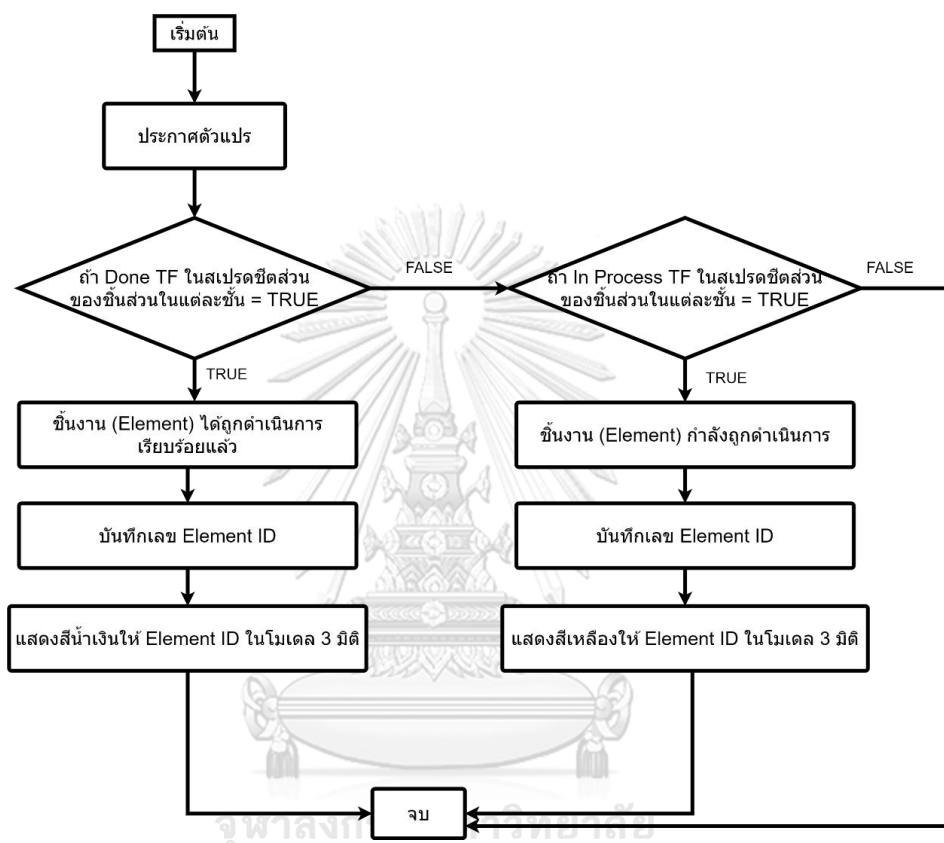


รูปที่ 7.9 ตัวแปรจากโปรแกรม หรือสคริปต์ Project\_level

### ข้อมูลระดับกิจกรรม (activity level)

การนำข้อมูลระดับกิจกรรมเข้าสู่แผนรายงานคือการนำแผนตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างเข้าสู่โปรแกรม Unity เพื่อเปลี่ยนสีขององค์ประกอบ ภายในแบบจำลอง 3 มิติ ฝั่งงานของการเขียนโปรแกรม C# เริ่มจากประกาศตัวแปร และสร้างเงื่อนไข กล่าวคือถ้า Done TF แผนตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างที่มีคอลัมน์เท่ากับ TRUE นั้นหมายความว่าองค์ประกอบนั้นดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเขียนคำสั่งให้เก็บข้อมูล Element ID ตัวดังกล่าวไว้ หลังจากนั้นนำ Element ID ที่ได้มาค้นหาในแบบจำลอง 3 มิติในโปรแกรม Unity เพื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งแสดงว่าองค์ประกอบนั้นดำเนินการเสร็จแล้ว แต่หากข้อมูลในช่อง Done TF คือ FALSE ให้โปรแกรมค้นหาต่อในช่อง IN Process TF และถ้ามีคอลัมน์เท่ากับ TRUE หมายความว่า

องค์ประกอบดังกล่าวกำลังดำเนินการอยู่ ต่อมาเขียนคำสั่งให้แสดงสีเหลืองในแบบจำลอง 3 มิติ โดยเชื่อมต่อกันผ่าน Element ID แต่หากทั้ง Done TF คือ FALSE และ IN Process TF คือ FALSE นั้นหมายความว่าองค์ประกอบนั้นยังไม่ถูกดำเนินการ รูปที่ 7.10 แสดงผังงานของการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงข้อมูลระดับกิจกรรมในแผนรายงาน

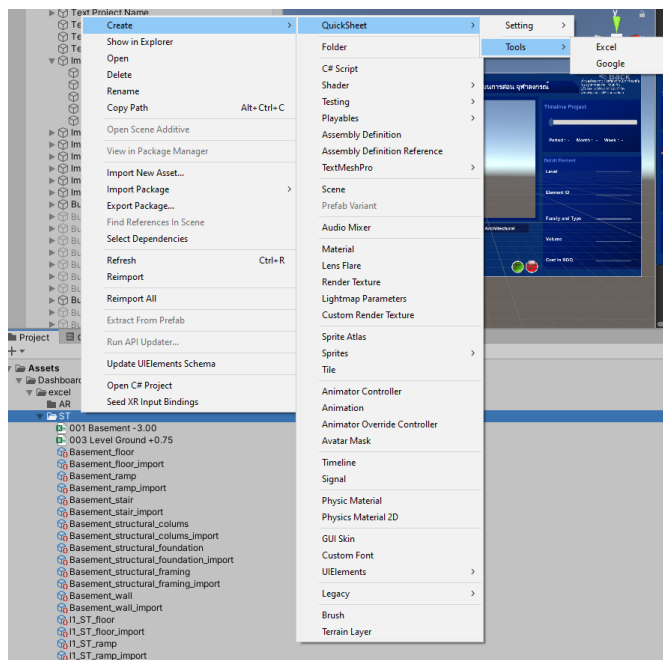


รูปที่ 7.10 ผังงานของการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงข้อมูลระดับกิจกรรมในแผนรายงาน

ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลระดับกิจกรรม เริ่มจากการนำแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างเข้ามายังโฟลเดอร์ Assets > Dashboard > excel > ST / AR / MEP หลังจากนั้นคลิกขวาที่โฟลเดอร์ดังกล่าวในโปรแกรม Unity แล้วเลือก create > quicksheet > tools > excel ดังแสดงในรูปที่ 7.11 โดยตั้งชื่อตามแผ่นงานใน Microsoft Excel ตามด้วย \_Import หลังจากนั้นเลือก import และเลือกแผ่นตารางทำการ และแผ่นงานที่จะเพิ่มข้อมูล แล้วเลือกชนิดของข้อมูล string คือข้อมูลประเภทข้อความหรือการนำตัวอักษรหลาย ๆ ตัวมาต่อกันหรือเรียกว่าอาเรย์ของตัวอักษร double คือประเภทข้อมูลที่เป็นทศนิยมหรือร้อยละ และ bool คือประเภทข้อมูลที่สามารถ



เก็บข้อมูลได้เพียงแค่สองค่าคือ true และ false ชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity ดังแสดงในรูปที่ 7.12 หลังจากนั้นคลิกที่ไฟล์แล้วกด Reimport



รูปที่ 7.11 เลือกสร้างแผ่นงานแผ่นตารางทำการ ในโปรแกรม Unity เลือก create > quicksheet > tools > excel

| Type Settings: |         |                          |
|----------------|---------|--------------------------|
| Member         | Type    | Array                    |
| Done           | Undefir | <input type="checkbox"/> |
| InProcess      | Undefir | <input type="checkbox"/> |
| Order          | String  | <input type="checkbox"/> |
| Level          | String  | <input type="checkbox"/> |
| ElementID      | String  | <input type="checkbox"/> |
| FamilyandType  | String  | <input type="checkbox"/> |
| Volume         | Double  | <input type="checkbox"/> |
| Percent        | Double  | <input type="checkbox"/> |
| BOQ            | Double  | <input type="checkbox"/> |
| DoneTF         | Bool    | <input type="checkbox"/> |
| InProcessTF    | Bool    | <input type="checkbox"/> |
| CostActual     | Double  | <input type="checkbox"/> |

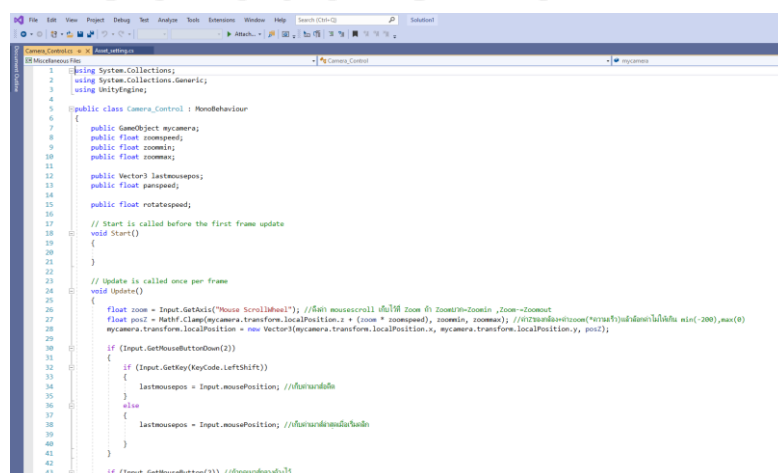
รูปที่ 7.12 แสดงชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity

## 2.4) การสร้างส่วนควบคุมแผงรายงาน

การเขียนโปรแกรม C# เพื่อควบคุมแผงรายงานจะถูกเขียนผ่าน Microsoft Visual Studio โดยมีการเขียนที่แตกต่างกันออกไป งานวิจัยนี้ได้เขียน C# สำหรับการควบคุมแผงรายงานออกเป็นทั้งหมด 9 โปรแกรม ดังนี้

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Camera_Control        | ใช้สำหรับจัดการกล้องให้อยู่ในลักษณะที่สามารถมองเห็นแบบจำลองได้ |
| Element_click         | ใช้สำหรับบังคับการคลิกทั้งหมดของแผงรายงาน                      |
| Element_color_setting | ใช้สำหรับแสดงสีของแบบจำลอง 3 มิติ                              |
| Element_Setting       | ใช้สำหรับจัดการองค์ประกอบของแบบจำลอง                           |
| Reset_Camera          | ใช้สำหรับล้างการทำงานของกล้อง                                  |
| Reset_click           | ใช้สำหรับล้างการทำงานของคลิก                                   |
| Reset_Element         | ใช้สำหรับล้างการทำงานขององค์ประกอบ                             |
| Show_Element          | ใช้สำหรับแสดงองค์ประกอบ  |
| hide_Element          | ใช้สำหรับซ่อนองค์ประกอบของแบบจำลอง 3 มิติ                      |

ตัวอย่างของโปรแกรม C# ในโปรแกรม Microsoft Visual Studio แสดงดังรูปที่ 7.13 และรูปที่ 7.14



```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class Camera_Control : MonoBehaviour
6 {
7     public GameObject mycamera;
8     public float zoomspeed;
9     public float zoomin;
10    public float zoomout;
11
12    public Vector3 lastmousepos;
13    public float mousewheel;
14    public float rotateSpeed;
15
16
17    // Start is called before the first frame update
18    void Start()
19    {
20    }
21
22
23    // Update is called once per frame
24    void Update()
25    {
26        float zoom = Input.GetAxis("Mouse ScrollWheel"); //ถ้า mouse scroll เป็น + Zoom In ZoomOut=ZoomIn ,Zoom=ZoomOut
27        float posz = Mathf.Clamp(camera.transform.localPosition.z + (zoom * zoomspeed), zoomin, zoomout); //ห้ตำแหน่งกล้องตามแกน z ไม่เกินค่า min(-200),max(0)
28        mycamera.transform.localPosition = new Vector3(cmycamera.transform.localPosition.x, mycamera.transform.localPosition.y, posz);
29
30        if (Input.GetMouseButtonUp(2))
31        {
32            if (Input.GetKey(KeyCode.LeftShift))
33            {
34                lastmousepos = Input.mousePosition; //เก็บเมาส์คลิก
35            }
36            else
37            {
38                lastmousepos = Input.mousePosition; //เก็บเมาส์คลิกในคลิก
39            }
40        }
41    }
42
43    if (Input.GetMouseButton(2)) //คลิกเมาส์ค้างไว้
  
```

รูปที่ 7.13 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา C# ใน Microsoft Visual Studio ที่ชื่อว่า Camera\_Control

```

72 if (parent_name == "structural columns")
73 {
74     Set_color_structural_columns set_color = gameObject.transform.parent.GetComponent<Set_color_structural_columns>();
75     if (set_color != null)
76     {
77         var row = set_color.setcolor_by_elementid(ecs, mr, null, element_id, false);
78         System.Type type = row.GetType();
79         System.Reflection.PropertyInfo info_Level = type.GetProperty("Level");
80         System.Reflection.PropertyInfo info_Elementid = type.GetProperty("Elementid");
81         System.Reflection.PropertyInfo info_Familyandtype = type.GetProperty("Familyandtype");
82         System.Reflection.PropertyInfo info_Volume = type.GetProperty("Volume");
83         System.Reflection.PropertyInfo info_BOQ = type.GetProperty("BOQ");
84
85         Setdataatext2("Text Level", info_Level.GetValue(row).ToString());
86         Setdataatext2("Text Element ID", info_Elementid.GetValue(row).ToString());
87         Setdataatext2("Text Family and Type", info_Familyandtype.GetValue(row).ToString());
88         Setdataatext2("Text Volume", ((double)info_Volume.GetValue(row)).ToString("0.0000"));
89         Setdataatext2("Text Cost In BOQ", ((double)info_BOQ.GetValue(row)).ToString("C"));
90     }
91 }
92
93 else if (parent_name == "floor")
94 {
95     Set_color_structural_floor set_color = gameObject.transform.parent.GetComponent<Set_color_structural_floor>();
96     if (set_color != null)
97     {
98         var row = set_color.setcolor_by_elementid(ecs, mr, null, element_id, false);
99         System.Type type = row.GetType();
100        System.Reflection.PropertyInfo info_Level = type.GetProperty("Level");
101        System.Reflection.PropertyInfo info_Elementid = type.GetProperty("Elementid");
102        System.Reflection.PropertyInfo info_Familyandtype = type.GetProperty("Familyandtype");
103

```

รูปที่ 7.14 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา C# ใน Microsoft visual studio ที่ชื่อว่า Element\_click

## 2.5) การสร้างแอปพลิเคชัน (application) สำหรับแผนรายนงาน

การนำเสนอข้อมูลของระบบแผนรายนงานใช้แอปพลิเคชันที่ถูกสร้างจากโปรแกรม Unity โดยมีนามสกุลของแอปพลิเคชัน คือ .exe ขั้นตอนการสร้างแอปพลิเคชันคือ เลือกเมนู Build Settings เลือกรูปแบบที่จะนำเสนอข้อมูล งานวิจัยนี้นำเสนอข้อมูลอยู่ในรูปแบบของงานคอมพิวเตอร์หรือแล็ปท็อป หลังจากนั้นตั้งค่าความละเอียดของแอปพลิเคชัน สุดท้ายคลิก Build เพื่อทำการสร้างแอปพลิเคชัน

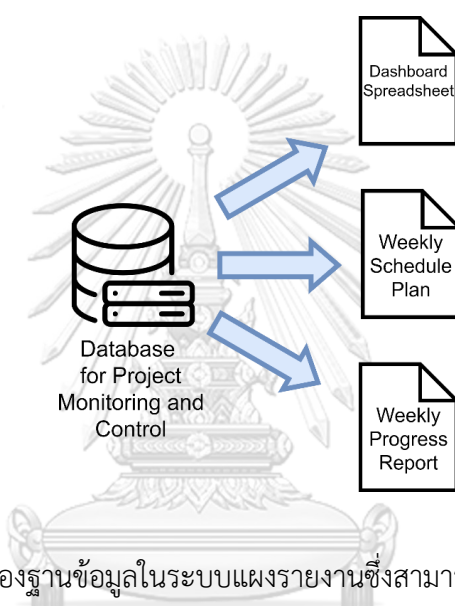
## 7.2.2 โมดูลที่ 2 การพัฒนาแผนตารางทำการ

กระบวนการสร้างแผนรายนงานในโมดูลที่ 2 ถูกแบ่งย่อยออกเป็น 4 ขั้นตอน คือการพัฒนาแผนตารางทำการสำหรับแผนรายนงาน การพัฒนาแผนตารางทำการของแผนรายนงานประจำสัปดาห์ การพัฒนาแผนตารางทำการของรายนงานประจำสัปดาห์ และการปรับแผนตารางทำการแผนรายนงานสำหรับ 3 ส่วนแรกจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนตารางทำการในกระบวนการสร้างแผนรายนงานทั้งหมด และส่วนสุดท้ายจะเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงแผนตารางทำการ

Microsoft Excel ถูกเลือกเป็นโปรแกรมสำหรับการสร้างแผนตารางทำการในงานวิจัยนี้ Excel พัฒนาโดย Microsoft Corporation มีความสามารถในการสร้างตาราง การคำนวณ การวิเคราะห์ การออกรายงานในรูปแบบตารางและกราฟ และการเขียนโปรแกรมแมโคร (macro) ที่เรียกว่า Visual Basic สำหรับโปรแกรม Excel นี้ ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็น งานทางด้านบัญชี (accounting) งานด้านการเงิน (financial) งานด้านการวางแผน (planning) งานด้านงบประมาณ (budgeting) งานด้านสถิติ (statistic) สำหรับงานก่อสร้าง Excel ได้ถูกนำมาสร้าง

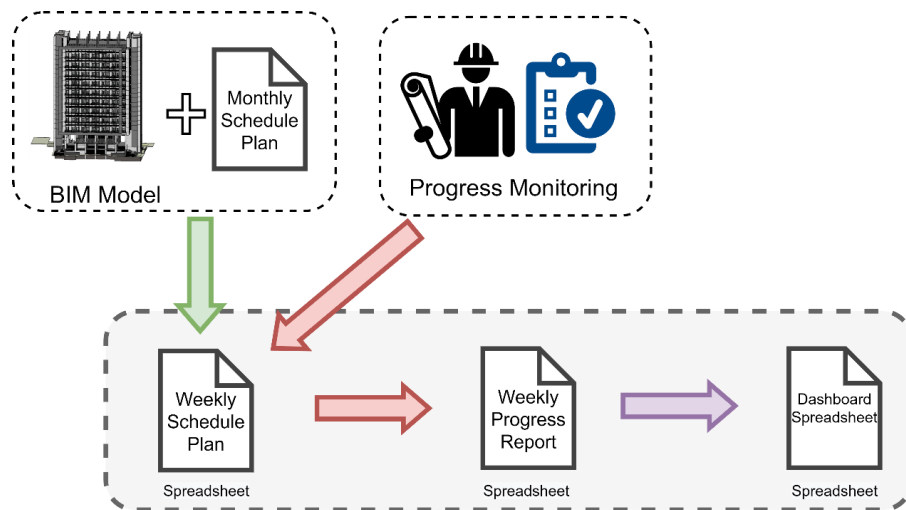
แผนการดำเนินงาน กราฟ S-Curve ตารางการชำระเงิน งานวิจัยนี้ Microsoft Excel ถูกเลือกมาใช้เป็นโปรแกรมสร้างแผนตารางทำการ

จากรูปที่ 7.2 ขั้นตอนการพัฒนาของระบบของแผนรายงานสำหรับการควบคุมและการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจะเห็นว่าแผนตารางทำการมีทั้งหมด 3 ส่วน ซึ่งประกอบไปด้วยแผนตารางทำการสำหรับแผนรายงาน แผนตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์ และแผนตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์ รูปที่ 7.15 แสดงส่วนประกอบของฐานข้อมูลในระบบแผนรายงานซึ่งสามารถใช้ในการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง



รูปที่ 7.15 ส่วนประกอบของฐานข้อมูลในระบบแผนรายงานซึ่งสามารถใช้ในการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

