

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง
งานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ: กรณีศึกษาอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่

นายสุรวิทย์ ลาชาโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

3D COMPUTER GRAPHIC SOFTWARE FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT:
CASE STUDY OF LARGE SCALE RESIDENTIAL BUILDING

Mr. Suravit Lacharote

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้า
โครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ:
กรณีศึกษาอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่

โดย

นายสุรวิทย์ ลาขโรจน์

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโมสิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวีไกร ศรีหิรัญ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิริยะศิริ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุานิตร์ เจริญพงศ์)

สุรวิทย์ ลาชาโรจน์ : โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ: กรณีศึกษาอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่. (3D COMPUTER GRAPHIC SOFTWARE FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT: CASE STUDY OF LARGE SCALE RESIDENTIAL BUILDING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.กวีไกร ศรีหิรัญ, 79 หน้า.

การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเป็นกระบวนการสำคัญ ช่วยให้ผู้บริหารงานก่อสร้างทราบถึงข้อมูลเชิงเปรียบเทียบระหว่างความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงภายในโครงการกับแผนงานที่วางไว้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางพัฒนาปรับปรุงวิธีดำเนินการ อันนำไปสู่ความสำเร็จของโครงการในที่สุด การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมจะใช้การบันทึกข้อมูลในรูปแบบเอกสารจำนวนมาก อีกทั้งขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ทำให้การบริหารจัดการ และการนำเสนอข้อมูลทำได้จำกัด ในขณะที่การติดตามความก้าวหน้าโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะแสดงผลและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยอาศัยแนวคิดการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร โดยผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยใช้แบบจำลองอาคาร 3 มิติ ในการบันทึกและแสดงผลข้อมูล

จากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยใช้ข้อมูลจากโครงการกรณีศึกษาพบว่า การใช้โปรแกรมสามารถลดขั้นตอนการทำงานและเอกสารในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างได้เป็นจำนวนมาก สามารถแสดงผลสถานะของโครงการได้ชัดเจน มีโครงสร้างการทำงานไม่ซับซ้อน สามารถเรียนรู้และใช้งานได้ง่าย จัดเก็บและสืบค้นข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ รวมทั้งรองรับการแสดงผลภายใต้เงื่อนไขของผู้ใช้งานที่หลากหลาย

ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา 2554.....

5374158425 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : COMPUTER / CONSTRUCTION / PROGRESS TRACKING

SURAVIT LACHAROTE : 3D COMPUTER GRAPHIC SOFTWARE FOR CONSTRUCTION MANAGEMENT: CASE STUDY OF LARGE SCALE RESIDENTIAL BUILDING. ADVISOR : ASST.PRO.KAWEEKRAI SRIHIRAN, 79 pp.

Monitoring the progress of construction projects is an important process which helps construction management to compare the actual progress of a project with the project plan in order to identify ways to improve procedures to lead to successful project realization. The traditional way to monitor the progress of a project is to record data in documentary form which often leads to a lack of correlation between data. This leads to limitations for data management and presentation. However, monitoring project progress using a computer program allows for the display of results and can link the data more efficiently by applying the idea of Building Information Modeling. The author developed a prototype computer program to monitor the progress of a construction project using a 3 dimensional building model to record and display data.

A test of the program's performance using data from a case study project showed that the program can significantly reduce the number of procedures and documents used in monitoring the progress of a construction project. It can clearly display a project's status and its performance structure is not complicated. It can be easily learned and used and allows for the systematic search and recording of data as well as supporting various displays under different user conditions.

Department : Architecture..... Student's Signature

Field of Study : Architecture..... Advisor's Signature

Academic Year : 2011.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถของผู้ช่วยศาสตราจารย์กวีไกร ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ายิ่ง ในการให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทาง รวมทั้งให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งในการศึกษา การทำวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงการทำงานต่อไปในอนาคต

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุรพล พุกษ์ไพบูลย์ ที่กรุณาสละเวลาในการให้คำแนะนำ และปูพื้นฐานความคิดในการพัฒนาโปรแกรมให้ตั้งแต่ก้าวแรก จนสามารถนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโสมสิต ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวิวัฒน์ วิริยะศิริ กรรมการวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ฐานิศวรรี เจริญพงศ์ กรรมการบุคคลภายนอก ที่กรุณาให้ข้อชี้แนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ในแง่มุมที่หลากหลาย รวมทั้งเปิดมุมมองในการพัฒนาโปรแกรมต่อเนื่องในอนาคต