การดำเนินการของแผนตารางทำการในฐานข้อมูลเริ่มต้นจากผู้รับจ้างสร้างแผนตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์ โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง BIM และแผนการทำงานประจำเดือน หลังจากนั้น ผู้รับจ้างส่งแผนตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ให้กับผู้ควบคุมงานเพื่อให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบการทำงานหน้างานจริงของผู้รับจ้าง โดยใช้ข้อมูลการทำงานจริงของผู้รับจ้างไปยังแผนตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์และเรียกแผนตารางทำการนี้ว่าแผนตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์ หลังจากนั้นผู้ควบคุมงานนำข้อมูลความก้าวหน้าที่ได้จากแผนตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์มาใส่ยังแผนตารางทำการแผนรายงาน เพื่อบันทึกข้อมูลในการสร้างแผนรายงานต่อไป การดำเนินการของแผนตารางทำการในฐานข้อมูลสามารถแสดงได้ดังรูป 7.16



รูปที่ 7.16 การดำเนินการของแผนตารางทำการในฐานข้อมูล

#### 1) การพัฒนาแผนตารางทำการแผนรายงาน

แผนตารางทำการแผนรายงานคือเอกสารที่จะนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแผนรายงานโดยจะครอบคลุมข้อมูลในระดับโครงการทั้งหมดที่จะนำไปสร้างเป็นแผนรายงาน แผนตารางทำการแผนรายงานมีข้อมูลที่สำคัญมาจากแผนงานหลัก แผนการชำระเงิน และเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า

##### ขั้นตอนการพัฒนาแผนตารางทำการแผนรายงาน

##### 1.1) การสร้างหัวข้อแถวและใส่ข้อมูลเบื้องต้น

เริ่มจากการสร้างหัวข้อแถวและใส่ข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากแผนงานหลัก แผนการชำระเงิน และเส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า โดยหัวข้อแถวมีทั้งหมด 25 รายการดังนี้ จำนวนงวดงานของโครงการ จำนวนเดือนของโครงการโดยนับเดือนที่เริ่มต้นเป็นเดือนที่ 1 จำนวนวันในเดือน จำนวนวันสะสมนับจากวันที่เริ่มโครงการ จำนวนสัปดาห์นับจากวันที่เริ่มโครงการ จำนวนวันนับจากวันที่เริ่มโครงการ ร้อยละความก้าวหน้าต่องวด ร้อยละความก้าวหน้าสะสมต่องวด ร้อยละความก้าวหน้าต่อสัปดาห์ ร้อยละความก้าวหน้าสะสมต่อสัปดาห์ ร้อยละความก้าวหน้างานต่อสัปดาห์ที่เกิดขึ้นจริง ร้อยละความก้าวหน้างานสะสมต่อสัปดาห์ที่เกิดขึ้นจริง จำนวนเงินที่เกิดขึ้นจริงเมื่อคิดตามร้อยละความก้าวหน้า การชำระเงินของผู้รับเหมาต่องวด การชำระเงินของผู้รับเหมาสะสมต่องวด การหักเงินคืนจากการชำระเงินล่วงหน้าคิดเป็นร้อยละ จำนวนการชำระเงินหักคืนเงินชำระเงินล่วงหน้า การชำระเงินสะสมที่ได้ชำระไปแล้ว จำนวนเงินคงเหลือที่เกิดจากการชำระเงินไปแล้ว

การนำข้อมูลจากแผนตารางทำการเข้าโปรแกรม Unity จะสามารถนำเข้าข้อมูลที่เป็นภาษาไทยได้ จำเป็นต้องทำข้อมูลดังกล่าวให้เป็นภาษาอังกฤษก่อน ซึ่งตารางที่ 7.1 แสดงหัวข้อแถวภาษาอังกฤษและความหมายของแผนตารางทำการสำหรับแผนรายงาน

ตารางที่ 7.1 หัวข้อแถวและความหมายของแผ่นตารางทำการสำหรับแผนงาน

| หัวข้อแถวของแผ่นตารางทำการสำหรับ<br>แผนงาน   | ความหมาย  |
|--|---|
| period                                       | จำนวนงวดงานของโครงการ   |
| month  | จำนวนเดือนของโครงการโดยนับเดือนที่เริ่มต้นเป็นเดือนที่<br>1         |
| day of month                                 | จำนวนวันในเดือน   |
| cumulative day                               | จำนวนวันสะสมนับจากวันที่เริ่มโครงการ                                |
| week   | จำนวนสัปดาห์นับจากวันที่เริ่มโครงการ                                |
| days   | จำนวนวันนับจากวันที่เริ่มโครงการ                                    |
| percentage progress per period               | ร้อยละความก้าวหน้าต่องวด  |
| percentage cumulative progress per<br>period | ร้อยละความก้าวหน้าสะสมต่องวด  |
| percentage progress per week                 | ร้อยละความก้าวหน้าต่อสัปดาห์  |
| percentage cumulative progress per<br>week   | ร้อยละความก้าวหน้าสะสมต่อสัปดาห์                                    |
| time project                                 | จำนวนวันตามสัญญา  |
| elapsed time                                 | ทำงานไปแล้วกี่วัน ในที่นี้จะนับต่อ 1 สัปดาห์สะสม                    |
| percentage elapsed time                      | ร้อยละเวลาการทำงาน  |
| time remaining                               | เวลาในการทำงานคงเหลือ   |
| percentage time remaining                    | ร้อยละเวลาการทำงานคงเหลือ   |
| elapsed payment consult                      | จำนวนเงินในการทำงานต่อสัปดาห์ของผู้ควบคุมงาน                        |
| payment remaining consult                    | จำนวนเงินคงเหลือในการทำงานของผู้ควบคุมงาน                           |
| elapsed payment contractor                   | จำนวนเงินในการทำงานต่อสัปดาห์ของผู้รับจ้างตาม<br>ความก้าวหน้าของงาน |
| payment remaining contractor                 | จำนวนเงินคงเหลือในการทำงานของผู้รับจ้าง                             |
| monthly performance actual                   | ความก้าวหน้าของการทำงานจริงต่อสัปดาห์                               |
| monthly performance plan                     | ความก้าวหน้าของการทำงานตามที่ได้วางแผนไว้                           |
| performance work actual                      | ความก้าวหน้าสะสมของการทำงานจริงต่อสัปดาห์                           |
| performance work plan                        | ความก้าวหน้าสะสมของการทำงานตามที่ได้วางแผนไว้                       |
| percentage progress                          | ความก้าวหน้าของการทำงานจริง   |
| cumulative percentage progress               | ความก้าวหน้าสะสมของการทำงานจริง                                     |

## 1.2) การสร้างสูตรการคำนวณระหว่างแถว

การสร้างสูตรการคำนวณระหว่างแถวในโปรแกรม Excel สามารถทำได้โดยศึกษาข้อมูลอ้างอิงจากเอกสารแผนงานหลักและแผนการชำระเงิน

## 1.3) การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์และแผ่นตารางทำการแผนรายงาน

การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์และแผ่นตารางทำการแผนรายงานสามารถทำได้โดยสร้างสูตรเชื่อมข้อมูลข้ามเอกสาร ซึ่งแถวที่ต้องการเชื่อมต่อข้อมูลคือแถว percentage progress หรือ ความก้าวหน้าของการทำงานจริงของโครงการ

## 2) การพัฒนาแผ่นตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์

แผ่นตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์คือแผ่นตารางทำการที่เป็นแผนการทำงานในสัปดาห์นั้น ๆ ของผู้รับจ้าง ซึ่งผู้รับจ้างจะเป็นผู้พัฒนาแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์นี้ขึ้น โดยใช้โปรแกรมสำหรับการพัฒนาทั้งหมด 3 โปรแกรม คือ Autodesk Revit, Dynamo และ Microsoft Excel

Microsoft Excel เป็นโปรแกรมสำหรับการสร้างแผ่นตารางทำการ ที่พัฒนาโดย Microsoft Corporation มีความสามารถในการสร้างตาราง การคำนวณ การวิเคราะห์ การออกรายงานในรูปแบบตารางและกราฟ และการเขียนโปรแกรมแมโคร (macro) ที่เรียกว่า Visual Basic สำหรับโปรแกรม Excel นี้ ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็น งานทางด้านบัญชี (accounting) งานด้านการเงิน (financial) งานด้านการวางแผน (planning) งานด้านงบประมาณ (budgeting) งานด้านสถิติ (statistic) สำหรับงานก่อสร้าง Excel ได้ถูกนำมาสร้างแผนการดำเนินงาน กราฟเส้นโค้ง แสดงความก้าวหน้า ตารางการชำระเงิน และงานวิจัยนี้ Microsoft Excel ถูกเลือกมาใช้เป็นโปรแกรมสร้างแผ่นตารางทำการ

โปรแกรม Dynamo เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยบริษัท Autodesk inc. และเป็นซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนโปรแกรมแบบโอเพนซอร์ซ (open source software) หรือกล่าวคือ Dynamo สามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย โดย Dynamo ใช้ได้กับหลายโปรแกรม หนึ่งในนั้นคือโปรแกรม Autodesk Revit โดย Dynamo มีความสามารถในการเชื่อมโยงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นโดยจุดหรือปม (Node) และเชื่อมต่อกันได้โดยเส้น

วัตถุประสงค์ของการใช้ Dynamo สำหรับงานวิจัยนี้คือการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่าง Microsoft Excel และ Autodesk Revit เพื่อให้สามารถส่งออกพารามิเตอร์จาก Autodesk Revit มายัง Microsoft Excel ได้ ซึ่งหากมีการปรับปรุงพารามิเตอร์ในโปรแกรม Autodesk Revit ใน Microsoft Excel จะปรับปรุงให้อัตโนมัติหากกดปรับปรุงในโปรแกรม Dynamo ตัวอย่างเช่นจาก

การเปลี่ยนแปลงขนาดของเสา ทำให้เสาดันนี้มีปริมาตรลดลงจากเดิม ซึ่งสามารถปรับปรุงข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel ได้เพียงแค่อัดเชื่อมต่อข้อมูลในโปรแกรม Dynamo ข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนใน Revit จะเปลี่ยนทันทีใน Excel

การพัฒนาแผ่นตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์มีขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน

2.1) การสร้างโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลอง BIM กับแผ่นตารางทำการ

การพัฒนาแผ่นตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์เริ่มจากสร้างโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลอง BIM กับแผ่นตารางทำการ โปรแกรมที่ถูกเลือกใช้สำหรับการเชื่อมต่อข้อมูลคือ Dynamo โดยข้อมูลจำเป็นที่ต้องนำเข้าสู่แผ่นตารางทำการคือ ประเภท (family), ชื่อ (type), รหัส (element id), ระดับชั้น (base level) และราคาต่อหน่วย (unit price)

การเขียนโปรแกรม Dynamo สำหรับการเชื่อมต่อข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

(1) โปรแกรมสำหรับการคลิกเลือกองค์ประกอบชิ้นงาน (element)

โปรแกรมสำหรับการคลิกเลือกองค์ประกอบชิ้นงานประกอบด้วยคำสั่ง select model element และ list create รูปที่ 7.18 แสดงโปรแกรม Dynamo สำหรับการคลิกเลือกองค์ประกอบชิ้นงาน

(2) โปรแกรมสำหรับการเลือกพารามิเตอร์ภายในองค์ประกอบชิ้นงาน

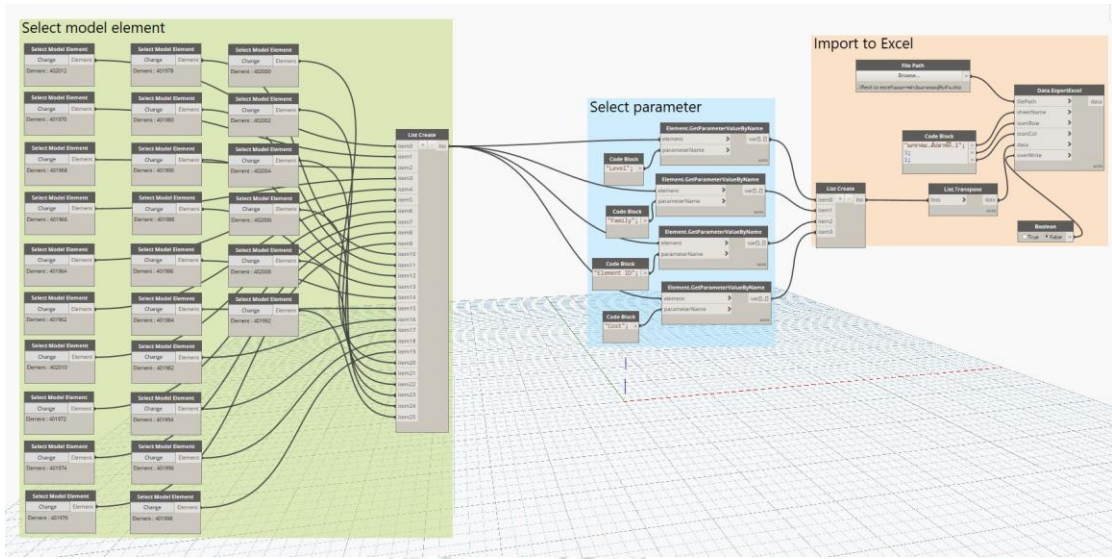
โปรแกรมสำหรับการเลือกพารามิเตอร์ภายในองค์ประกอบชิ้นงานประกอบด้วยคำสั่ง element.getparametervaluebyname และ code block รูปที่ 7.19 แสดงโปรแกรม Dynamo สำหรับการเลือกพารามิเตอร์ภายในองค์ประกอบชิ้นงาน

(3) โปรแกรมสำหรับนำข้อมูลเข้าสู่แผ่นตารางทำการ

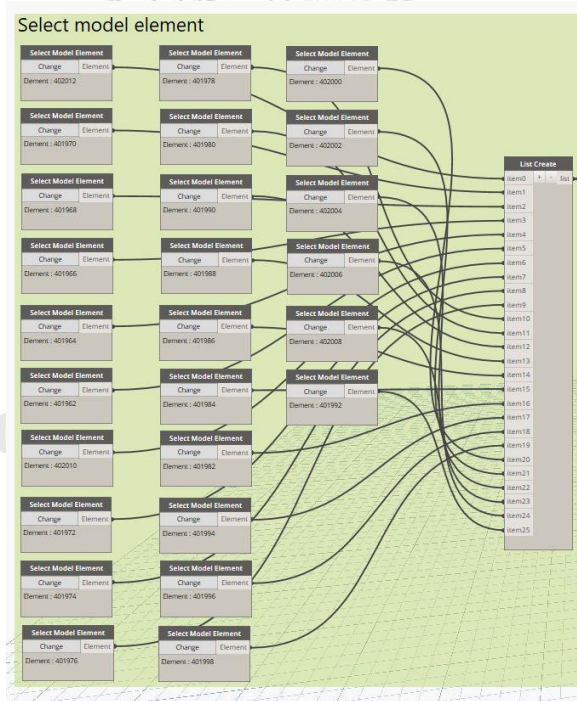
โปรแกรมสำหรับนำข้อมูลเข้าสู่แผ่นตารางทำการประกอบด้วยคำสั่ง list create, file path, code block, list.transpose, boolean และ data.exportexcel รูปที่ 7.20 แสดงโปรแกรม Dynamo สำหรับนำข้อมูลเข้าสู่แผ่นตารางทำการ

รูปที่ 7.17 แสดงโปรแกรม Dynamo สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลอง BIM กับแผ่นตารางทำการ

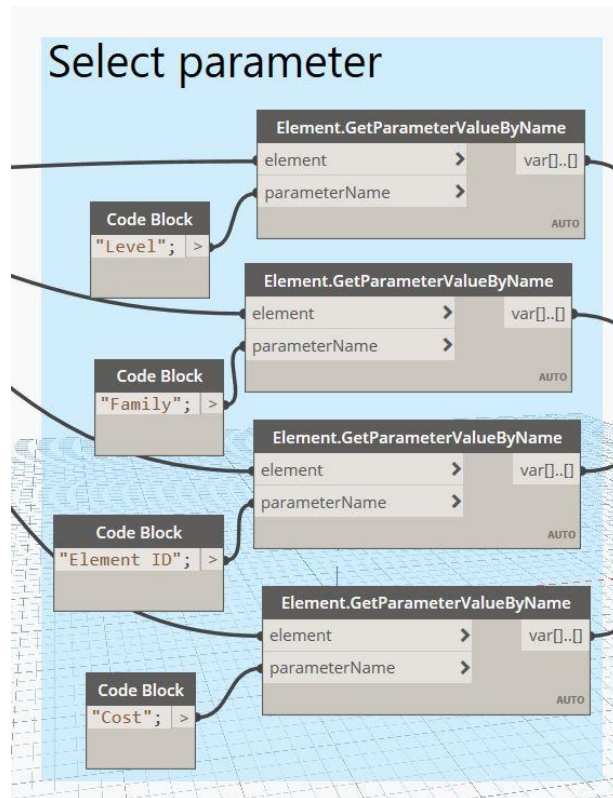




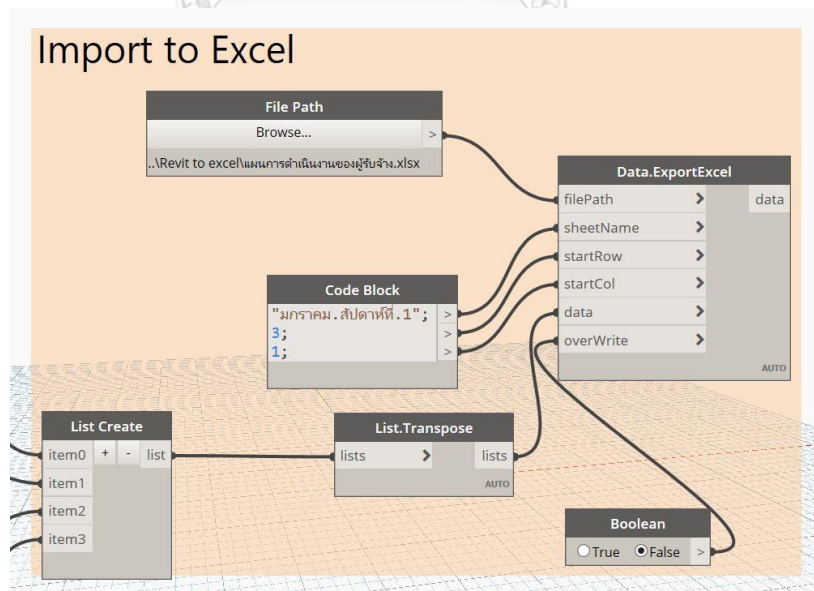
รูปที่ 7.17 โปรแกรม Dynamo สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลอง BIM กับแผ่นตารางทำการ



รูปที่ 7.18 โปรแกรม Dynamo สำหรับการคลิกเลือกองค์ประกอบชิ้นงาน

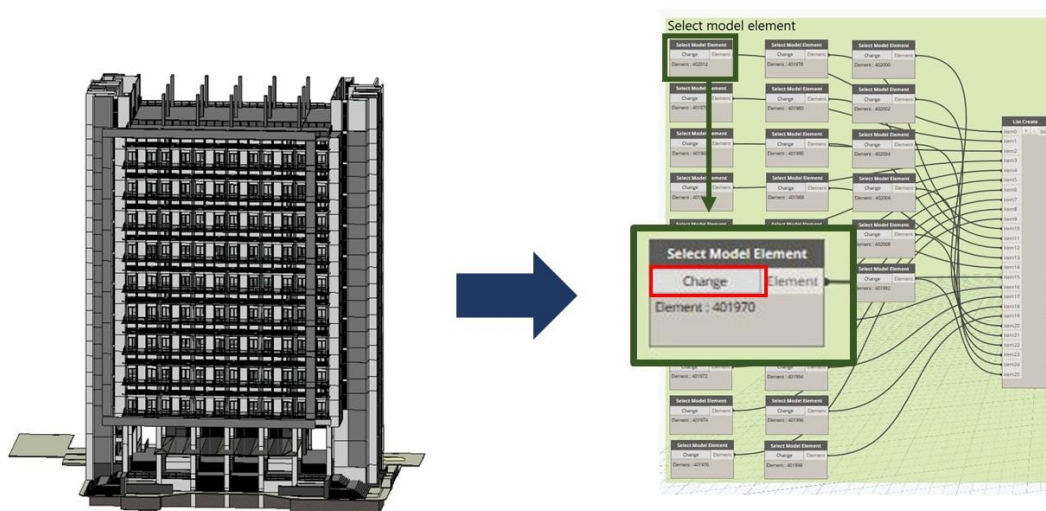


รูปที่ 7.19 โปรแกรม Dynamo สำหรับการเลือกพารามิเตอร์ภายในองค์ประกอบชิ้นงาน



รูปที่ 7.20 โปรแกรม Dynamo สำหรับนำข้อมูลเข้าสู่แผ่นตารางทำการ

2.2) ผู้รับจ้างเลือกองค์ประกอบชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานรายสัปดาห์  
 ขั้นตอนที่ 2 ผู้รับจ้างเลือกองค์ประกอบชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานประจำสัปดาห์ที่ได้วางแผนไว้ โดยใช้โปรแกรม Dynamo ในส่วนที่ 1 คือการคลิกเลือกองค์ประกอบชิ้นงาน รูปที่ 7.21 แสดงวิธีการเลือกชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานรายสัปดาห์



รูปที่ 7.21 วิธีการเลือกชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานรายสัปดาห์

2.3) ผู้รับจ้างส่งต่อข้อมูลมายังแผ่นตารางทำการเพื่อสร้างเป็นแผนรายงานประจำสัปดาห์  
 เมื่อผู้รับจ้างเลือกองค์ประกอบชิ้นงานตามแผนการดำเนินงานรายสัปดาห์ที่ได้วางแผนไว้เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการส่งข้อมูลมายังแผ่นตารางทำการเพื่อสร้างเป็นแผนรายงานประจำสัปดาห์ โดยเลือกเอกสารแผ่นตารางทำการในคำสั่ง file path และคำสั่ง data.exportexcel ในช่อง sheetname คือชื่อของหน้าแผ่นตารางทำการ ให้ใส่เป็น ชื่อเดือน.สัปดาห์ที่.เลขสัปดาห์ ยกตัวอย่างเช่น มกราคม.สัปดาห์ที่.1

หลังจากส่งต่อข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างมีหน้าที่สร้างแผนรายงานประจำสัปดาห์ต่อในแผ่นตารางทำการ โดยมีรูปแบบหัวข้อสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์ดังตารางที่ 7.2 ถัดมาใส่คำสั่งการคำนวณ (list) ในช่องสำเร็จ / กำลังดำเนินการเพื่อให้ผู้ควบคุมงานสามารถเลือกข้อมูลของชิ้นงานได้ หลังจากนั้นใส่คำสั่งสำหรับช่องค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว โดยสั่งให้คิดค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานเมื่อผู้ควบคุมงานเลือกช่องสำเร็จ รูปที่ 7.22 แสดงคำสั่งการคำนวณ (list) ในช่องสำเร็จ / กำลังดำเนินการเพื่อให้ผู้ควบคุมงานสามารถเลือกข้อมูลของชิ้นงาน

ตารางที่ 7.2 รูปแบบหัวข้อสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์

| แผนการทำงานของผู้รับจ้าง             |      |             |             |                   |                         |   |
|--------------------------------------|------|-------------|-------------|-------------------|-------------------------|---|
| ประจำ สัปดาห์ที่ 1 เดือน มกราคม 2563 |      |             |             |                   |                         |   |
| ที่                                  | ชั้น | ชื่อชิ้นงาน | รหัสชิ้นงาน | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้น | สำเร็จ / กำลังดำเนินการ | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว |
|                                      |      |             |             |                   |                         |   |
|                                      |      |             |             |                   |                         |   |
|                                      |      |             |             |                   |                         |   |

| งาน | สำเร็จ / กำลังดำเนินการ | ค่าใช้จ่าย |
|-----|-------------------------|------------|
|     | สำเร็จ                  |            |
|     | กำลังดำเนินการ          |            |
|     | กำลังดำเนินการ          |            |
|     | กำลังดำเนินการ          |            |
|     | สำเร็จ                  |            |
|     | สำเร็จ                  |            |



| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน | สำเร็จ / กำลังดำเนินการ | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว |
|----------------------|-------------------------|---|
| 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 28480.37             | กำลังดำเนินการ          | กำลังดำเนินการ                            |
| 28480.37             | กำลังดำเนินการ          | กำลังดำเนินการ                            |
| 28480.37             | กำลังดำเนินการ          | กำลังดำเนินการ                            |
| 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |

รูปที่ 7.22 คำสั่งการคำนวณลิส (list) ในช่องสำเร็จ / กำลังดำเนินการเพื่อให้ผู้ควบคุมงานสามารถเลือกข้อมูลของชิ้นงาน

นอกจากนี้ผู้รับจ้างต้องสร้างรูปแบบหัวข้อสรุปข้อมูลสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์ โดยมีหัวข้อคือ ร้อยละความก้าวหน้าสะสม ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ผู้รับจ้างวางแผนไว้ ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ ร้อยละความก้าวหน้าที่ได้ในสัปดาห์นี้ และ ร้อยละความก้าวหน้าสะสม ซึ่งข้อมูลทั้งหมดสามารถคำนวณได้จากค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้วและแผนการชำระเงินของโครงการก่อสร้าง ตารางที่ 7.3 แสดงรูปแบบหัวข้อสรุปข้อมูลสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์

ตารางที่ 7.3 รูปแบบหัวข้อสรุปข้อมูลสำหรับแผนรายงานประจำสัปดาห์

|  |  |
|--|--|
| ร้อยละความก้าวหน้าสะสม                     |  |
| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ผู้รับจ้างวางแผนไว้ |  |
| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว  |  |
| ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ                |  |
| ร้อยละความก้าวหน้าที่ได้ในสัปดาห์นี้       |  |
| ร้อยละความก้าวหน้าสะสม                     |  |

#### 2.4) ผู้รับจ้างส่งต่อแผนรายงานประจำสัปดาห์ให้กับผู้ควบคุมงาน

ขั้นตอนสุดท้ายในการพัฒนาแผ่นตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์คือผู้รับจ้างส่งแผนรายงานประจำสัปดาห์ที่ได้สร้างขึ้นให้กับผู้ควบคุมงานผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบคลาวด์ อีเมล โลก หรือโปรแกรมสำหรับเอกสารออนไลน์ขององค์กร

#### 3) การพัฒนาแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์

การพัฒนาแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์จะอยู่ในช่วงระหว่างก่อสร้าง โดยเอกสารแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์จะถูกพัฒนาต่อจากแผนรายงานประจำสัปดาห์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

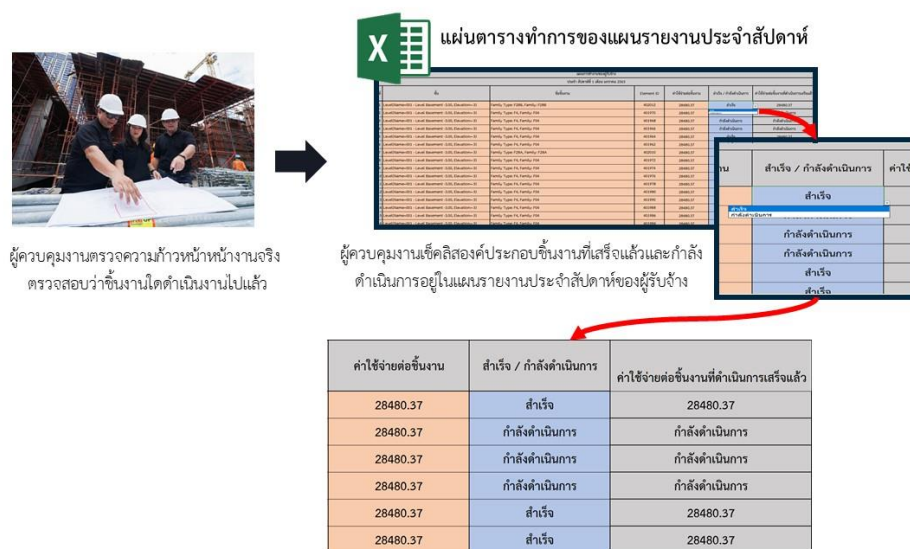
##### 3.1) ผู้ควบคุมงานตรวจสอบหน้างานผ่านแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง

การตรวจสอบหน้างานเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงานและเป็นกิจกรรมที่ดำเนินระหว่างก่อสร้าง สำหรับบางโครงการจะดำเนินการตรวจสอบความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในทุก ๆ 1 สัปดาห์หรือ 2 สัปดาห์ การตรวจสอบข้อมูลหน้างานในปัจจุบันดำเนินการโดยนำแบบงานก่อสร้าง (drawing) ของโครงการไปสำรวจหน้างานว่ามีงานใดดำเนินการสำเร็จแล้ว หลังจากนั้นจะนำงานที่ดำเนินการสำเร็จแล้วมาคำนวณเป็นอัตราความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง และแสดงสีในแบบก่อสร้าง เพื่อให้เจ้าของโครงการรับทราบว่างานใดบ้างที่ดำเนินสำเร็จแล้ว

การตรวจสอบหน้างานของระบบแผนรายงานจะดำเนินการเช่นเดียวกับการทำงานในรูปแบบปัจจุบันคือให้คนเข้าไปสำรวจงานก่อสร้างว่าองค์ประกอบใดสำเร็จแล้วบ้าง โดยจะใช้แบบก่อสร้างและแผ่นตารางทำการของแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างประกอบกัน

3.2) ผู้ควบคุมงานสร้างรายงานประจำสัปดาห์โดยอ้างอิงจากแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง

หลังจากทราบว่าชิ้นงานใดดำเนินการแล้วเสร็จหรือชิ้นงานใดกำลังดำเนินการอยู่เรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมงานมีหน้าที่เลือกองค์ประกอบชิ้นงานที่เสร็จแล้วและกำลังดำเนินการอยู่ในแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้วและร้อยละความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง รูปที่ 7.23 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์



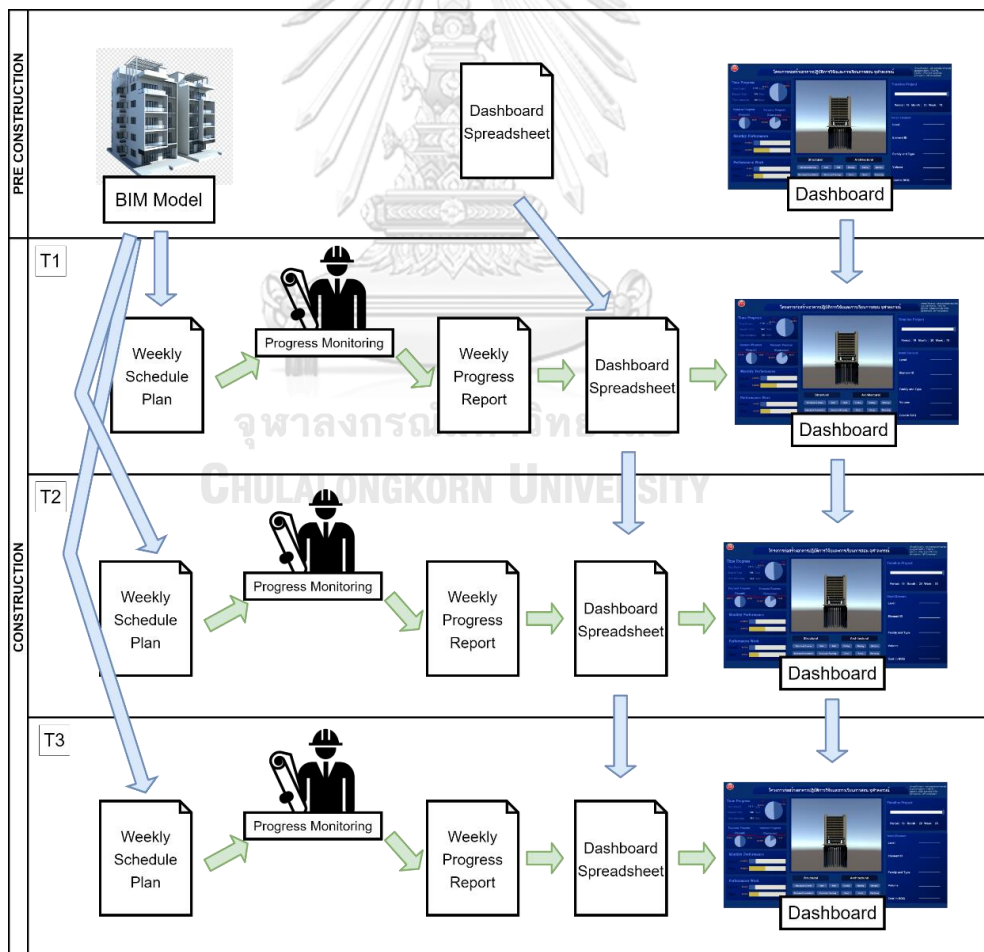
รูปที่ 7.23 ขั้นตอนการพัฒนาแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์

#### 4) การปรับแผ่นตารางทำการแผนรายงาน

การปรับแผ่นตารางทำการแผนรายงานเป็นกระบวนการสุดท้ายสำหรับโมดูลที่ 2 ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงาน การปรับแผ่นตารางทำการแผนรายงานมีวัตถุประสงค์หลักคือใส่ข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจากแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ลงในแผ่นตารางทำการแผนรายงาน โดยสามารถสร้างสูตรให้ข้อมูลความก้าวหน้าเชื่อมต่อกันข้ามแผ่นตารางทำการได้

7.2.3 โมดูลที่ 3 การปรับแผนงาน

การปรับแผนงานอยู่ในช่วงก่อนการก่อสร้างเริ่มจากพัฒนาแบบจำลอง BIM ใน 3 งานหลัก คืองานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบ หลังจากนั้นพัฒนาแผนตารางทำการของแผนงานและรูปแบบของแผนงาน ถัดมาช่วงระหว่างก่อสร้าง T1 ผู้รับจ้างนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM มาพัฒนาเป็นแผนตารางทำการแผนงานประจำสัปดาห์เพื่อส่งให้ผู้ควบคุมงาน หลังจากนั้นผู้ควบคุมงานตรวจสอบความก้าวหน้าของงานก่อสร้างจริงแล้วจึงสร้างแผนตารางทำการงานประจำสัปดาห์ เพื่อนำข้อมูลร้อยละความก้าวหน้าของโครงการมาใส่ยังแผนตารางทำการแผนงาน สุดท้ายผู้ควบคุมงานนำแผนตารางทำการแผนงานและรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ไปปรับข้อมูลในโปรแกรมแผนงาน และดำเนินการต่อไปในทุก ๆ สัปดาห์ รูปที่ 7.24 แสดงกระบวนการปรับของแผนงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างซึ่งพัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้



รูปที่ 7.24 กระบวนการปรับแผนงาน

ผู้ปรับแต่งรายงานจำเป็นต้องมีความรู้ 2 ส่วนคือความรู้เบื้องต้นสำหรับการใช้งานแบบจำลอง BIM คือสามารถเปิดใช้งานโปรแกรมและการเลือกชิ้นงานที่ต้องการดำเนินการตามแผนในแบบจำลอง BIM ได้ และอีกส่วนคือผู้ปรับแต่งรายงานต้องมีความรู้ด้านการใช้งานโปรแกรม Unity เบื้องต้นสามารถเลือกอัปเดตข้อมูลแผ่นตารางทำการในโปรแกรม Unity ได้

การปรับแต่งรายงานมีด้วยกัน 2 ส่วน คือการปรับแบบจำลอง BIM และการปรับข้อมูลของโครงการ

### 1) ขั้นตอนการปรับแบบจำลอง BIM

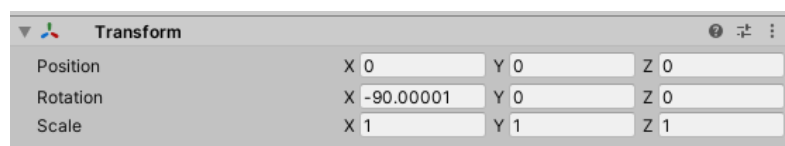
วิธีการปรับปรุงแบบจำลองของโครงการนั้นจะมีด้วยกัน 4 ขั้นตอน

#### 1.1) การบันทึกเอกสารของโครงการ

การบันทึกไฟล์ของโครงการแล้วนำมาวางทับกับไฟล์เดิมในแฟ้มข้อมูล (folder) dashboard\assets\dashboard\graphic\model

#### 1.2) การจัดทำให้ตำแหน่งแบบจำลองใหม่เหมือนกับตำแหน่งแบบจำลองเดิม

การจัดตำแหน่งแบบจำลองมีความสำคัญต่อการแสดงผลหน้าแผนรายงาน เนื่องจากหากตำแหน่งที่แสดงใน Unity ผิดไปจากเดิม จะทำให้ต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบของแผนรายงานใหม่ทั้งหมด สำหรับโครงการตัวอย่างนี้ ทางผู้จัดทำได้กำหนด Position X= 0, Y=0, Z=0 Rotation X=-90, Y=0, Z=0 และ Scale X=1, Y=1, Z=1 รูปที่ 7.25 แสดงตัวอย่างตำแหน่งแบบจำลองที่แสดงในโปรแกรม Unity

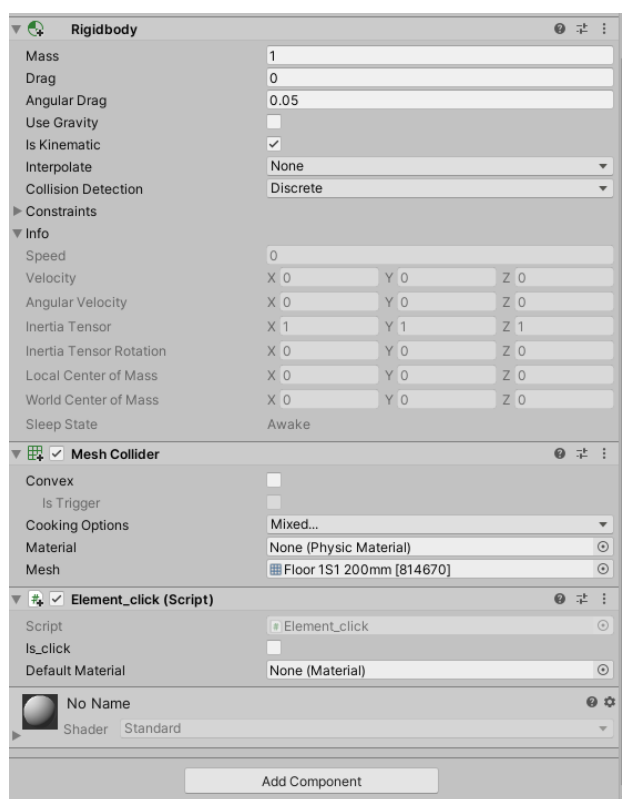


รูปที่ 7.25 ตำแหน่งแบบจำลองที่แสดงในโปรแกรม Unity

#### 1.3) การใส่หัวข้อ Rigidbody, Mesh Collider และ Element\_click (Script)



เมนู Rigidbody คือเมนูที่สร้างแรงโน้มถ่วงให้กับวัตถุ ทำให้วัตถุไม่ลอยอยู่ในอากาศ โดยเลือกใช้ Rigidbody Mass = 1, Drag = 0, Angular Drag = 0.05 และเลือก Is Kinematic ส่วน Mesh Collider คือ โปรแกรมที่กำหนดให้วัตถุหลาย ๆ ชนิดมากระทบกันได้ โดย Material ในหัวข้อนี้จะเป็น None (physic material) หมายถึงทำให้วัตถุมีแรงเสียดทานกับพื้นผิว และ Element\_click (script) คือ โปรแกรมภาษา C# เพื่อแสดงการคลิกของแบบจำลองทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็คลิกเพื่อเปลี่ยนสี หรือคลิกเพื่อแสดงข้อมูลต่าง ๆ รูปที่ 7.26 แสดงการใส่หัวข้อ Rigidbody, Mesh Collider และ Element\_click (script) เมนู inspector