ขอขอบคุณบริษัท เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่นจำกัด และ โครงการไพรม์ แอท ทูว์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูล และรายละเอียดการดำเนินโครงการ ที่จำเป็นในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยเป็นแรงผลักดันให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา.....	3
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา.....	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.8 ระเบียบวิธีการศึกษา.....	5
บทที่ 2 การศึกษาทบทวนวรรณกรรม	
2.1 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง.....	6
2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการ ก่อสร้าง.....	29
2.3 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในโครงการกรณีศึกษา.....	33
บทที่ 3 แนวความคิดและขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม	
3.1 แนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรม.....	43
3.2 การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม.....	45
3.3 การวางระบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม.....	47
3.4 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม.....	53

บทที่ 4 ผลการออกแบบโปรแกรม

4.1 การติดตั้งโปรแกรมและข้อกำหนดพื้นฐานก่อนการใช้งาน.....	56
4.2 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม.....	57
4.3 การทดสอบการใช้งานโปรแกรม.....	62
4.4 การยกเลิกการใช้งานและการถอดการติดตั้งโปรแกรม.....	70
4.5 การวิเคราะห์ผลจากการทดสอบใช้งานโปรแกรม.....	72

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา.....	73
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	74
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	75
รายการอ้างอิง.....	77
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ผลการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรม.....	33

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	วงจรวีชีวิตของโครงการก่อสร้าง.....	11
2.2	วัตถุประสงค์หลักของการบริหารงานก่อสร้าง.....	15
2.3	ขอบเขตการทำงานของวิชาชีพบริหารงานก่อสร้าง.....	15
2.4	กระบวนการพื้นฐานของการควบคุมโครงการ.....	17
2.5	ผลที่ได้จากกระบวนการควบคุมโครงการก่อสร้าง.....	18
2.6	ข้อมูลประเภทข้อความ.....	21
2.7	ข้อมูลประเภทแผนภาพ.....	22
2.8	ข้อมูลประเภทตาราง.....	22
2.9	ข้อมูลประเภทแผนภูมิ.....	23
2.10	ข้อมูลประเภทแผนผัง.....	23
2.11	ข้อมูลประเภทรูปภาพ.....	24
2.12	ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์รองรับข้อมูลประเภทต่างๆ.....	25
2.13	การติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิม.....	26
2.14	การนำเสนอความก้าวหน้าด้วยแกนต์ชาร์ต.....	27
2.15	แผนผังเพื่อใช้อ้างอิงประกอบในรายงานสรุปความก้าวหน้าการดำเนินการ.....	27
2.16	ปัญหาจากการติดตามความก้าวหน้าแบบดั้งเดิม.....	28
2.17	โปรแกรมประเภทบริหารโครงการและกำหนดการ Microsoft Project.....	30
2.18	โปรแกรมประเภทบริหารโครงการและกำหนดการ Microsoft Project.....	30
2.19	โปรแกรม Synchro Construction 4D.....	32
2.20	โปรแกรม Autodesk Navisworks Manage.....	32
2.21	โครงการก่อสร้างกรณีศึกษา.....	34
2.22	เอกสารรายงานประจำวัน.....	35
2.23	ตัวอย่างผังแสดงความก้าวหน้าของโครงการ.....	36
2.24	ตัวอย่างผังแสดงความก้าวหน้าของโครงการ.....	37
2.25	รายงานการก่อสร้างประจำเดือน.....	38
2.26	แผนภูมิแกนต์ชาร์ตในเล่มรายงาน.....	39
2.27	รายละเอียดประกอบในเล่มรายงาน.....	39