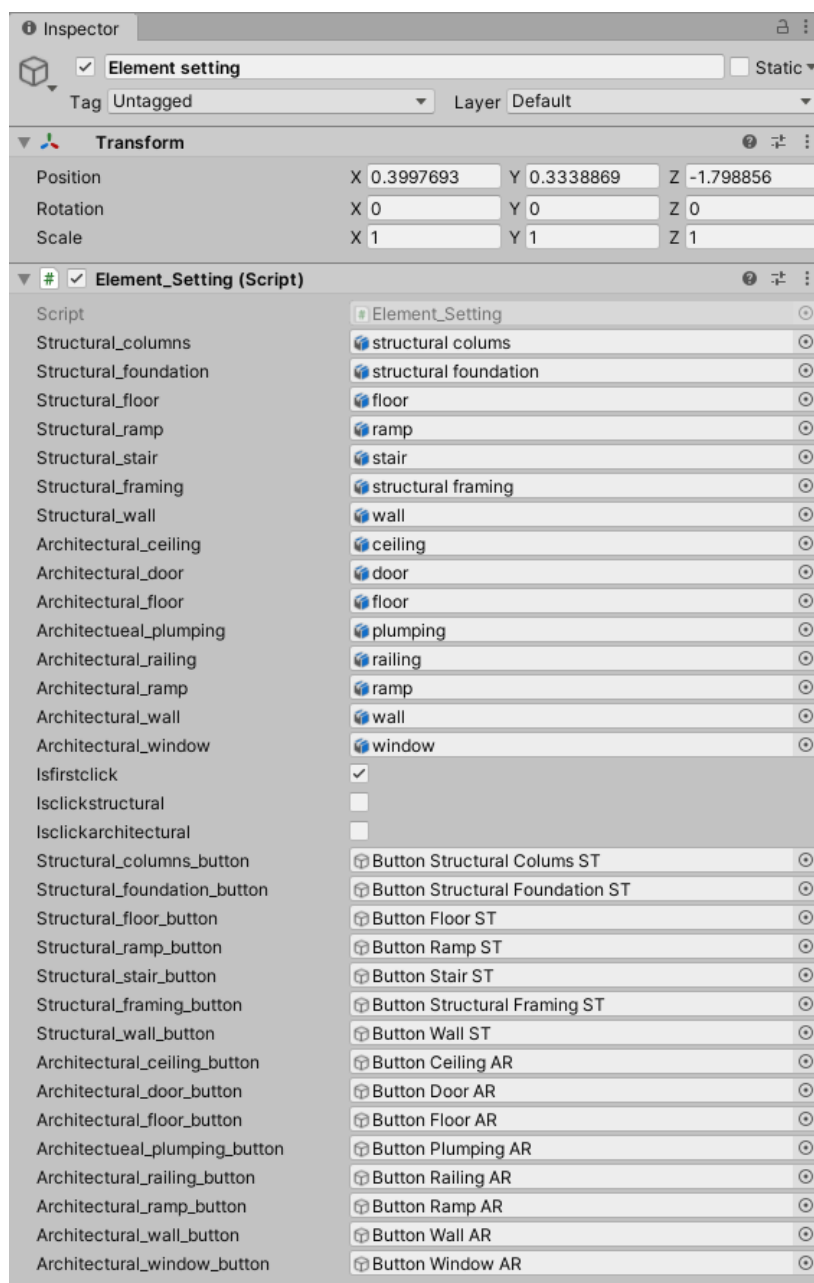


รูปที่ 7.26 หัวข้อ Rigidbody, Mesh Collider และ Element\_click (script) เมนู inspector

#### 1.4) การใส่หัวข้อ Element\_Setting

หัวข้อ Element\_Setting คือการจัดการองค์ประกอบของแบบจำลอง เนื่องจากได้เปลี่ยนแบบจำลองใหม่เพิ่มเข้ามา ทำให้โปรแกรมยังไม่รู้จักแบบจำลองใหม่ ทำให้ต้องมีการจัดการองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบจำลองใหม่ ในเมนู hierarchy > element setting โดยแบบจำลองใหม่

ที่เข้ามาต้องชื่อเหมือนกับหัวข้อที่ได้ตั้งไว้ก่อนหน้า ตัวอย่างเช่น เมนู structural\_columns ต้องนำแบบจำลอง structural columns มาใส่ รูปที่ 7.27 แสดงหัวข้อ Element\_Setting



รูปที่ 7.27 หัวข้อ Element\_Setting

## 2) การปรับข้อมูลของโครงการ

การปรับข้อมูลของโครงการถูกแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ

2.1) บันทึกแผ่นตารางทำการที่ได้บันทึกความก้าวหน้าล่าสุดแล้วนำมาวางทับกับเอกสารเดิมในแฟ้มข้อมูล assets > dashboard > excel

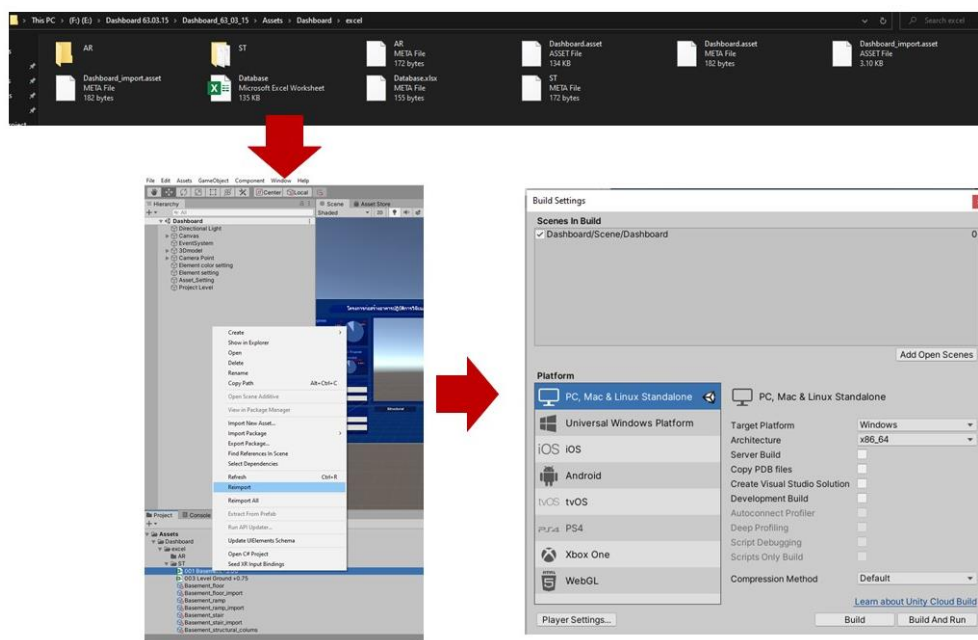
2.2) ตรวจสอบข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการในแผ่นตารางทำการ

2.3) นำแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์และแผ่นตารางทำการของแผนรายงาน ที่ได้เข้าไปวางซ้อนทับเอกสารเดิมในแฟ้มข้อมูลของโครงการที่ยังไม่ได้สร้าง (build) และเข้าไปยัง assets > dashboard > excel

2.4) เข้าโปรแกรม Unity คลิกขวาที่เอกสารปรับปรุง และคลิกนำเข้าอีกครั้ง (reimport)

2.5) กด File เพื่อสร้างโครงการใหม่อีกครั้งและคลิกสร้าง (build)

ขั้นตอนการปรับแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในโปรแกรม Unity สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7.28



รูปที่ 7.28 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลโครงการ

### 7.3 สรุปท้ายบท

บทนี้กล่าวถึงการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบแผนผังรายงานประกอบไปด้วย 3 โมดูล คือ โมดูล การเตรียมข้อมูล โมดูลการสร้างแผ่นตารางทำการ และโมดูลการปรับแผนผังรายงาน โดยซอฟต์แวร์ที่ใช้ สำหรับการพัฒนาระบบแผนผังรายงานมีทั้งหมด 4 โปรแกรม คือ Autodesk Revit ใช้สำหรับการพัฒนา แบบจำลอง BIM Microsoft Excel ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของแผนผังรายงาน Dynamo ใช้ สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ Revit และ Excel สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้ และ Unity ใช้สำหรับการ สร้างแผนผังรายงาน ต่อมาบทนี้ได้อธิบายขั้นตอนทั้งหมดของการพัฒนาระบบ โมดูลแรกคือโมดูลการ เตรียมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือการจัดการข้อมูลสำหรับ แบบจำลอง BIM และการพัฒนา รูปแบบแสดงผลของแผนผังรายงาน โมดูลที่ 2 คือโมดูลพัฒนาแผ่นตารางทำการ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วนคือ การพัฒนาแผ่นตารางทำการสำหรับแผนผังรายงาน การพัฒนาแผนผังรายงานประจำสัปดาห์ การพัฒนา รายงานประจำสัปดาห์ และการปรับแผนผังตารางทำการแผนผังรายงาน และโมดูลที่ 3 คือโมดูลการปรับ แผนผังรายงาน มีด้วยกัน 2 ส่วน คือการปรับแบบจำลอง BIM และการปรับข้อมูลโครงการ

หลักการงานโมดูลทั้ง 3 เริ่มจากการจัดการข้อมูลสำหรับแบบจำลอง BIM วัตถุประสงค์ หลักในขั้นตอนนี้คือรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสร้างแผนผังรายงานของแบบจำลอง BIM ข้อมูลที่ จำเป็นสำหรับการนำมาใช้ในติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างคือ ประเภท (family), ชื่อ (type), รหัส (element id), ระดับชั้น (base level) และราคาต่อหน่วย (unit price) ถัดมาคือการพัฒนา รูปแบบแสดงผลของแผนผังรายงาน ซึ่งเป็นการนำข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติ หรือแบบจำลอง 3 มิติของ โครงการมาใช้เพื่อสร้างแผนผังรายงาน โดยโปรแกรมที่ถูกนำมาใช้งานงานวิจัยนี้ในการสร้างแผนผังรายงาน คือโปรแกรม Unity การพัฒนารูปแบบแสดงผลของแผนผังรายงานจะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน เริ่ม จากการนำแบบจำลอง 3 มิติ เข้าโปรแกรม Unity, การนำแผ่นตารางทำการเข้าโปรแกรม Unity, การสร้างส่วนควบคุมข้อมูลของแผ่นตารางทำการ, การสร้างส่วนควบคุมแผนผังรายงาน และการสร้าง แอปพลิเคชัน (application) ถัดมาจะเข้าสู่ช่วงระหว่างก่อสร้างซึ่งเป็นการพัฒนาแผ่นตารางทำการ ประกอบด้วยแผ่นตารางทำการสำหรับแผนผังรายงาน แผ่นตารางทำการของแผนผังรายงานประจำสัปดาห์ และแผ่นตารางทำการของรายงานประจำสัปดาห์ Microsoft Excel ถูกเลือกเป็นโปรแกรมสำหรับการ สร้างแผ่นตารางทำการในงานวิจัยนี้ และโมดูลสุดท้ายคือการปรับแผนผังรายงาน ซึ่งมีด้วยกัน 2 ส่วน คือการปรับแบบจำลอง BIM ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และการปรับข้อมูลของโครงการประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

## บทที่ 8

### การประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างจริง

บทนี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบแผนงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM กับโครงการก่อสร้างจริงเพื่อปรับปรุงในแผนงานให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและสามารถใช้งานได้จริงในโครงการก่อสร้าง นอกจากนี้เนื้อหาในบทนี้ยังกล่าวถึงคู่มือการใช้งานแผนงานของผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด ได้แก่ ผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้าง และผู้บริหารโครงการ

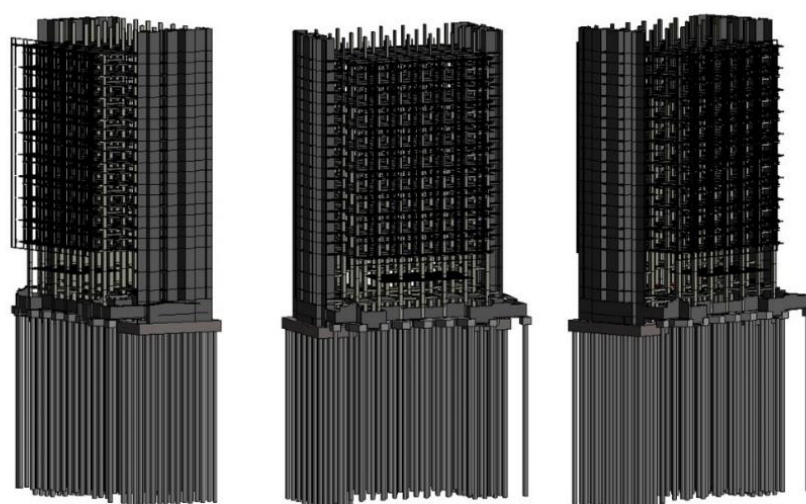
#### 8.1 โครงการก่อสร้างจริง

การประยุกต์ใช้จริงของระบบแผนงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน ซึ่งเป็นอาคารสูงแห่งใหม่ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งอยู่ที่แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 15 ชั้น ชั้นใต้ดิน 1 ชั้น และชั้นดาดฟ้า 1 ชั้น พื้นที่ก่อสร้างโดยประมาณ 36,630 ตารางเมตร เป็นอาคารที่ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนของคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากอาคารนี้เป็นอาคารสูงที่มีความซับซ้อน และใช้ BIM ในการสร้างแบบสำหรับก่อสร้าง (shop drawings) ระบบที่เสนอนี้จึงเหมาะสมที่จะนำแบบจำลอง BIM มาใช้สำหรับการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

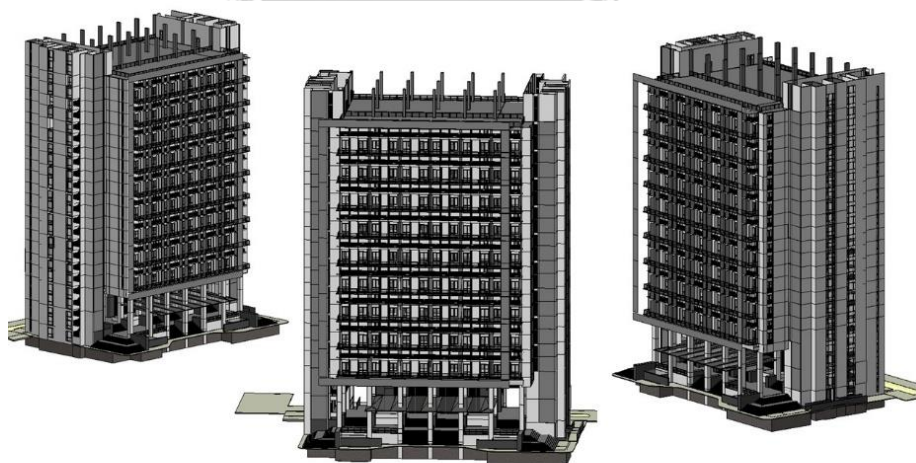
โครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ว่าจ้างกลุ่มนิติบุคคลร่วมทำงาน QP Consortium ให้เป็นผู้ควบคุมงานหลักในการก่อสร้าง (CM) ซึ่งประกอบด้วยบริษัท วิศวกรและสถาปนิก คิวบิค จำกัด และบริษัท ไพรม์ เอ็นจิเนียริ่ง อาร์คิเทคเจอร์ล คอนซัลแต้นส์ จำกัด นอกจากนี้ บริษัท อาคาร33 จำกัด ได้รับมอบหมายจากมหาวิทยาลัยให้เป็นผู้รับจ้างในโครงการดังกล่าว และผู้ออกแบบคือคณาจารย์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้เวลาก่อสร้างทั้งหมด 1,110 วัน ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2561 ถึงวันที่ 3 สิงหาคม 2564

ลักษณะทั่วไปของโครงการคืออาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 15 ชั้น ชั้นใต้ดิน 1 ชั้น อาคารโรงไฟฟ้าสูง 2 ชั้น และชั้นดาดฟ้า โดยแบ่งเป็นชั้นเต็มและชั้นลอยบางส่วน มีโถงโล่งทางเข้าอาคาร อาคารห้องงานระบบไฟฟ้าหลัก และระบบไฟฟ้าฉุกเฉินแยกจากโครงสร้างอาคาร ลักษณะงานจะประกอบด้วย งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรมภายนอกและภายใน งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร งานระบบปรับอากาศ งานระบบเครื่องกล งานระบบสุขาภิบาล งานภูมิสถาปัตยกรรม งานครุภัณฑ์ ห้องปฏิบัติการ พร้อมงานป้องกันอันตรายระหว่างการก่อสร้าง ดังรูปที่ 8.1 แสดงแบบสำหรับก่อสร้าง

งานโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Autodesk Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน และรูปที่ 8.2 แสดงแบบสำหรับก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Autodesk Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

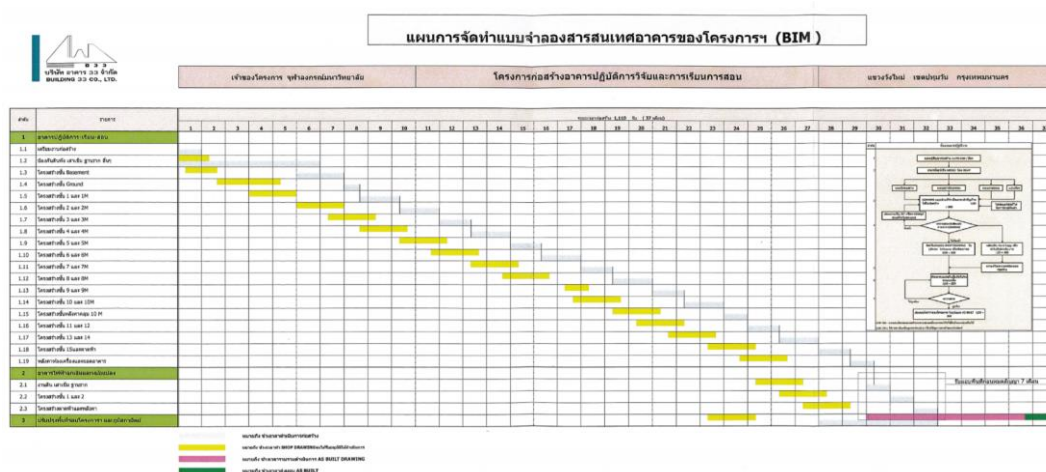


รูปที่ 8.1 แบบสำหรับก่อสร้างงานโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Autodesk Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.2 แบบสำหรับก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม Autodesk Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

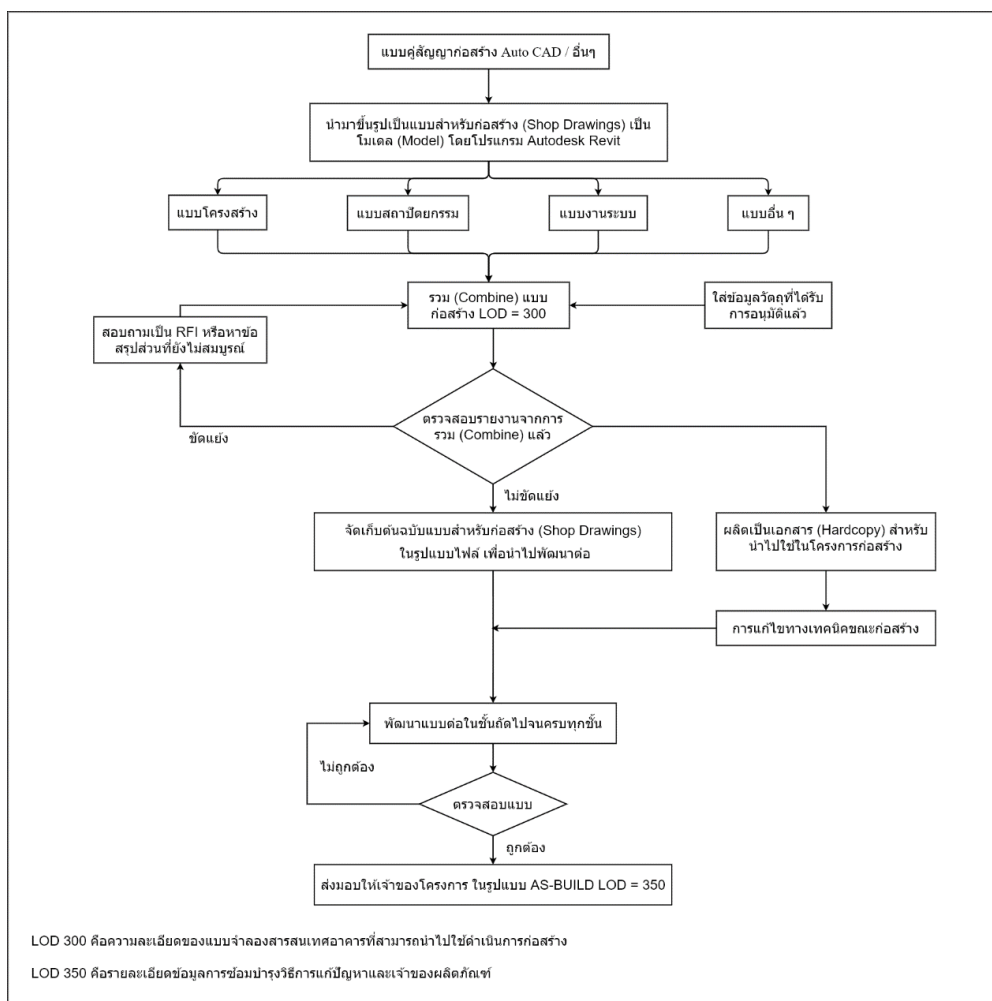
แผนการจัดทำแบบจำลอง BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนดำเนินการจัดทำแบบสำหรับก่อสร้างล่วงหน้าก่อสร้างประมาณ 2 – 3 เดือน ตัวอย่างเช่น โครงสร้างชั้น 1 และ 1M จะสร้างแบบสำหรับก่อสร้างในช่วงเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 5 และดำเนินการก่อสร้างในช่วงเดือนที่ 8 ดังรูปที่ 8.3 จะแสดงแผนการจัดทำแบบจำลอง BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.3 แผนการจัดทำแบบจำลอง BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

### จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนใช้ BIM ในการสร้างแบบสำหรับก่อสร้างต่อจากการสร้างแบบก่อสร้างโดยใช้ Auto CAD โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างแบบจำลอง ทั้งแบบโครงสร้าง แบบสถาปัตยกรรม แบบงานระบบ และรวมถึงแบบอื่น ๆ สำหรับโครงการก่อสร้าง หลังจากนั้นผู้รับจ้างจะดำเนินการรวมแบบก่อสร้าง โดยกำหนด LOD ที่ 300 และใส่ข้อมูลวัสดุที่ได้รับการอนุมัติแล้วเข้าไปในแบบจำลองด้วย หากการรวมแบบไม่เกิดความขัดแย้งกัน ผู้รับจ้างจะดำเนินการจัดเก็บไฟล์งานและผลิตเป็นเอกสารสำหรับการนำไปใช้ในโครงการก่อสร้าง หลังจากนั้นจะพัฒนาแบบต่อไปจนครบทุกชั้นเพื่อตรวจสอบแบบทั้งโครงการ และส่งมอบให้กับเจ้าของโครงการในรูปแบบ as-build ต่อไป ดังรูปที่ 8.4 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการใช้งาน BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.4 ขั้นตอนการปฏิบัติการใช้งาน BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

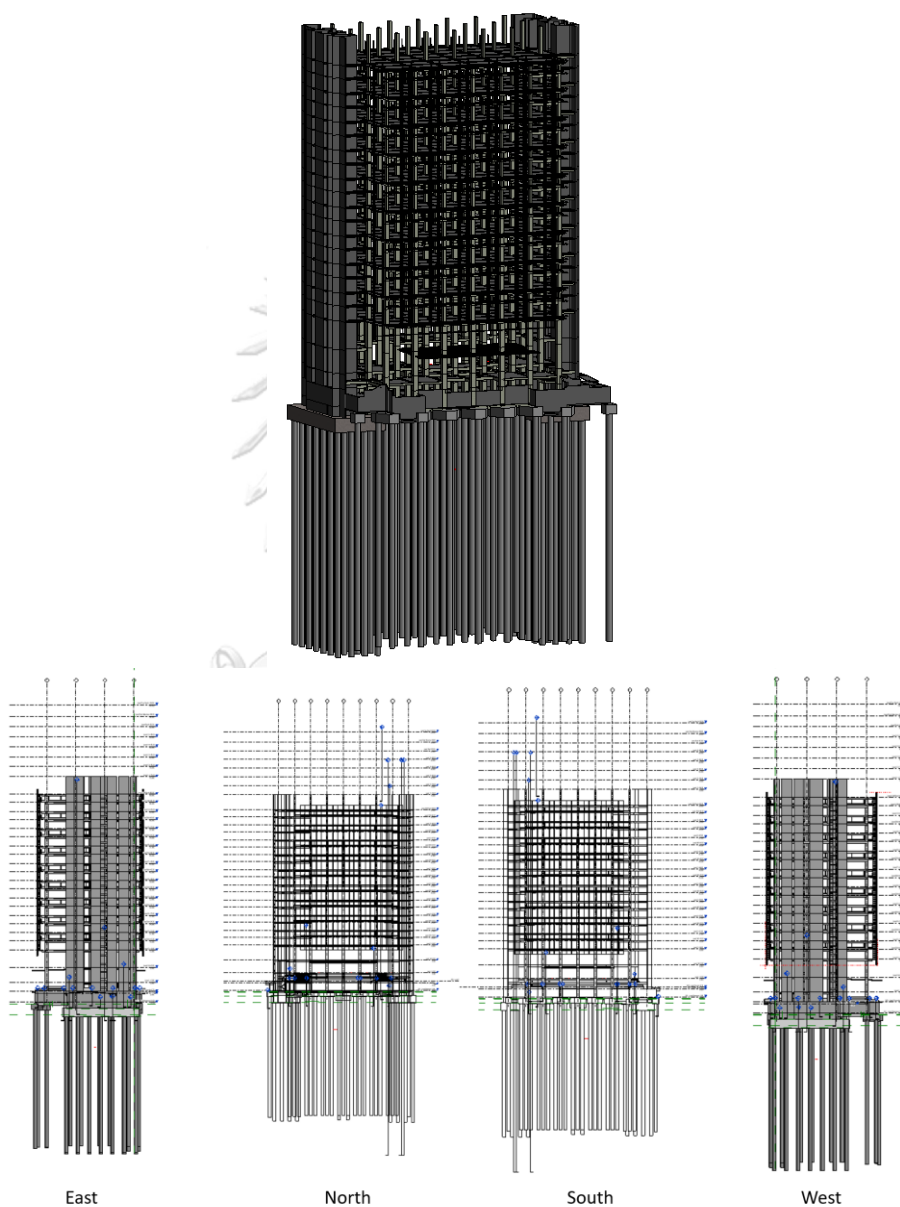
## 8.2 ข้อมูลโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

### 8.2.1 แบบจำลอง BIM

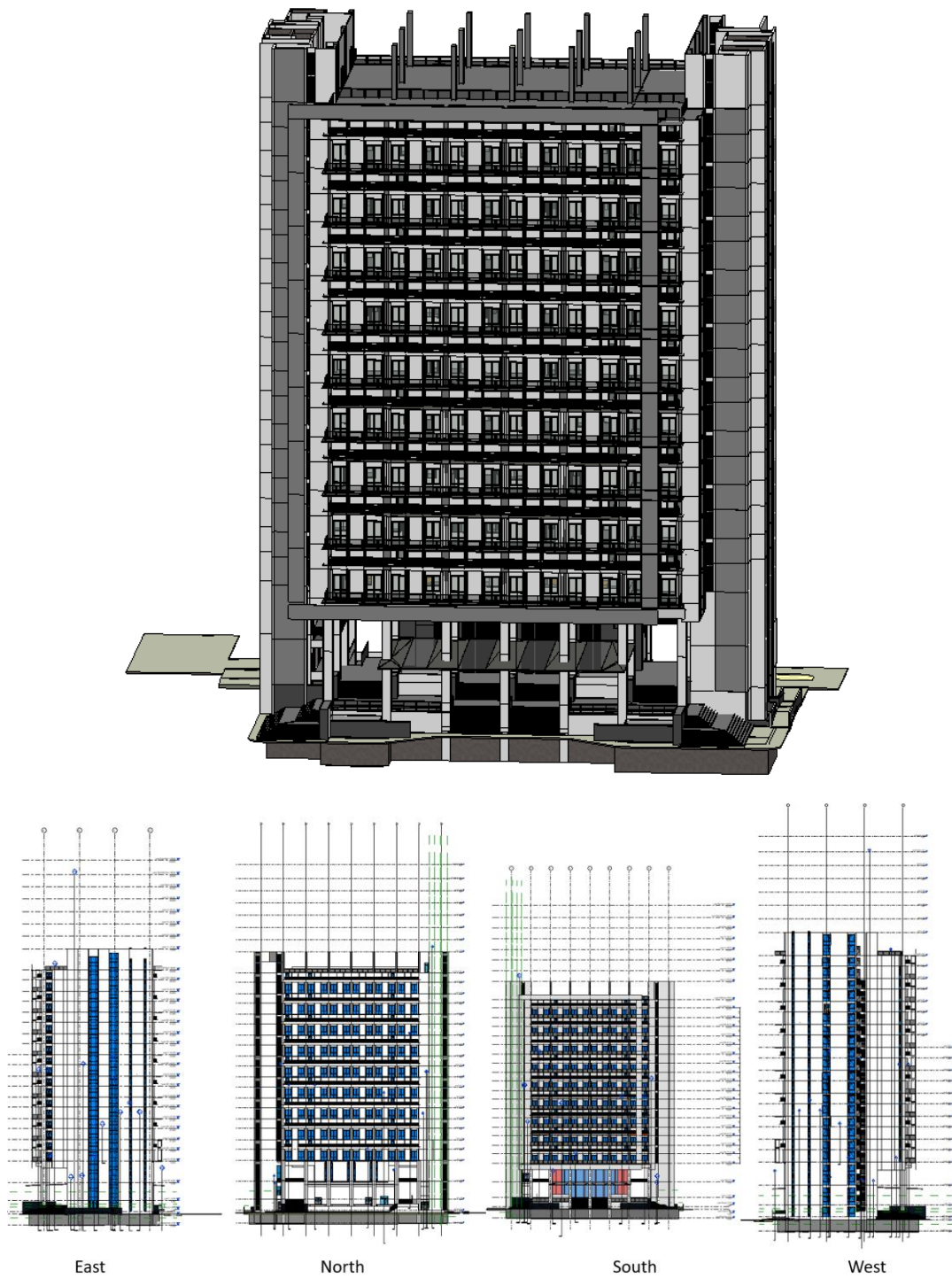
โครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนใช้โปรแกรม Autodesk Revit สำหรับการสร้างแบบจำลอง BIM ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ BIM ที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายโดยสถาปนิกและวิศวกร กระบวนการเริ่มจากผู้ออกแบบจะเป็นผู้สร้างแบบโครงการผ่านโปรแกรม AutoCAD หลังจากนั้นผู้รับจ้างจะเป็นผู้สร้างแบบจำลอง BIM ต่อจากผู้ออกแบบ โดยจะส่งแบบร่างหน้าจากการก่อสร้างจริงประมาณ 2 – 3 เดือน ตามแต่แผนการจัดทำแบบจำลอง BIM ของโครงการก่อสร้างอาคาร



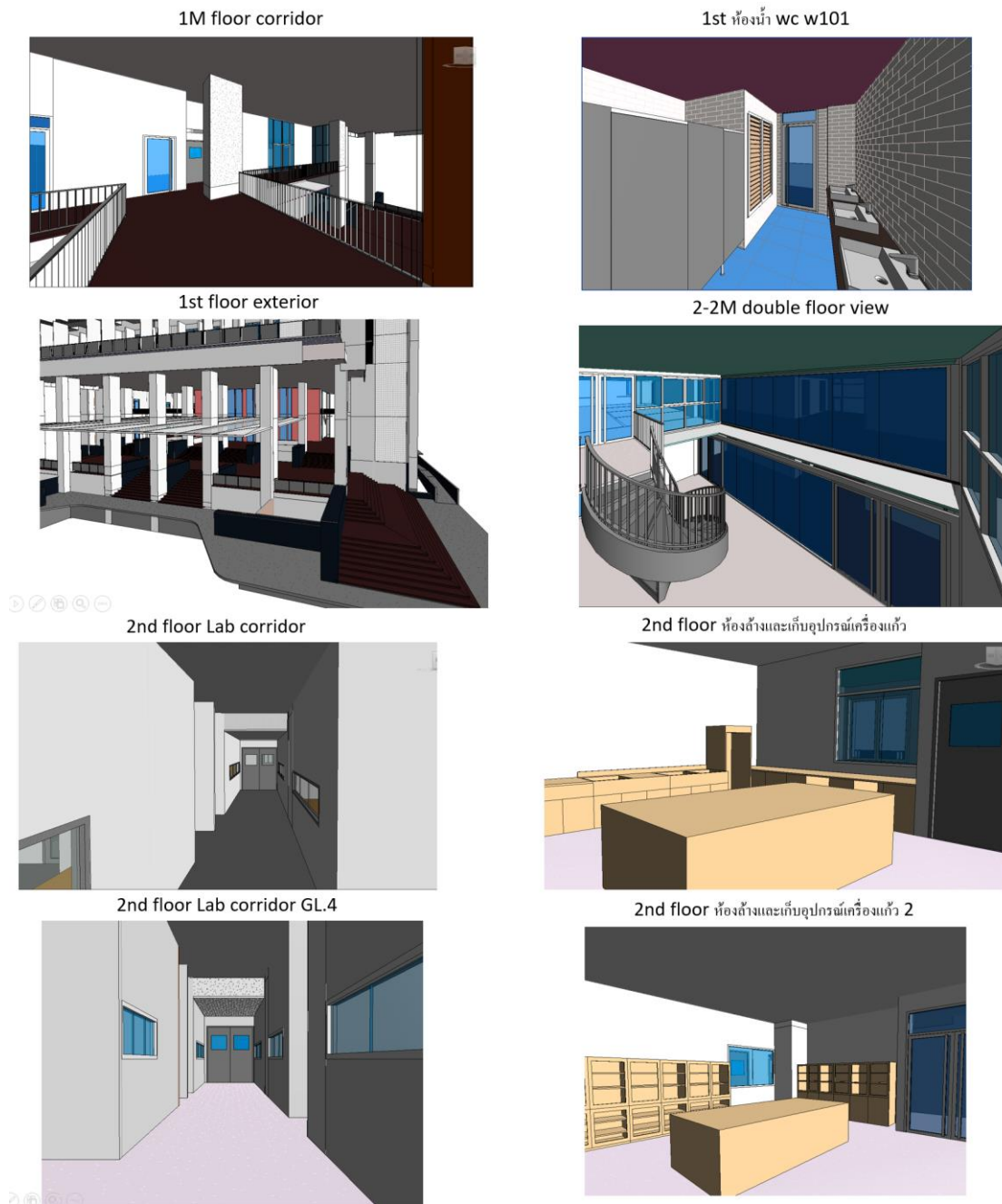
ปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน รูปที่ 8.5 แสดงแบบจำลอง 3 มิติและมุมมองด้านต่าง ๆ แบบจำลองในงานโครงสร้าง รูปที่ 8.6 แสดงแบบจำลอง 3 มิติและมุมมองด้านต่าง ๆ แบบจำลองในงานสถาปัตยกรรม และรูปที่ 8.7 รูปภาพ 3 มิติจากโปรแกรม Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.5 แบบจำลอง 3 มิติและมุมมองด้านต่าง ๆ แบบจำลองในงานโครงสร้าง ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.6 แบบจำลอง 3 มิติและมุมมองด้านต่าง ๆ แบบจำลองในงานสถาปัตยกรรม ของโครงการ  
ก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.7 รูปภาพ 3 มิติจากโปรแกรม Revit ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

## 8.2.2 ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ

BOQ สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนอยู่ในรูปแบบ PDF ไฟล์ การนำมาใช้งานกับ BIM จำเป็นต้องใส่ข้อมูลโดยการใส่ด้วยมือเท่านั้น

แผนงานหลักของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนถูกสร้างจากโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลอง BIM เลย แต่เนื่องจากการสร้างแผนงานนั้นไม่ได้นำข้อมูลแผนงานหลักมาใช้เป็นข้อมูลสร้างแผนงาน ใช้เพียงแค่ศึกษาการทำงานของโครงการเท่านั้น ทำให้ไม่เกิดปัญหามากนัก แต่หากแผนงานหลักของโครงการอื่น ๆ อยู่ในรูปแบบ BIM จะทำให้การสร้างแผนงานมีความละเอียดในแง่ของเวลามากยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ แผนการจ่ายเงินในโครงการนี้เช่นเดียวกับแผนงานหลัก ซึ่งอยู่ในรูปแบบ Microsoft Excel ไฟล์ ทำให้ง่ายต่อการนำมาสร้างเป็นแผนตารางทำการในส่วนแผนงาน

## 8.3 การดำเนินการช่วงก่อนการก่อสร้าง

การดำเนินการช่วงก่อนก่อสร้างสำหรับโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน เริ่มจากการตรวจสอบข้อมูลแบบจำลอง BIM และนำแบบจำลอง BIM เข้าสู่โปรแกรม Unity หลังจากนั้นเรียบเรียงข้อมูลในแผนตารางทำการแผนงานเพื่อใช้ใน ช่วงระหว่างการก่อสร้างและง่ายต่อการนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Unity

การนำข้อมูลจากแบบจำลอง BIM มาใช้ในแผนงานจำเป็นต้องมีการตรวจสอบก่อน หากแบบจำลอง BIM มีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนจะทำให้แผนงานพบปัญหาได้ข้อมูลที่ใช้งานได้จากแบบจำลอง BIM คือ ประเภท (family), ชื่อ (type), รหัส (element id), ระดับชั้น (base level) และราคาต่อหน่วย (unit price) เมื่อมีข้อมูลครบทุกองค์ประกอบชิ้นงานแล้ว ขั้นตอนต่อมาจะบันทึกแบบจำลองเป็นไฟล์นามสกุล .Fbx โดยตั้งชื่อตาม Family เพื่อนำแบบจำลองเข้าสู่โปรแกรม Unity รูปที่ 8.8 แสดงการตั้งชื่อไฟล์ .Fbx ตาม Family ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.8 การตั้งชื่อไฟล์ .Fbx ตาม Family ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

ขั้นตอนถัดมาเป็นการพัฒนาแผนตารางทำการแ่งรายงาน ซึ่งแผนตารางทำการนี้สร้างขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าสู่ของแ่งรายงาน รูปที่ 8.9 รูปที่ 8.10 และ รูปที่ 8.11 แสดงตัวอย่างแผนตาราง ทำการแ่งรายงาน ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

Table with 27 columns (A-T) and 48 rows showing project progress metrics including Period, Month, Day of month, Cumulative day, week, Days, Percentage Progress per period, Percentage Cumulative Progress per period, Time Project, Elapsed Time, Percentage Elapsed Time, Time remaining, Percentage Time remaining, Payment remaining, Payment remaining Contract, Elapsed Payment, Elapsed Payment Contract, Monthly Performance Actual, Monthly Performance Plan, Performance Work Actual, Performance Work Plan, and Cumulative Progress.

รูปที่ 8.9 ตัวอย่างแผนตารางทำการแ่งรายงานของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

Table with 14 columns (A-N) and 21 rows showing project progress metrics including Period, Month, Day of month, Cumulative day, week, Days, Percentage Progress per period, Percentage Cumulative Progress per period, Percentage Progress per week, Percentage Cumulative Progress per week, Time Project, Elapsed Time, Percentage Elapsed Time, and Time remaining.