ภาพที่	หน้า
2.28	รูปภาพประกอบเล่มรายงาน..... 40
3.1	แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม..... 44
3.2	แบบจำลองอาคาร 3 มิติ..... 45
3.3	โปรแกรม Google SketchUp..... 47
3.4	ตัวแปรในการพัฒนาโปรแกรม..... 48
3.5	ชุดวัตถุต้นแบบ 3 มิติ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อการติดตามความก้าวหน้าโครงการ..... 49
3.6	แบบจำลองอาคารที่สร้างจาชุดวัตถุต้นแบบ 3 มิติ..... 50
3.7	แผนภาพความสัมพันธ์เชิงวัตถุของ Google SketchUp..... 51
3.8	โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม..... 52
3.9	เครื่องมือ Scene ในโปรแกรม Google SketchUp..... 54
3.10	เครื่องมือ Toolbar ในโปรแกรม Google SketchUp..... 55
3.11	เครื่องมือ Context Menu ในโปรแกรม Google SketchUp..... 55
4.1	การติดตั้งโปรแกรม..... 56
4.2	การเรียกใช้ชุดองค์ประกอบอาคารสำเร็จรูป..... 57
4.3	ชุดองค์ประกอบอาคารสำเร็จรูป..... 58
4.4	การกำหนดชั้นให้กับองค์ประกอบอาคาร..... 59
4.5	ปุ่มเครื่องมือในการข้ามไปชั้นตอนต่อไป..... 59
4.6	การกำหนดวงงานให้กับองค์ประกอบอาคาร..... 60
4.7	การบันทึกความก้าวหน้าให้กับองค์ประกอบอาคาร..... 61
4.8	เครื่องมือช่วยคัดกรองการแสดงผลข้อมูล..... 61
4.9	การเรียกดูข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการที่ทำการบันทึกไว้..... 62
4.10	แสดงการทำงานเมื่อเรียกใช้โปรแกรม..... 63
4.11	การทำงานในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ..... 63
4.12	การทำงานในขั้นตอนการระบุชั้นของอาคาร..... 64
4.13	การทำงานในขั้นตอนการกำหนดวงงานของโครงการ..... 64
4.14	การทำงานในขั้นตอนการเรียกดูความก้าวหน้าในแต่ละงวด..... 65
4.15	การทำงานในขั้นตอนการเรียกดูความก้าวหน้าในแต่ละงวด..... 66
4.16	การทำงานในขั้นตอนการเรียกดูความก้าวหน้าในแต่ละงวด..... 67

ภาพที่		หน้า
4.17	การบันทึกความก้าวหน้าของโครงการ.....	67
4.18	การแสดงผลเปรียบเทียบความก้าวหน้าของโครงการกับแผนงาน.....	68
4.19	การแสดงผลเฉพาะชั้นของอาคารที่ต้องการ.....	68
4.20	การแสดงผลเฉพาะงานโครงสร้างของอาคาร.....	69
4.21	การบันทึกไฟล์งาน.....	69
4.22	การเรียกไฟล์งานขึ้นมาแสดงผล.....	70
4.23	การยกเลิกการใช้งานโปรแกรม.....	70
4.24	การยกเลิกการใช้งานโปรแกรม.....	71
4.25	แสดงการถอดการติดตั้งโปรแกรม.....	71

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมเป็นกระบวนการสำคัญซึ่งช่วยให้ผู้บริหารงานก่อสร้างได้ทราบถึงข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงภายในโครงการเปรียบเทียบกับความก้าวหน้าของโครงการตามแผนงานที่วางไว้ เพื่อให้ทราบถึงสถานะของโครงการและใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์หาแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงวิธีดำเนินการ ช่วยให้การบริหารโครงการเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันนำไปสู่ความสำเร็จของโครงการในที่สุด

เนื่องจากหัวใจหลักในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอยู่ที่การรวบรวมและการเปรียบเทียบข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงภายในโครงการกับแผนงาน เพื่อให้การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบที่ใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องประกอบด้วยความสามารถในการบันทึกข้อมูล การบริหารจัดการข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

การที่โครงการก่อสร้างมีลักษณะการดำเนินงานแบบต่อเนื่อง กินระยะเวลาในการดำเนินโครงการที่ยาว ประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย และมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานเป็นจำนวนมาก การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมซึ่งใช้การบันทึกข้อมูลในรูปแบบเอกสารจึงจำเป็นต้องใช้เอกสารจำนวนมาก ขาดการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ทำให้การบริหารจัดการและการนำเสนอข้อมูลทำได้จำกัด ทั้งยังต้องอาศัยความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ในการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจในภาพรวมเนื้อหาของข้อมูล ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการที่ขาดความรู้ความชำนาญเฉพาะทางในงานก่อสร้าง เช่น เจ้าของโครงการ จึงทำความเข้าใจถึงสถานะของโครงการได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนและมีข้อมูลรายละเอียดในระหว่างการดำเนินการเป็นจำนวนมาก