รูปที่ 8.10 รูปขยายรูปที่ 1 แผนตารางทำการแ่งรายงานของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัย และการเรียนการสอน

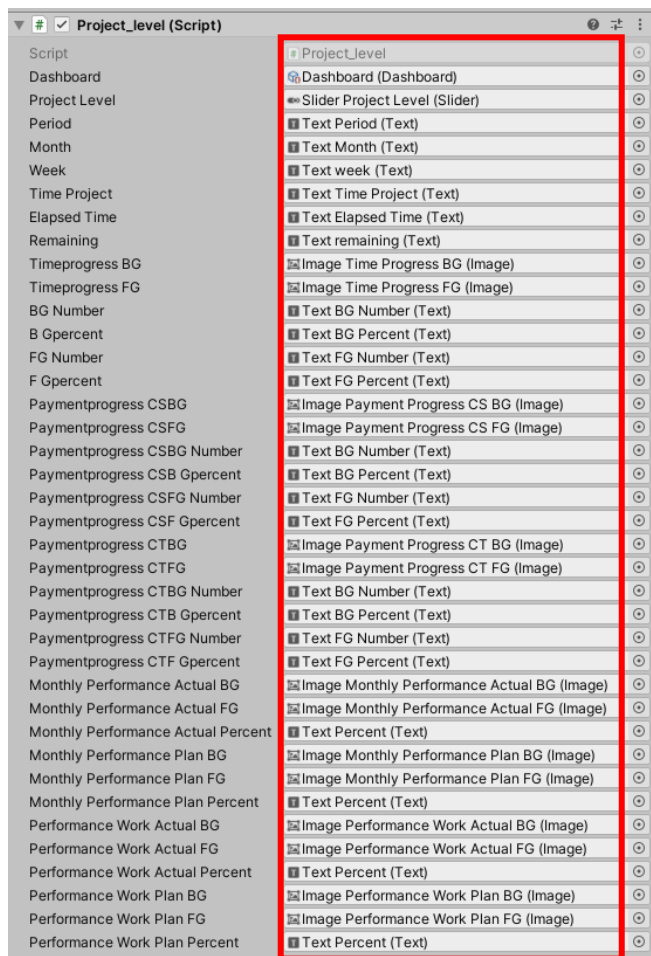
| O                         | P                       | Q                         | R                          | S                            | T                          | U                        | V                       | W                     | X                   | Y                              |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| Percentage Time remaining | Elapsed Payment Consult | Payment remaining Consult | Elapsed Payment Contractor | Payment remaining Contractor | Monthly Performance Actual | Monthly Performance Plan | Performance Work Actual | Performance Work Plan | Percentage progress | Cumulative Percentage progress |
| 99.37%                    | ฿314,150.94             | ฿49,635,849.06            | ฿1,018,764.00              | ฿847,951,236.00              | 0.12%                      | 0.1550%                  | 0.12%                   | 0.1550%               | 0.12%               | 0.12%                          |
| 98.74%                    | ฿314,150.94             | ฿49,321,698.11            | ฿1,273,455.00              | ฿846,677,781.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 0.27%                   | 0.3100%               | 0.15%               | 0.27%                          |
| 98.11%                    | ฿314,150.94             | ฿49,007,547.17            | ฿1,273,455.00              | ฿845,404,326.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 0.42%                   | 0.4650%               | 0.15%               | 0.42%                          |
| 97.48%                    | ฿314,150.94             | ฿48,693,396.23            | ฿1,273,455.00              | ฿844,130,871.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 0.57%                   | 0.6200%               | 0.15%               | 0.57%                          |
| 96.85%                    | ฿314,150.94             | ฿48,379,245.28            | ฿1,273,455.00              | ฿842,857,416.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 0.72%                   | 0.7750%               | 0.15%               | 0.72%                          |
| 96.22%                    | ฿314,150.94             | ฿48,065,094.34            | ฿1,273,455.00              | ฿841,583,961.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 0.87%                   | 0.9300%               | 0.15%               | 0.87%                          |
| 95.59%                    | ฿314,150.94             | ฿47,750,943.40            | ฿1,273,455.00              | ฿840,310,506.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 1.02%                   | 1.0850%               | 0.15%               | 1.02%                          |
| 94.95%                    | ฿314,150.94             | ฿47,436,792.45            | ฿1,273,455.00              | ฿839,037,051.00              | 0.15%                      | 0.1550%                  | 1.17%                   | 1.2400%               | 0.15%               | 1.17%                          |
| 94.32%                    | ฿314,150.94             | ฿47,122,641.51            | ฿2,546,910.00              | ฿836,490,141.00              | 0.30%                      | 0.5125%                  | 1.47%                   | 1.7525%               | 0.30%               | 1.47%                          |
| 93.69%                    | ฿314,150.94             | ฿46,808,490.57            | ฿2,546,910.00              | ฿833,943,231.00              | 0.30%                      | 0.5125%                  | 1.77%                   | 2.2650%               | 0.30%               | 1.77%                          |
| 93.06%                    | ฿314,150.94             | ฿46,494,339.62            | ฿2,546,910.00              | ฿831,396,321.00              | 0.30%                      | 0.5125%                  | 2.07%                   | 2.7775%               | 0.30%               | 2.07%                          |
| 92.43%                    | ฿314,150.94             | ฿46,180,188.68            | ฿2,546,910.00              | ฿828,849,411.00              | 0.30%                      | 0.5125%                  | 2.37%                   | 3.2900%               | 0.30%               | 2.37%                          |
| 91.80%                    | ฿314,150.94             | ฿45,866,037.74            | ฿3,395,880.00              | ฿825,453,531.00              | 0.40%                      | 0.4850%                  | 2.77%                   | 3.7750%               | 0.40%               | 2.77%                          |
| 91.17%                    | ฿314,150.94             | ฿45,551,886.79            | ฿3,395,880.00              | ฿822,057,651.00              | 0.40%                      | 0.4850%                  | 3.17%                   | 4.2600%               | 0.40%               | 3.17%                          |
| 90.54%                    | ฿314,150.94             | ฿45,237,735.85            | ฿3,395,880.00              | ฿818,661,771.00              | 0.40%                      | 0.4850%                  | 3.57%                   | 4.7450%               | 0.40%               | 3.57%                          |
| 89.91%                    | ฿314,150.94             | ฿44,923,584.91            | ฿3,395,880.00              | ฿815,265,891.00              | 0.40%                      | 0.4850%                  | 3.97%                   | 5.2300%               | 0.40%               | 3.97%                          |
| 89.28%                    | ฿314,150.94             | ฿44,609,433.96            | ฿1,697,940.00              | ฿813,567,951.00              | 0.20%                      | 0.1750%                  | 4.17%                   | 5.4050%               | 0.20%               | 4.17%                          |
| 88.65%                    | ฿314,150.94             | ฿44,295,283.02            | ฿1,697,940.00              | ฿811,870,011.00              | 0.20%                      | 0.1750%                  | 4.37%                   | 5.5800%               | 0.20%               | 4.37%                          |
| 88.02%                    | ฿314,150.94             | ฿43,981,132.08            | ฿2,207,322.00              | ฿809,662,689.00              | 0.26%                      | 0.1750%                  | 4.63%                   | 5.7550%               | 0.26%               | 4.63%                          |
| 87.39%                    | ฿314,150.94             | ฿43,666,981.13            | ฿4,584,438.00              | ฿805,078,251.00              | 0.54%                      | 0.1750%                  | 5.17%                   | 5.9300%               | 0.54%               | 5.17%                          |

รูปที่ 8.11 รูปขยายรูปที่ 2 แผนตารางทำการแยกรายงาน ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัย และการเรียนการสอน

ถัดมาเป็นขั้นตอนของการสร้างรูปแบบแยกรายงานในช่วงเริ่มต้น โดยจะสร้างแยกรายงานในโปรแกรม Unity เริ่มจากการนำไฟล์ .Fbx ของแต่ละ Family เข้าสู่โปรแกรม Unity และตั้งค่าแยกรายงาน ไม่ว่าจะเป็นการจัดกรก๊อ้งให้อยู่ในลักษณะที่สามารถมองเห็นแบบจำลองได้ผ่านแยกรายงาน โดยใช้ C# ในโปรแกรม Microsoft visual studio ชื่อว่า Camera\_Control และจัดการองค์ประกอบของแบบจำลอง BIM ผ่านโปรแกรม Element\_Setting แปะตั้งค่าล่างการทำงานของก๊อ้ง การคลิก และองค์ประกอบผ่าน Reset\_Camera, Reset\_click, Reset\_Element และตั้งค่าการแสดงผลองค์ประกอบผ่านโค้ด Show\_Element

ลำดับต่อมาคือการนำข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel เข้าโปรแกรม Unity โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การนำข้อมูลระดับโครงการและการนำข้อมูลระดับกิจกรรมเข้าแยกรายงาน

การนำข้อมูลระดับโครงการ (Project Level) เข้าสู่โปรแกรม Unity โปรแกรมหลักที่ควบคุมการนำเข้าข้อมูลระดับโครงการคือ Project\_Level ซึ่งภายในโปรแกรมจะสร้างตัวแปรต่าง ๆ สำหรับการจับคู่ข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลในระดับโครงการสามารถแสดงออกมาจากแยกรายงานได้ หลังจากนั้นสร้าง UI หรือ Text และนำ UI หรือ Text วางช่องทางด้านขวามือของ Project\_Level ดังแสดงในรูปที่ 8.12



รูปที่ 8.12 ตัวแปรจากโปรแกรมภาษา C# หรือสคริปต์ Project\_Level

ขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการนำเข้าข้อมูลระดับกิจกรรมเข้าสู่โปรแกรม Unity ซึ่งข้อมูลนำเข้าคือรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง การนำเข้าข้อมูลระดับกิจกรรม ประโยชน์คือการปรับปรุงข้อมูลสี่ขององค์กรประกอบภายในโครงการ

เริ่มจากนำแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างในโปรแกรม Excel เข้ามายังโฟลเดอร์ Assets > Dashboard > excel > ST / AR / MEP หลังจากนั้นนำข้อมูลจาก Excel เข้า Unity แล้วเลือกชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity เพื่อให้ Unity สามารถมองเห็นข้อมูลเหล่านั้นได้

รูปที่ 8.13 แสดงชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity

| Type Settings: |         |                          |
|----------------|---------|--------------------------|
| Member         | Type    | Array                    |
| Done           | Undefir | <input type="checkbox"/> |
| InProcess      | Undefir | <input type="checkbox"/> |
| Order          | String  | <input type="checkbox"/> |
| Level          | String  | <input type="checkbox"/> |
| ElementID      | String  | <input type="checkbox"/> |
| FamilyandType  | String  | <input type="checkbox"/> |
| Volume         | Double  | <input type="checkbox"/> |
| Percent        | Double  | <input type="checkbox"/> |
| BOQ            | Double  | <input type="checkbox"/> |
| DoneTF         | Bool    | <input type="checkbox"/> |
| InProcessTF    | Bool    | <input type="checkbox"/> |
| CostActual     | Double  | <input type="checkbox"/> |

รูปที่ 8.13 แสดงชนิดของข้อมูลในโปรแกรม Unity

### 8.4 การดำเนินการช่วงระหว่งการก่อสร้าง

#### 8.4.1 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์

เมื่อเข้าสู่ช่วงระหว่งการก่อสร้าง ผู้วิจัยเริ่มจากการพัฒนาแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ โดยนำข้อมูลมาจากแผนการดำเนินงานที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยผู้รับจ้าง ซึ่งจะบอกรายละเอียดการทำงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างเอง รูปที่ 8.14 แสดงแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

| แผนรายงานประจำสัปดาห์                  |   |                                 |            |          |                   |                                       | ใบยืมหน้า           | Dashboard                            | คลิก          |
|--|---|---------------------------------|------------|----------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------|
| วันที่: วันอาทิตย์ 1 เดือน มกราคม 2563 |   |                                 |            |          |                   |                                       | งาน ดำเนินการเสร็จ  | ประจำ สัปดาห์ที่ 1 เดือน มกราคม 2563 |               |
| id                                     | ชื่อ  | ชื่อกิจกรรม                     | กิจกรรม ID | ลำดับงาน | เสร็จ / ดำเนินการ | ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น/ค่าดำเนินการตามค่า |                     |                                      |               |
| 1                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F288, Family: F288 | 402012     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        | พร้อมงานก่อสร้าง    | 0.000000                             |               |
| 2                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401970     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        | ค่าใช้จ่ายเตรียมงาน | 748.889.82                           |               |
| 3                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401968     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        | ค่าใช้จ่ายเตรียมงาน | 748.889.82                           |               |
| 4                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401966     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        | ค่าใช้จ่ายเตรียมงาน | 748.889.82                           |               |
| 5                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401964     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        | พร้อมงานก่อสร้าง    | 0.000000                             | 74.330.000.00 |
| 6                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401962     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        | พร้อมงานก่อสร้าง    | 0.000000                             | 74.330.000.00 |
| 7                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F28A, Family: F28A | 402010     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 8                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401972     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 9                                      | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401974     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 10                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401976     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 11                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401978     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 12                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401980     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 13                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401990     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 14                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401988     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 15                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401986     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 16                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401984     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 17                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F4, Family: F04    | 401982     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 18                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F01, Family: F01   | 401994     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 19                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F01, Family: F01   | 401996     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 20                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F01, Family: F01   | 401998     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 21                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F01, Family: F01   | 402000     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 22                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F01, Family: F01   | 402002     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |
| 23                                     | LevelName-001 - Level Basement-2.00, Elevation-2) | Family Type: F01, Family: F01   | 402004     | 28481.37 |                   | กำลังดำเนินการ                        |                     |                                      |               |

รูปที่ 8.14 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ที่สร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM ส่วนสรุปข้อมูล และส่วนคำอธิบาย

ส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM มีหัวข้อแถวดังนี้ ลำดับที่ ชั้น ชื่อ รหัส ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน โดยสามารถระบุได้ว่าองค์ประกอบชิ้นงานใดดำเนินการเสร็จแล้วหรือกำลังดำเนินการอยู่นอกจากนี้ยังแสดงค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานขององค์ประกอบที่ดำเนินการเสร็จแล้ว รูปที่ 8.15 แสดงแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนสำหรับส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM

ส่วนที่ 2 ส่วนสรุปข้อมูลมีหัวข้อแถวดังนี้ รวมค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน ร้อยละความก้าวหน้าสะสม ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ ร้อยละความก้าวหน้าที่ได้ในสัปดาห์นี้ และร้อยละความก้าวหน้าสะสม รูปที่ 8.16 แสดงแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนสำหรับส่วนสรุปข้อมูล

ส่วนสุดท้ายคือส่วนคำอธิบาย สำหรับส่วนนี้จะบอกถึงหน้าที่ของผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงานในแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์นี้ รูปที่ 8.17 แสดงแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนสำหรับส่วนสรุปข้อมูล

| แบบรายงานประจำสัปดาห์                |  |                                 |            |                      |                         |   |
|--------------------------------------|--|---------------------------------|------------|----------------------|-------------------------|---|
| ประจำ สัปดาห์ที่ 1 เดือน มกราคม 2563 |  |                                 |            |                      |                         |   |
| ที่                                  | ชั้น   | ชื่อชิ้นงาน                     | Element ID | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน | สำเร็จ / กำลังดำเนินการ | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว |
| 1                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F288, Family: F288 | 402012     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 2                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401970     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 3                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401968     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 4                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401966     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 5                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401964     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 6                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401962     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 7                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F28A, Family: F28A | 402010     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 8                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401972     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 9                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401974     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 10                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401976     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 11                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401978     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 12                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401980     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 13                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401990     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 14                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401988     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 15                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401986     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 16                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401984     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 17                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401982     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 18                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F01, Family: F01   | 401994     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 19                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F03, Family: F03   | 401996     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 20                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F03, Family: F03   | 401998     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 21                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F03, Family: F03   | 402000     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 22                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F03, Family: F03   | 402002     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |
| 23                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F03, Family: F03   | 402004     | 28480.37             |                         | กำลังดำเนินการ                            |

รูปที่ 8.15 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนสำหรับส่วนข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง BIM

| ไปยังหน้า                                  | Dashboard                            | คลิก |
|--|--------------------------------------|------|
| รวม ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน                   | ประจำ สัปดาห์ที่ 1 เดือน มกราคม 2563 |      |
| ร้อยละความก้าวหน้าสะสม                     | 0.0000%                              |      |
| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ผู้รับจ้างวางแผนไว้ | 740,489.62                           |      |
| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว  | -                                    |      |
| ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ                | 94,330,000.00                        |      |
| ร้อยละความก้าวหน้าที่ทำได้ในสัปดาห์นี้     | 0.0000%                              |      |
| ร้อยละความก้าวหน้าสะสม                     | 0.0000%                              |      |

รูปที่ 8.16 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัย และการเรียนการสอนสำหรับส่วนสรุปข้อมูล

| คำอธิบาย     |   |
|--------------|---|
| ผู้รับจ้าง   | นำข้อมูลจาก โปรแกรม Revit มาใส่ยังช่องสี่เหลี่ยม                    |
| ผู้ควบคุมงาน | กรอกข้อมูลหน้างานจริง เมื่อชิ้นงานนั้นๆ สำเร็จแล้ว / กำลังดำเนินการ |

รูปที่ 8.17 แผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัย และการเรียนการสอนสำหรับส่วนคำอธิบาย

#### 8.4.2 แผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์

การสร้างแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์อยู่ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือส่วนของการเก็บข้อมูล และการบันทึกข้อมูล ส่วนของการเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ยังเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบเดิม คือการใช้คนในการเดินเก็บบันทึกข้อมูลหน้างาน โดยข้อมูลที่เก็บมานั้นจะถูกบันทึกโดยใช้กระดาษแบบแปลนของโครงการ เพื่อให้ผู้บันทึกแผนรายงาน ความก้าวหน้าสามารถเจาะจงองค์ประกอบได้ว่างงานใดดำเนินการแล้วหรืองานใดกำลังดำเนินการ หลังจากนั้นผู้บันทึกจะเปรียบเทียบแผ่นตารางทำการแผนการดำเนินงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้างและแบบแปลนของโครงการที่ได้ทำการบันทึกมา สุดท้ายนำข้อมูลชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว และกำลังดำเนินการมาบันทึกใส่ในช่อง สำเร็จ / ดำเนินการ ในแผ่นตารางทำการแผนรายงานประจำสัปดาห์ของผู้รับจ้าง รูปที่ 8.18 แสดงแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ และรูปที่ 8.19 แสดงส่วนสรุปข้อมูลของแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์

| รายงานประจำสัปดาห์                   |  |                                 |            |                      |                         |   |
|--------------------------------------|--|---------------------------------|------------|----------------------|-------------------------|---|
| ประจำ สัปดาห์ที่ 1 เดือน มกราคม 2563 |  |                                 |            |                      |                         |   |
| ที่                                  | ชั้น   | ชื่อชิ้นงาน                     | Element ID | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน | สำเร็จ / กำลังดำเนินการ | ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว |
| 1                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F288, Family: F288 | 402012     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 2                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401970     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 3                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401968     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 4                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401966     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 5                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401964     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 6                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401962     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 7                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F28A, Family: F28A | 402010     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 8                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401972     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 9                                    | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401974     | 28480.37             | กำลังดำเนินการ          | กำลังดำเนินการ                            |
| 10                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401976     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 11                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401978     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 12                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401980     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 13                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401990     | 28480.37             | กำลังดำเนินการ          | กำลังดำเนินการ                            |
| 14                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401988     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |
| 15                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401986     | 28480.37             | กำลังดำเนินการ          | กำลังดำเนินการ                            |
| 16                                   | Level(Name=001 - Level Basement -3.00, Elevation=-3) | Family Type: F4, Family: F04    | 401984     | 28480.37             | สำเร็จ                  | 28480.37                                  |