ในขณะที่การติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางที่ข้อมูลมีการเชื่อมโยงกัน สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการแบบดั้งเดิมซึ่งเป็นการทำงานกับข้อมูลแบบแยกส่วนและไม่เชื่อมโยงกัน

แต่เนื่องจากโปรแกรมมีระบบโครงสร้างการทำงานที่ซับซ้อนรวมทั้งขาดการเชื่อมโยงและบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ากับการสร้างภาพแบบ 3 มิติ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ชัดเจนมากกว่า อีกทั้งการใช้งานโปรแกรมให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยทั้งความรู้ความชำนาญในด้านงานก่อสร้างและทักษะในการใช้โปรแกรมควบคู่ไปด้วยกัน การเรียนรู้และใช้งานโปรแกรมจึงทำได้ยากและไม่เป็นที่นิยมในการใช้งาน

จากประเด็นปัญหาดังกล่าว ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม โดยใช้วิธีการสร้างภาพ 3 มิติ ร่วมกับวิธีการบันทึกและแสดงผลข้อมูลที่เชื่อมโยงกัน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสร้างศูนย์กลางข้อมูล อันจะช่วยลดขั้นตอนการทำงานและปริมาณเอกสารในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผลสถานะของโครงการให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ภายใต้โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมที่ไม่ซับซ้อน สามารถเรียนรู้และใช้งานได้ง่าย มีการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลที่เป็นระบบ รวมทั้งรองรับการแสดงผลภายใต้เงื่อนไขของผู้ใช้งานที่หลากหลาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี แนวคิด และวิธีการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม
2. เพื่อศึกษาทฤษฎี แนวคิด และระเบียบวิธีทางคอมพิวเตอร์ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน
3. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ ร่วมกับวิธีการบันทึกและแสดงผลข้อมูลเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม
4. เพื่อนำความรู้และแนวทางที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษานี้ดำเนินการภายใต้ขอบเขตการศึกษาทฤษฎี แนวคิด และวิธีการในการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม โดยใช้กรณีศึกษาอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่เท่านั้น

2. การศึกษานี้ทำการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมของระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ (Microsoft Windows) โดยคำนึงถึงการใช้งานบนอุปกรณ์ประเภทคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (desktop computer) และคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (laptop computer) เท่านั้น
3. การศึกษานี้กำหนดขอบเขตการทำงานของโปรแกรมเพื่อรองรับเฉพาะการใช้งานในส่วนของเจ้าของโครงการ สถาปนิก และผู้ควบคุมงานเท่านั้น
4. การศึกษานี้กำหนดขอบเขตการทำงานของโปรแกรมเพื่อรองรับการทำงานเฉพาะในส่วนของการบันทึก การบริหารจัดการ และการนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมร่วมกับวิธีสร้างภาพ 3 มิติเท่านั้น

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. โปรแกรมต้นแบบที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการนำเสนอแนวความคิดในการบันทึก บริหารจัดการ และนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม โดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติเป็นหลัก การทดสอบการทำงานของโปรแกรมจึงมุ่งเน้นที่ลำดับขั้นตอนการทำงานในการบันทึก บริหารจัดการ และแสดงผลข้อมูลผ่านแบบจำลองอาคาร 3 มิติ เป็นสำคัญ
2. โปรแกรมต้นแบบที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ คำนึงถึงการวัดความสำเร็จของงานที่เกิดขึ้นภายในโครงการ เปรียบเทียบกับความก้าวหน้าตามแผนงานเป็นสำคัญ การพัฒนาโปรแกรมจึงไม่คำนึงถึงความแตกต่างของระยะเวลาในการดำเนินการ อันเนื่องมาจากวิธีการทำงาน หรือวัสดุที่ใช้เป็นองค์ประกอบอาคาร
3. โปรแกรมต้นแบบที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการนำเสนอแนวทางในการบันทึก บริหารจัดการ และนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม เป็นหลัก การทำงานของโปรแกรมจึงไม่ครอบคลุมถึงการออกแบบ วางแผน หรือการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการดำเนินการแต่อย่างใด

1.5 ข้อจำกัดของการศึกษา

1. เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาถึงวิธีการทำงานของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างซึ่งจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาในการดำเนินการและมีข้อมูล

รายละเอียดการดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก การเลือกกรณีศึกษาจึงเป็นแบบเฉพาะเจาะจงโดยใช้กรณีศึกษาเพียงหนึ่งโครงการเพื่อให้สามารถเข้าถึงและเก็บรวบรวมข้อมูลได้ในเชิงลึก ข้อมูลที่ได้จึงเป็นข้อมูลจากประสบการณ์ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและเอกสารที่เกี่ยวข้องเนื่องกับโครงการกรณีศึกษาที่เลือกไว้ในครั้งนี้เท่านั้น มิได้เป็นตัวแทนของโครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ทั้งหมด

2. การศึกษานี้ดำเนินการภายใต้ระยะเวลาและงบประมาณที่จำกัด โปรแกรมที่ได้จากการพัฒนาจึงเป็นเพียงโปรแกรมต้นแบบเพื่อใช้ถ่ายทอดแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อทำการทดสอบความเป็นไปได้ในการทำงานของโปรแกรมโดยภาพรวมเท่านั้น

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

1. การติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม หมายถึง กระบวนการที่ประกอบด้วยการบันทึก การบริหารจัดการ และการนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาดำเนินการของโครงการ โดยมุ่งเน้นการเปรียบเทียบความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงภายในโครงการกับความก้าวหน้าตามที่กำหนดไว้ในแผนงานเป็นหลัก
2. ข้อมูลที่มีความซับซ้อน หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนมาก มีเนื้อหาของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการบันทึก มีความหลากหลายของเนื้อหาและประเภทของข้อมูล รวมทั้งมีโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ซับซ้อน
3. อาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่ หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งออกเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว มีห้องน้ำ ห้องส้วม ทางเดิน ทางเข้าออก และทางขึ้นลงหรือลิฟท์แยกจากกันหรือร่วมกัน โดยมีขนาดพื้นที่รวมทั้งอาคารมากกว่า 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10,000 ตารางเมตร และมีความสูงของอาคารตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป แต่ไม่ถึง 23 เมตร โดยอ้างอิงการให้นิยามประเภทของอาคารตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวงซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องมือต้นแบบทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยบันทึก บริหารจัดการ และนำเสนอ ข้อมูลความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ
2. ช่วยลดการใช้ทรัพยากรทางกายภาพในการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม
3. ช่วยลดปริมาณงานและขั้นตอนการทำงานในการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม
4. เพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าใจถึงสถานะของโครงการก่อสร้างได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
5. เป็นแนวทางที่นำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการบริหารจัดการงานสถาปัตยกรรม

1.8 ระเบียบวิธีการศึกษา

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยการทบทวนวรรณกรรมจากหนังสือ เอกสาร บทความ วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม รวมทั้งเข้าเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมในโครงการกรณีศึกษา
2. ศึกษาเปรียบเทียบทฤษฎี แนวคิด และระเบียบวิธีทางคอมพิวเตอร์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน
3. กำหนดแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ
4. ศึกษาวิธีการทางคอมพิวเตอร์โดยอาศัยข้อมูลและแนวทางที่ได้จากการศึกษา เพื่อกำหนดแนวทางและเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม
5. ออกแบบและพัฒนาโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมต้นแบบ
6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมต้นแบบโดยใช้ข้อมูลจากโครงการกรณีศึกษา
7. วิเคราะห์ผลทดสอบการทำงานของโปรแกรมต้นแบบ
8. สรุปผลและนำเสนอแนวทางพัฒนาโปรแกรมในอนาคต

บทที่ 2

การศึกษาทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และวิธีการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม จากหนังสือ เอกสาร บทความ วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งศึกษาวิธีติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างจากโครงการกรณีศึกษาอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่ เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากวิธีการติดตามความก้าวหน้าแบบดั้งเดิมและใช้เป็นฐานความรู้ในการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ และสรุปผลเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ

โดยในการทำการศึกษาได้แบ่งเนื้อหาของการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง
3. การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในโครงการกรณีศึกษา

2.1 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

2.1.1 ลักษณะและความหมายของโครงการก่อสร้าง

ตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ให้นิยามไว้ว่า “ก่อสร้าง” หมายถึงสร้างอาคารขึ้นใหม่ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการสร้างขึ้นแทนของเดิมหรือไม่ ซึ่งอาคารในที่นี้หมายถึง ตึก บ้าน เรือน โรง ร้าน แพ คลังสินค้า สำนักงาน และสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่นซึ่งบุคคลอาจเข้าอยู่หรือใช้สอยได้ และหมายความรวมถึง