รูปที่ 8.18 แผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์

| ไปยังหน้า                                  | Dashboard                            |
|--|--------------------------------------|
| รวม ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงาน                   | ประจำ สัปดาห์ที่ 1 เดือน มกราคม 2563 |
| ร้อยละความก้าวหน้าสะสม                     | 0.0000%                              |
| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ผู้รับจ้างวางแผนไว้ | 740,489.62                           |
| ค่าใช้จ่ายต่อชิ้นงานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว  | 541,127.03                           |
| ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ                | 94,330,000.00                        |
| ร้อยละความก้าวหน้าที่ทำได้ในสัปดาห์นี้     | 0.5737%                              |
| ร้อยละความก้าวหน้าสะสม                     | 0.5737%                              |

รูปที่ 8.19 ส่วนสรุปข้อมูลของแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

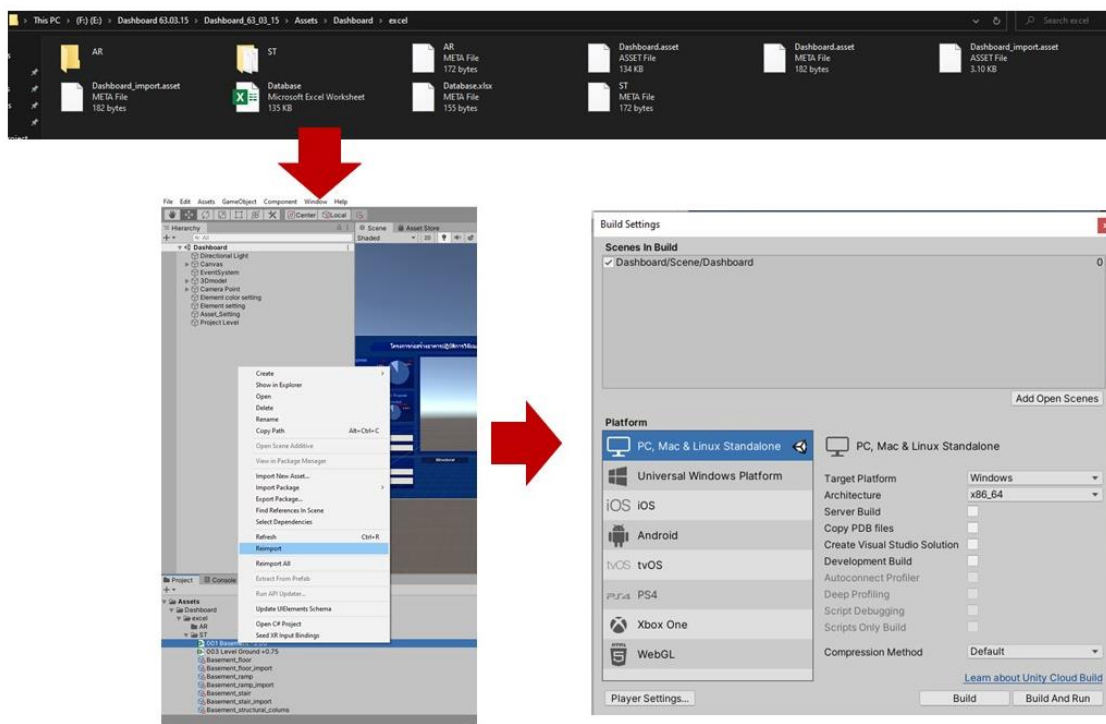
สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน แผนการจัดทำแบบจำลอง BIM ของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอนนั้นจะดำเนินการจัดทำแบบสำหรับก่อสร้างล่วงหน้าก่อนก่อสร้างประมาณ 2 – 3 เดือน ตามที่กล่าวไปข้างต้นในหัวข้อโครงการก่อสร้างจริง ซึ่งทำให้การปรับปรุงแบบจำลองของโครงการจำเป็นต้องปรับปรุงในทุก ๆ ช่วงเวลาที่แผนการจัดทำแบบจำลอง BIM กำหนดไว้

### 8.4.3 การปรับแต่งรายงานประจำสัปดาห์

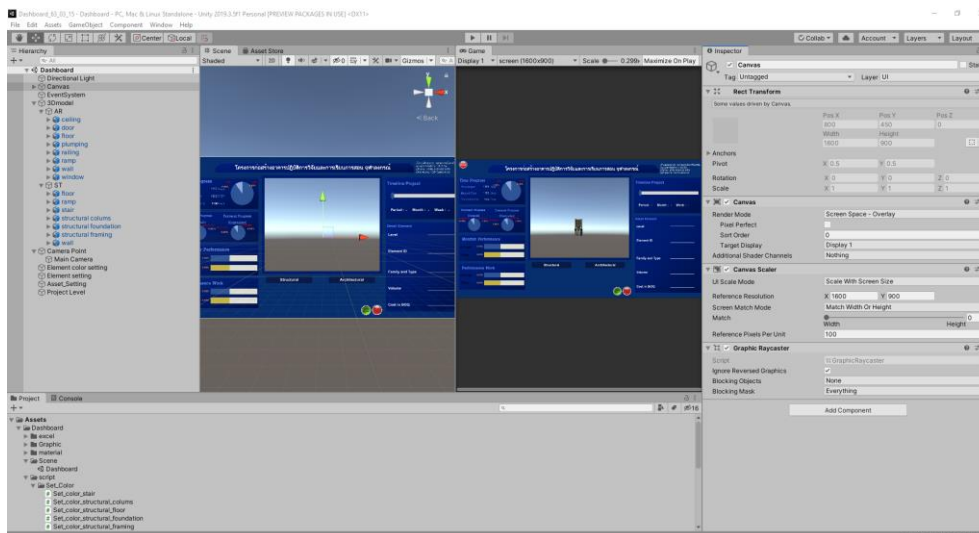
เมื่อสร้างแผนตารางทำการแผนรายงานและแผนตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์เรียบร้อยแล้ว ต่อมาเป็นขั้นตอนสำหรับการนำแผนตารางทำการแผนรายงานและรายงานประจำสัปดาห์เข้าสู่โปรแกรม Unity

เริ่มจากบันทึกแผนตารางทำการที่ได้ความก้าวหน้าล่าสุดหลังจากนั้นนำแผนตารางทำการมาวางทับกับเอกสารเดิมในแฟ้มข้อมูล assets > dashboard > excel และตรวจสอบข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการในแผนตารางทำการ หลังจากนั้นนำแผนตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์และแผนตารางทำการของแผนรายงาน ที่ได้เข้าไปวางซ้อนทับไฟล์เดิมในโฟลเดอร์ของโครงการที่ยังไม่ได้สร้าง (build) และเข้าไปยัง assets > dashboard > excel สุดท้ายเข้าโปรแกรม Unity คลิกขวาที่ปรับปรุง และคลิกนำเข้าอีกครั้ง (reimport) สุดท้ายกด File เพื่อสร้างโครงการใหม่อีกครั้งและคลิกสร้าง (build) เพื่อทำการสร้างแผนรายงาน

การปรับแต่งรายงานของโครงการก่อสร้างในโปรแกรม Unity สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8.20 และรูปที่ 8.21



รูปที่ 8.20 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลโครงการ



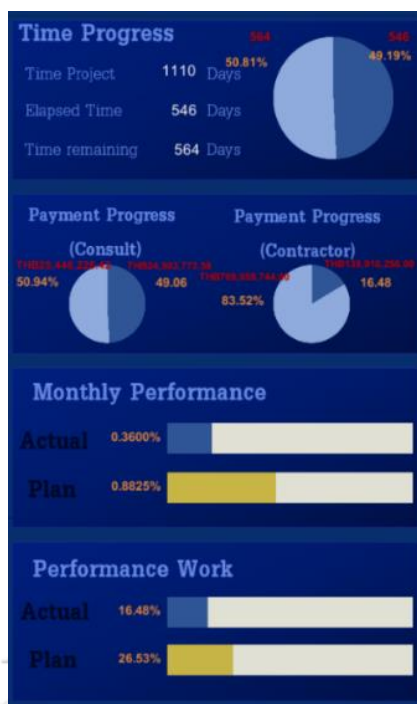
รูปที่ 8.21 ตัวอย่างแผนผังรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในโปรแกรม Unity

#### 8.4.4 การนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนผังรายงานในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างซึ่งสามารถเชื่อมต่อการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)

การนำเสนอข้อมูลของระบบแผนผังรายงานใช้แอปพลิเคชันที่ถูกสร้างจากโปรแกรม Unity โดยมีนามสกุลของแอปพลิเคชัน คือ .exe ซึ่งการนำเสนอข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามหัวข้อที่ 6.6 คือ การนำเสนอข้อมูลระดับโครงการ (project level) และการนำเสนอข้อมูลระดับกิจกรรม (activity level)

##### 1) ข้อมูลระดับโครงการ (Project level)

ข้อมูลระดับโครงการเกิดจากแผ่นตารางทำการแผ่นตารางทำการที่ชื่อว่าแผนผังรายงาน ส่งข้อมูลผ่านการเขียนโค้ดที่ชื่อว่า Project\_level จากโปรแกรม Microsoft visual studio มายังแผนผังรายงานใน Unity ข้อมูลระดับโครงการคือ ระยะเวลาก่อสร้าง การชำระเงินสำหรับผู้ควบคุมงาน การชำระเงินงวดงานสำหรับผู้รับจ้าง ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน และประสิทธิภาพการทำงาน ตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน รูปที่ 8.22 แสดงตัวอย่างข้อมูลระดับโครงการของแผนผังรายงานใน Application

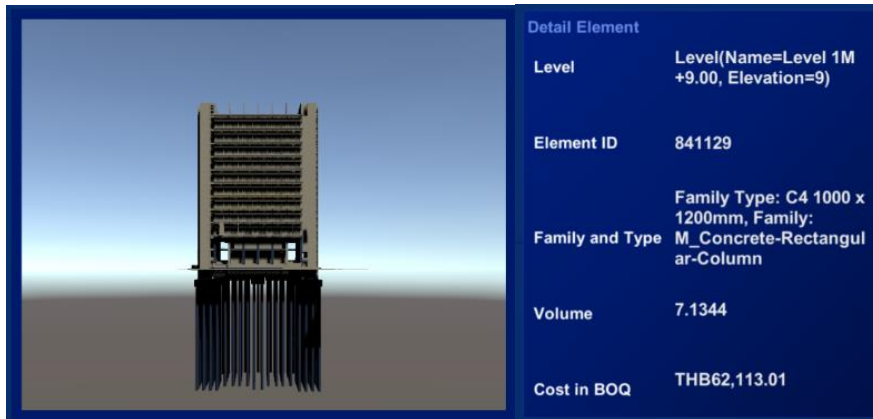


รูปที่ 8.22 ข้อมูลระดับโครงการของแผนรายงานในแอปพลิเคชัน

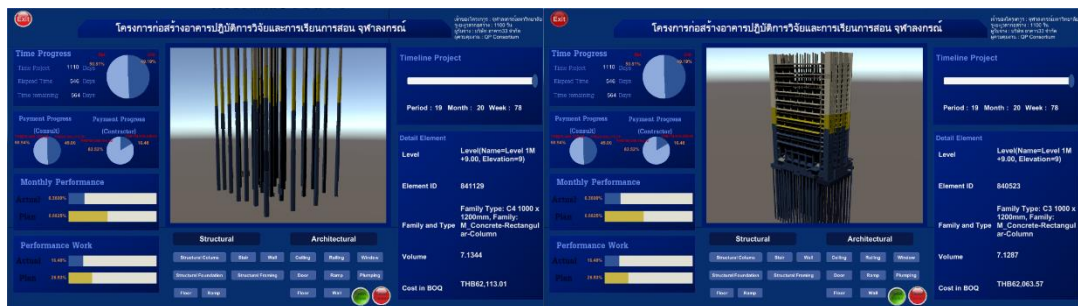
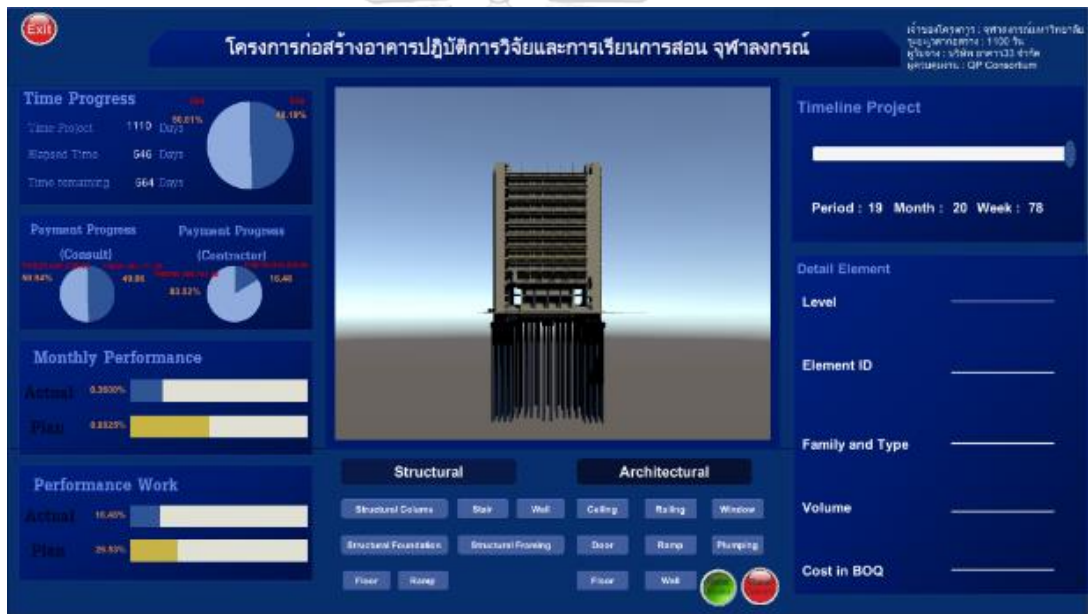
## 2) ข้อมูลระดับกิจกรรม (activity level)

ข้อมูลระดับกิจกรรมคือข้อมูลที่บ่งบอกถึงกิจกรรมนั้น ๆ องค์ประกอบ 1 ขึ้นเท่านั้น ไม่ได้บอกภาพรวมทั้งหมดของโครงการ โดยเกิดจากไฟล์แผ่นตารางทำการที่ชื่อว่า ส่วนของชิ้นส่วนในแต่ละชั้น ส่งข้อมูลผ่านการเขียนโปรแกรมที่ชื่อว่า Set\_color\_ จากโปรแกรม Microsoft visual studio มายังแผนรายงานใน Unity โดยแสดงเป็นแบบจำลอง 3 มิติของโครงการ ซึ่งสามารถแสดงสีการทำงานได้จากแบบจำลอง คือ สีเทาคืองานที่ยังไม่เสร็จ สีเหลืองคืองานที่กำลังดำเนินการ และสีน้ำเงินคืองานที่ดำเนินการเสร็จแล้ว นอกจากนี้ ข้อมูลระดับกิจกรรมยังบอกถึงรายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ ด้วย ไม่ว่าจะเป็น ระดับชั้นขององค์ประกอบ Element ID ชื่อและประเภทขององค์ประกอบ ปริมาตร และราคาขององค์ประกอบนั้น ๆ ดังรูปที่ 8.23 แสดงข้อมูลระดับกิจกรรมของแผนรายงานในแอปพลิเคชัน

รูปที่ 8.24 ตัวอย่างแผนรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน



รูปที่ 8.23 ข้อมูลระดับกิจกรรมของแผนรายนงานในแอปพลิเคชัน



รูปที่ 8.24 ตัวอย่างแผนรายนงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน

## 8.5 คู่มือการใช้งานแผนรายนงานสำหรับผู้บริหารโครงการ

ระบบแผนรายนงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในงานวิจัยนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน แสดงสถานะของโครงการในช่วงระหว่างการก่อสร้างกับผู้บริหารโครงการ ซึ่งผู้บริหารโครงการที่กล่าวถึงในงานวิจัยนี้จะหมายถึงผู้ที่ตรวจสอบการรับมอบงานในโครงการก่อสร้างสำหรับฝ่ายของเจ้าของโครงการ

ผู้บริหารโครงการสามารถตรวจสอบสถานะของโครงการได้จากแผนรายนงานทั้งระดับโครงการและระดับกิจกรรมรูปที่ 8.25 แสดงตัวอย่างการแสดงผลของข้อมูลต่าง ๆ ของแผนรายนงาน

ข้อมูลระดับโครงการ คือ

- ความก้าวหน้าด้านระยะเวลา
- ความก้าวหน้าด้านการจ่ายเงิน
- ประสิทธิภาพการทำงานรายเดือน
- ประสิทธิภาพการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นสัญญาถึงปัจจุบัน

ข้อมูลระดับกิจกรรม คือ

- แบบจำลอง 3 มิติ  
สีน้ำเงิน หมายถึง งานหรือองค์ประกอบที่ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- สีเหลือง หมายถึง งานหรือองค์ประกอบที่กำลังดำเนินการอยู่
- สีเทา หมายถึง งานหรือองค์ประกอบที่ยังไม่ได้ดำเนินการ
- รายละเอียดขององค์ประกอบ

วิดีโอสำหรับขั้นตอนพัฒนาแผนรายนงาน

<https://drive.google.com/open?id=1CwcA1-IG09az1a0wDrXLJxyP9k53rhWb>

วิดีโอสำหรับการแสดงผลแอปพลิเคชันแผนรายนงาน

<https://drive.google.com/open?id=12PijEjkJDTK0Zab3WDaUMklJVis3MbkO>





รูปที่ 8.25 การใช้งานแผงรายงานสำหรับผู้บริหารโครงการ

### 8.6 สรุปท้ายบท

บทนี้แสดงถึงการประยุกต์ใช้ระบบแผงรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM ในโครงการก่อสร้างอาคารสูง กระบวนการทำงานจริงได้ทดสอบกับโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน ซึ่งเป็นอาคารเรียนใหม่ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 15 ชั้น ซึ่งเป็นที่ตั้งของห้องเรียนคณะเภสัชศาสตร์ การปฏิบัติงานในโครงการก่อสร้างจริงได้ปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบแผงรายงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถนำมาใช้กับโครงการก่อสร้างได้จริง ทำให้ผู้บริหารสามารถตรวจสอบ ติดตามสถานะโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์จาก BIM ได้เพิ่มขึ้นในช่วงระหว่างการก่อสร้าง อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของโครงการตัวอย่างนี้คือ โครงการซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ทำให้แบบจำลอง BIM ที่ได้มายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองอยู่เสมอ ทำให้เกิดความยุ่งยากเพิ่มมากขึ้น และงานวิจัยนี้ได้รับการพัฒนาหลังจากเริ่มโครงการไปแล้ว แต่ตามกรอบของงานวิจัยควรนำระบบปฏิบัติงานนี้ไปใช้ตั้งแต่ก่อนการก่อสร้าง เพื่อสร้างฐานข้อมูลของการควบคุมโครงการ และแผงรายงานขั้นต้น และข้อจำกัดสุดท้ายคือการเก็บข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ ระบบแผงรายงานต้องการเก็บข้อมูลในกระดาษก่อน แล้วจึงนำมาใส่ในแผ่นตารางทำการทำให้เกิดความยุ่งยากอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลของผู้ควบคุมงาน

## บทที่ 9

### บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้พัฒนากระบวนการและระบบแผนผังรายงานโดยอาศัย BIM ในการติดตามและควบคุมโครงการ วัตถุประสงค์คือเพื่อให้ผู้บริหารรับทราบสถานะปัจจุบันของโครงการใน 3 ส่วนสำคัญ คือ ความก้าวหน้าของโครงการ ความก้าวหน้าของการจ่ายเงินแก่ผู้รับจ้าง และความก้าวหน้าของงานก่อสร้างแต่ละส่วนโดยแสดงผ่านแบบจำลอง 3 มิติ นอกจากนี้ระบบแผนผังรายงานยังช่วยให้ผู้บริหารรับทราบสถานะของโครงการก่อสร้างผ่านแผนผังรายงาน และยังสามารถใช้ประโยชน์จาก BIM ในช่วงระหว่างการก่อสร้างได้เพิ่มมากขึ้น