1. อัฒจันทร์หรือสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่นเพื่อใช้เป็นที่พักผ่อนของประชาชน
2. เขื่อน สะพาน อุโมงค์ ทางหรือท่อระบายน้ำ อุโมงค์ คานเรือ ท่อน้ำ ท่าจอดเรือ รั้ว กำแพง หรือประตู ที่สร้างขึ้นติดต่อกับหรือใกล้เคียงกับที่สาธารณะ หรือสิ่งที่สร้างขึ้นให้บุคคลทั่วไปใช้สอย
3. ป้ายหรือสิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับติดหรือตั้งป้ายที่ติดตั้งไว้เหนือที่สาธารณะและมีขนาดเกินหนึ่งตารางเมตร หรือมีน้ำหนักรวมทั้งโครงสร้างเกิน 10 กิโลกรัม หรือมีระยะห่างจากที่สาธารณะเมื่อวัดในทางราบน้อยกว่าความสูงของป้าย

นั้นเมื่อวัดจากพื้นดิน และมีขนาดเกินหนึ่งตารางเมตร หรือมีน้ำหนักรวมทั้ง
โครงสร้างเกิน 10 กิโลกรัม

4. พื้นหรือสิ่งก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นที่จอดรถ ที่กั๊บล้อ และทางเข้าออกของรถ
สำหรับอาคาร
5. สิ่งก่อสร้างขึ้นอย่างอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวงรวมถึงส่วนต่างๆ ของ
อาคารด้วย (พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522, 2522: 2-3)

โครงการก่อสร้าง จึงเป็นการก่อสร้างที่มีลักษณะของการดำเนินงานแบบโครงการ
ซึ่งโดยทั่วไปคำว่า “โครงการ” จะหมายถึง กิจกรรมใดๆ ที่ประกอบด้วยคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (วิสูตร
จิระดำเกิง, 2549: 9)

1. มีวัตถุประสงค์ชัดเจน
2. มีการกำหนดเวลาเริ่มและสิ้นสุด
3. มีเป้าหมายชัดเจนในด้านงบประมาณ กำหนดเวลาของงานภายในโครงการ
และคุณภาพที่ต้องการ

โครงการก่อสร้าง จึงหมายถึง การก่อสร้างที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มี
กำหนดระยะเวลาในการเริ่มต้นและสิ้นสุด รวมทั้งมีเป้าหมายที่ชัดเจนในด้านงบประมาณ กำหนด
ระยะเวลาของงานภายในโครงการ และคุณภาพที่ต้องการ

การจำแนกประเภทของโครงการก่อสร้างสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่
กับหลักการและเหตุผลที่ใช้ในการพิจารณา ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้จะทำการจำแนกประเภทของ
โครงการก่อสร้างออกเป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. การจำแนกโดยแบ่งตามลักษณะการใช้สอยอาคาร

เป็นการจำแนกประเภทของโครงการก่อสร้างโดยพิจารณาจากลักษณะการใช้สอยอาคารที่ทำการก่อสร้างเป็นหลัก โดยอ้างอิงการให้นิยามประเภทของ
อาคารตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวง
ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 รวมทั้ง ข้อบัญญัติ
กรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 เป็นสำคัญ โดยสามารถทำการ
จำแนกประเภทของโครงการก่อสร้างตามลักษณะการใช้สอยอาคารดังต่อไปนี้

- คลังสินค้า หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่
สำหรับเก็บสินค้า หรือสิ่งของเพื่อประโยชน์ทางการค้าหรืออุตสาหกรรม