#### 9.1 สรุปผลการวิจัย

ปัญหาของการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างคือเกิดความผิดพลาดและบกพร่องของข้อมูลเนื่องจากการรายงานผลโดยใช้เอกสารกระดาษ ซึ่งรายงานจะอยู่ในรูปแบบเชิงบรรยายเป็นส่วนใหญ่ และสำหรับโครงการก่อสร้างส่วนใหญ่ ยังไม่มีการนำ BIM เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในด้านการติดตามและควบคุมโครงการมากนัก จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยในอดีตพบว่า มีการนำ BIM มาช่วยในการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง แต่ระบบการทำงานที่ผ่านมายังจำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญซอฟต์แวร์ BIM เป็นหลัก นอกจากนี้การเชื่อมต่อระหว่างระบบการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างกับแบบจำลอง BIM เพื่อรายงานความก้าวหน้าผ่านแผนผังรายงานยังไม่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน BIM จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงจำเป็นต้องพัฒนาวิธีในการเชื่อมต่อแบบจำลอง BIM กับระบบแผนผังรายงานสถานะโครงการก่อสร้าง เพื่อวัตถุประสงค์คือผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพรวมและรับทราบสถานะปัจจุบันของโครงการได้

งานวิจัยนี้เริ่มจากการสำรวจแนวทางปฏิบัติงานของการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ ผลจากการสัมภาษณ์ครั้งนี้พบว่า กระบวนการในรูปแบบดั้งเดิมนั้นไม่ได้นำ BIM มาใช้งานในช่วงระหว่างการก่อสร้างเลย และยังคงทำงานในรูปแบบเอกสาร ไฟล์งาน และการจดบันทึก ทำให้เกิดข้อมูลจำนวนมาก และข้อมูลบางส่วนสูญหายไประหว่างการดำเนินงาน จากการสัมภาษณ์ผู้ควบคุมงานกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนการก่อสร้าง มีกิจกรรมทั้งหมด 10 กิจกรรม และช่วงระหว่างการก่อสร้าง มีกิจกรรมทั้งหมด 8

กิจกรรม นอกจากนี้ จากการสัมภาษณ์ยังทำให้สามารถสรุปโครงสร้างข้อมูลและกระแสของข้อมูลในกระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง โดยจะมีที่มาจาก 10 ส่วน คือ แบบจำลอง BIM, BOQ, แผนงานหลัก, S-Curve, แผนการชำระเงิน, แผนงานรายเดือน, ปริมาณงานรายสัปดาห์, รายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์, รายงานตารางความก้าวหน้า, รายงานการชำระเงิน โดยหลังจากสำรวจแนวทางปฏิบัติและรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต่อมาได้พัฒนากระบวนการติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างโดยอาศัย BIM โดยการสร้างกระบวนการทำงานในการดำเนินงานของโครงการแบ่งออกเป็นช่วงก่อนการก่อสร้างและระหว่างการก่อสร้าง โดยมี 9 และ 4 ขั้นตอนตามลำดับ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนากระบวนการทำงานให้ใกล้เคียงกับการทำงานในรูปแบบดั้งเดิมให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดความเปลี่ยนแปลงมากในการทำงานของผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง ถัดมาได้พัฒนาโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบแผนรายงานโดยอาศัย BIM ซึ่งมีโมดูลของการทำงานทั้งหมด 3 โมดูล โมดูลแรกคือการเตรียมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือการจัดการข้อมูลสำหรับ แบบจำลอง BIM และการพัฒนารูปแบบแสดงผลของแผนรายงาน โมดูลที่ 2 คือการพัฒนาแผนตารางทำการ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วนคือ การพัฒนาแผนตารางทำการสำหรับแผนรายงาน การพัฒนาแผนรายงานประจำสัปดาห์ การพัฒนารายงานประจำสัปดาห์ และการปรับแผนตารางทำการแผนรายงาน และโมดูลที่ 3 คือการปรับแผนรายงาน สำหรับการนำเสนอข้อมูลจะเป็นการสร้างแอปพลิเคชันของแผนรายงานที่ถูกสร้างมาจากโปรแกรม Unity และการปรับปรุงแผนรายงานจะต้องใช้เมื่อความก้าวหน้าของโครงการเปลี่ยนไป ระบบของแผนรายงานมีซอฟต์แวร์ที่ใช้ด้วยกัน 4 โปรแกรม คือ Autodesk Revit ใช้สำหรับการพัฒนาแบบจำลอง BIM Microsoft Excel ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของแผนรายงาน Dynamo ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อให้ Revit และ Excel สามารถเชื่อมต่อกันได้ และ Unity ใช้สำหรับการสร้างแผนรายงาน

สุดท้ายงานวิจัยนี้ได้้นำแผนรายงานมาทดลองปฏิบัติจริงกับโครงการก่อสร้างอาคารสูงกระบวนการทำงานจริงได้ทดสอบกับโครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการวิจัยและการเรียนการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอาคารเรียนใหม่ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 15 ชั้น ทั้งนี้ การปฏิบัติงานโครงการก่อสร้างจริงนี้ได้ปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบแผนรายงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และสามารถนำมาใช้กับโครงการก่อสร้างได้จริง ทำให้ผู้บริหารสามารถตรวจสอบ ติดตามสถานะโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ประโยชน์จาก BIM ได้เพิ่มขึ้นในช่วงระหว่างการก่อสร้าง ส่วนข้อจำกัดของโครงการตัวอย่างนี้คือ โครงการก่อสร้างนี้อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ทำให้แบบจำลอง BIM ที่ได้มายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ต้องมีการปรับปรุงแบบจำลอง ทำให้เกิดความยุ่งยากเพิ่มมากขึ้น และงานวิจัยนี้ได้รับการพัฒนาหลังจากเริ่มโครงการไปแล้ว แต่ตามกรอบของงานวิจัยควรนำระบบปฏิบัติงานนี้ไปใช้ตั้งแต่ก่อนการก่อสร้าง เพื่อสร้างฐานข้อมูลของการควบคุมโครงการ และแผนรายงานขึ้นต้น และ

ข้อจำกัดสุดท้ายคือการเก็บข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ ระบบผังรายงานต้องการเก็บข้อมูลลงในกระดาษก่อนเพื่อนำมาใส่ในแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้ควบคุมงาน ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูล

ความแตกต่างระหว่างผังรายงานที่ถูกพัฒนาในงานวิจัยนี้กับการรายงานผลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างทั่วไปคือผังรายงานนี้สามารถทราบข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการผ่านการมองเห็นเพียงหน้าจอเดียว ซึ่งสามารถมองเห็นข้อมูลความก้าวหน้าได้ทั้งในระดับโครงการและระดับกิจกรรม นอกจากนี้ผู้บริหารโครงการยังสามารถมองเห็นความก้าวหน้าจริงของโครงการก่อสร้างในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งทำให้ผู้บริหารโครงการไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังหน้างานจริง ข้อแตกต่างสุดท้ายคือผังรายงานสามารถแสดงข้อมูลในระดับโครงการย้อนหลังได้จากเพียงหน้าจอเดียว ทำให้ผู้บริหารโครงการไม่จำเป็นต้องค้นหาข้อมูลที่เป็นไฟล์หรือเอกสารกระดาษย้อนหลัง ส่วนข้อได้เปรียบสำหรับผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้างกับการแสดงผลในโปรแกรม Navisworks คือผังรายงานสามารถแสดงข้อมูลระดับโครงการก่อสร้างได้แต่ Navisworks แสดงได้เพียงข้อมูลระดับกิจกรรม นอกจากนี้แอปพลิเคชันผังรายงานยังสามารถเปิดใช้งานได้ง่ายกว่าการรายงานความก้าวหน้าบนโปรแกรม Navisworks

โดยสรุปงานวิจัยนี้มีประโยชน์กับโครงการก่อสร้างอย่างมาก ประการแรก ผู้บริหารโครงการสามารถใช้ประโยชน์จากแบบจำลอง BIM ในช่วงระหว่างการก่อสร้างได้เพิ่มขึ้น ประการที่สอง ระบบผังรายงานช่วยให้การจัดการระบบข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการเกิดความเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น เมื่อเกิดปัญหาในโครงการ ก็จะสามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างรวดเร็วทันที่ส่งผลให้ผู้บริหารโครงการสามารถจัดการควบคุมบริหารโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประการที่สามผังรายงานช่วยให้ผู้บริหารโครงการสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลจากแบบจำลอง BIM ได้ในขั้นตอนการติดตามและควบคุมโครงการ ประการสุดท้ายระบบผังรายงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ เช่น ผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงาน ผู้บริหารโครงการ เพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทำงานระบบผังรายงานโดยอาศัย BIM ให้สอดคล้องกับความต้องการของฝ่ายงานของตนเองได้

## 9.2 ผลการวิจัยที่ได้รับ

กระบวนการและระบบผังรายงานสำหรับผู้บริหารโครงการซึ่งสามารถใช้กับการจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับติดตามและควบคุมโครงการก่อสร้าง

### 9.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) เจ้าของโครงการหรือผู้บริหารโครงการสามารถใช้ประโยชน์ของ BIM ในช่วงระหว่างการก่อสร้างได้เพิ่มขึ้น และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของโครงการก่อสร้างทราบประโยชน์ของ BIM ในช่วงระหว่าง การก่อสร้างมากขึ้น

2) ระบบแผนงานช่วยในการจัดการระบบข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการเกิดความเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น

3) งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ เช่น ผู้รับจ้าง ผู้ควบคุมงาน ผู้บริหารโครงการ ฯลฯ เพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทำงานระบบแผนงานซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ BIM ให้สอดคล้องกับความต้องการของฝ่ายงานของตนเอง

### 9.4 ข้อจำกัดในการวิจัย

- 1) โครงการก่อสร้างจริงซึ่งใช้ในงานวิจัยนี้อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ทำให้แบบจำลอง BIM ที่ ได้มายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงแบบจำลองอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดความยุ่งยากเพิ่มมากขึ้น
- 2) งานวิจัยนี้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการ ก่อสร้างที่จำเป็นสำหรับแสดงผลมาจากโครงการก่อสร้างภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้ไม่สามารถสรุปผลลัพธ์สำหรับการปฏิบัติและข้อมูลของการรายงานความก้าวหน้า สำหรับทุกองค์กรได้
- 3) ระบบแผนงานต้องการเก็บข้อมูลลงในกระดาษก่อนเพื่อนำมาใส่ในแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้ควบคุมงาน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเก็บข้อมูล
- 4) ระบบแผนงานในงานวิจัยนี้ไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ ระบบต้องการให้ผู้ใช้มีการดำเนินการด้วยตนเองในเรื่อง การใช้ Dynamo สำหรับโครงการที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง BIM การปรับแบบจำลอง BIM การปรับข้อมูลโครงการ และการปรับโปรแกรมใน Unity ด้วยตนเองเมื่อมีการเปลี่ยนข้อมูลโครงการ
- 5) งานวิจัยนี้ได้รับการพัฒนาหลังจากเริ่มโครงการไปแล้ว แต่ตามกรอบของงานวิจัยควรนำระบบปฏิบัติงานนี้ไปใช้ตั้งแต่ก่อนการก่อสร้าง เพื่อสร้างฐานข้อมูลของการควบคุมโครงการ และแผนงานขึ้นต้น
- 6) เนื่องจากงานโครงการวิจัยนี้มีเวลาที่จำกัด ทำให้แผนงานที่พัฒนาขึ้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของโครงการก่อสร้างที่ใช้เป็นโครงการตัวอย่างเท่านั้น

## 9.5 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

ระบบผังรายงานซึ่งสามารถใช้กับ BIM สำหรับการติดตามและควบคุมโครงการมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการใช้งาน BIM ในช่วงระหว่างก่อสร้าง และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 5 ประการ ประการแรกคือโครงการที่นำระบบผังรายงานมาปฏิบัติใช้งานควรปฏิบัติตามกระบวนการตั้งแต่ช่วงก่อนก่อสร้างและระหว่างก่อสร้าง และแบบจำลอง BIM ควรมียละเอียดที่ครบถ้วนสมบูรณ์ก่อนการก่อสร้าง ประการที่สองคืองานวิจัยนี้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการติดตามและควบคุมความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างที่จำเป็นสำหรับแสดงผลมาจากโครงการก่อสร้างภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้ไม่สามารถสรุปผลลัพธ์สำหรับการปฏิบัติและข้อมูลของผู้รับจ้างในทุกองค์กรได้ ควรที่จะนำไปปรับเปลี่ยนวิธีการตามความต้องการของบริษัทหรือฝ่ายงานของตนเอง ประการที่สามระบบผังรายงานต้องการเก็บข้อมูลลงในกระดาษก่อนเพื่อนำมาใส่ในแผ่นตารางทำการรายงานประจำสัปดาห์ของผู้ควบคุมงาน ทำให้เกิดความยุ่งยากในการเก็บข้อมูล ควรจะมีเทคโนโลยีอื่น ๆ เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นโดรน (drone) การใช้งานคิวอาร์โค้ด เทคโนโลยีเสมือนจริง (augmented reality, AR) และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence, AI) ประการสุดท้ายระบบผังรายงานในงานวิจัยนี้ไม่ได้เป็นระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ ระบบต้องการให้ผู้ใช้มีการดำเนินการด้วยตนเองในบางเรื่อง หากต้องการพัฒนางานวิจัยในอนาคตควรทำให้เป็นระบบอัตโนมัติมากที่สุด

## บรรณานุกรม

- Andrade, P., Martens, A., & Vanhoucke, M. (2019). "Using real project schedule data to compare earned schedule and earned duration management project time forecasting capabilities". *Journal of Automation in Construction*, 99, 68-78.
- Andrew, B., & David, B. (2014). *Handbook for Construction Planning and Scheduling*, Chichester, West Sussex, United Kingdom.
- Bognar, E., & Schoenbauer. (1999). "Multiproject costing and reporting techniques". *Journal of AACE International Transactions*, ENV41-ENV47.
- Christiansen, J., C., . (1997). "Executive reporting system". *Journal of AACE International Transactions*, 192-196.
- Chuck, E., Paul, T., Rafael, S., & Kathleen, L. (2012). "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors". *Journal of Construction Economics and Building*, 12(3), 101-102.
- Chuck, E., Paul, T., Rafael, S., & Kathleen, L. (2012). "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors". *Journal of Construction Economics and Building*, 101-102.
- Domo Inc. (2012). "The 7 Deadly Sins of Dashboard Design". Retrieved from <http://www.domo.com/learn/3/79#whitwpapers>
- Fan, S.-L., Wu, C.-H., & Hun, C.-C. (2015). "Integration of Cost and Schedule Using BIM". *Journal of Applied Science and Engineering*, Vol. 18, No. 3, 223-232.
- Fard, G., Bohn, M., Teizer, J., Silvio, J. and Feniosky, P. (2011), "Evaluation of Image-Based Modeling and Laser Scanning Accuracy for Emerging Automated Performance Monitoring Techniques". *Journal of Automation in Construction*, 20(8).
- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design*. In O. R. M. Inc (Ed.). Sebastapol, California, United States.
- Cheok, G., Lipman, R. R., Witzgall, C. J., Bernal, J. C. and Stone, W. C. (2000), "NIST Construction Automation Program Report No.4: Non-Intrusive Scanning Technology for Construction Status Determination". Proceedings of National Institute of Standards and Technology.

- Hendrickson, C., Hendrickson, C. T. and Au, T. (1989), *Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects, and Builders*, Prentice Hall, United States.
- Kazaz, A., Ulubeyli, S. and Tuncbilekli, N. A. (2012), "Causes of Delays in Construction Projects in Turkey". *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(3), 426-435.
- Kerzner, H. (2012). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. Simultaneously, Canada.
- Kymmell, W. (2008), *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*, McGraw Hill Professional, United States.
- Lampite, W., & Fayek, A., R. (2012). Developing a Project Status Dashboard for Construction Project Progress Reporting. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*, 112-120.
- Lessard, A., J. (2015). An Integrated BIM System to Track the Time and Cost of Construction Projects: A Case Study. *Journal of Construction Engineering*.
- Love, P. E. D., Zhou, J., Sing, C. P., and Kim, J. T. (2013), "Documentation Errors in Instrumentation and Electrical Systems: Toward Productivity Improvement Using System Information Modelling", *Journal of Automation in Construction*, 35, 448-459.
- Mark, T., Chen., (1994). Innovative project report. *Journal of Cost Engineering*. Vol. 38.1994, CE4.
- McGraw-Hill. (2012). *The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings* (McGraw-Hill Construction ed.). McGraw-Hill, United States.
- Omar, H., Mahdjoubi, L. and Kheder, G. (2018), "Towards an Automated Photogrammetry-Based Approach for Monitoring and Controlling Construction Site Activities". *Journal of Computers in Industry*, 98, 172-182.
- Orczyk, J. (1991). "Management Reporting". Proceedings of AACE International Transactions of the Annual Meeting.
- Pauwels, K., Ambler, T., Clark, B.H., LaPointe, P., Reibstein, D., Skirea, B., Wiesel, T. (2009). "Dashboard as a Service Why, What, How, and What Research Is Needed?" *Journal of Service Research* 12, 175-189.



- PMBOK Guide*. (2014). *คู่มือแนวทางการบริหารองค์ความรู้ในการบริหารโครงการ*, สมาคมสถาบันบริหารโครงการ แชนเตอร์ ประเทศไทย, กรุงเทพฯ
- Saad, I. M. H. (2000). "The project reporter multimedia progress reporting for construction projects". *American Society of Civil Engineers, Construction Congress VI*, 2358-2369.
- Smith, P. (2016). Project Cost Management with 5D BIM. *Proceedings of Social and Behavioral Sciences*, 193 - 200, Westin Playa Bonita, Panama.
- Song, K., Pollalis, S., N., & Pena-Mora, F. (2005). Project dashboard concurrent visual representation method of project metrics on 3D building models. *Proceedings of International Conference on Computing in Civil Engineering 2005, Cancun, Mexico*.
- Losavanh, S. (2013). A Framework of Bim-based Construction Project Monitoring System for Owner. Master's Thesis, Chulalongkorn University.
- Villeneuve, C, E., & Fayek, A, R. (2003). Construction project web sites: design and implementation. *Journal of Cost Engineering*, 45(1), 26-31.
- Yates, J. K., & Rahbar, F. F. (1990). Executive summary status report. *Journal of AACE International Transactions of the Annual Meeting*.
- Yigitbasioglu, O. M., & Velcu, O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *Journal of Accounting Information Systems* 13, 41-59.
- Zollmann, S., Hoppe, C., Kluckner, S., Poglitsch, C., Bischof, H., & Reitmayr, G. (2014). *Augmented Reality for Construction Site Monitoring and Documentation*, Proceedings of the IEEE, 102.
- ธนัชชา สุขชี. (2011) การศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิรพัฒน์ วณิชลักษณ์. (2011) สถานะและการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์การก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจิตรรา มหบุณญาชัย. (2009) การรับรู้ของผู้บริหารระดับสูงที่มีต่อแบบจำลองแบบจินตทัศน์: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสูตร จิระคำเกิง. (2012) การบริหารโครงการ แนวทางปฏิบัติจริง. 2/103-106 หมู่ที่ 9 ถ.แจ้งวัฒนะ ต. บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี: บริษัท เอส อาร์ พรินติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.

สุதாகาญจน์ ชนาวุฒิ. (2019) สถานการณ์การจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารก่อสร้างจริงในประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2553-2562. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



## ประวัติผู้เขียน

|                   |  |
|-------------------|--|
| ชื่อ-สกุล         | พิมพ์พิสุทธิ์ นันทภาณุวัฒน์                    |
| วัน เดือน ปี เกิด | 26 ตุลาคม 2537                                 |
| สถานที่เกิด       | อุตรดิตถ์                                      |
| วุฒิการศึกษา      | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                          |
| ที่อยู่ปัจจุบัน   | 47/6 ถ.เกษมราษฎร์ ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ |



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**