หรือเพื่อประโยชน์ในการประกอบกิจการเก็บขนถ่ายสินค้า ทั้งนี้ไม่รวมถึง อาคารเก็บของ

- ตลาด หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่ชุมนุม เพื่อจำหน่ายสินค้าประเภทสัตว์ เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ หรืออาหารอันมีสภาพเป็น ของสด ประกอบหรือปรุงแล้วหรือของเสีง่าย ทั้งนี้ ไม่ว่าจะมีการจำหน่าย สินค้าประเภทอื่นด้วยหรือไม่ก็ตาม และหมายความรวมถึง บริเวณซึ่งจัดไว้ สำหรับให้ผู้ค้าใช้เป็นที่ชุมนุมเพื่อจำหน่ายสินค้าประเภทดังกล่าวเป็นประจำ หรือเป็นครั้งคราวหรือตามวันที่กำหนดตลาด ตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข
- สถานบริการ หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ตั้งขึ้น เพื่อให้บริการ โดยหวังประโยชน์ในการค้า ตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- สำนักงาน หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็น สำนักงานหรือที่ทำการ
- ภัตตาคาร หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่ขายอาหาร หรือเครื่องดื่ม โดยมีพื้นที่สำหรับตั้งโต๊ะอาหารไว้บริการภายในอาคารหรือภายนอกอาคาร
- อาคารจอดรถ หมายถึง อาคารหรือส่วนของอาคารที่ใช้สำหรับจอดรถ ตั้งแต่ 10 คันขึ้นไป หรือมีพื้นที่จอดรถ ทางวิ่ง และที่กับลบรถในอาคาร ตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไป
- อาคารชุด หมายถึง อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ ออกเป็น ส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินบุคคล และกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินส่วนกลางอาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
- อาคารชุมนุมคน หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่บุคคล อาจเข้าไปภายในเพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนที่มีพื้นที่ตั้งแต่หนึ่งพัน ตารางเมตรขึ้นไป หรือชุมนุมคนได้ตั้งแต่ห้าร้อยคนขึ้นไป
- อาคารพาณิชย์ หมายถึง อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการพาณิชย์กรรม หรือบริการธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตเทียบ

ได้ไม่เกิน 5 แรงม้า และให้หมายความรวมถึงอาคารอื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20.00 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ในการพาณิชย์กรรมได้

- อาคารสรรพสินค้า หมายถึงอาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ที่มีพื้นที่สำหรับแสดง หรือขายสินค้าต่างๆ และมีพื้นที่ตั้งแต่ 300 ตารางเมตรขึ้นไป โดยมีการแบ่งส่วนของอาคารตามประเภทของสินค้า หรือตามเจ้าของพื้นที่ ไม่ว่าจะการแบ่งส่วนนั้นจะทำในลักษณะของการกันเป็นห้องหรือไม่ก็ตาม โดยให้หมายความรวมถึงอาคารแสดงสินค้าด้วย
- อาคารสาธารณะ หมายถึง อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนได้โดยทั่วไป เพื่อกิจกรรมทางราชการ การเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม การนันทนาการ หรือการพาณิชย์กรรม เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด สนามกีฬากลางแจ้ง สถานีไฟฟ้าในร่ม ตลาด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ ท่าอากาศยาน อุโมงค์ สะพาน อาคารจอดรถ สถานีรถ ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ สุสาน ฌาปนสถาน ศาสนสถาน เป็นต้น
- อาคารแสดงสินค้า หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่จัดแสดงหรือขาย หรือส่งเสริมการขายสินค้า และให้หมายความรวมถึงอาคารที่สร้างชั่วคราวเพื่อจัดกิจกรรมดังกล่าวด้วย
- อาคารอยู่อาศัย หมายถึง อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราว
- อาคารอยู่อาศัยรวม หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งออกเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว มีห้องน้ำ ห้องส้วม ทางเดิน ทางเข้าออก และทางขึ้นลงหรือลิฟท์แยกจากกันหรือร่วมกัน
- อาคารเก็บของ หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่สำหรับเก็บสินค้า หรือสิ่งของ เพื่อประโยชน์ของเจ้าของอาคารซึ่งมีปริมาตรที่ใช้เก็บของไม่เกิน 2,000 ลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ การวัดความสูงเพื่อคำนวณปริมาตร ให้วัดจากพื้นชั้นนั้นถึงยอดผนังสูงสุด

- โรงงาน หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารอาคาร ที่ใช้เครื่องจักรมีกำลังรวมตั้งแต่ห้าแรงม้าหรือกำลังเทียบเท่าตั้งแต่ห้าแรงม้าขึ้นไป หรือใช้คนงานตั้งแต่เจ็ดคนขึ้นไปโดยใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตาม สำหรับทำ ผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อม ซ่อมบำรุง ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ล้าง เลียง เก็บรักษา หรือทำลายสิ่งใดๆ ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
- โรงแรม หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ที่ใช้เป็นสถานที่พักที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ในทางธุรกิจเพื่อให้บริการที่พักชั่วคราวสำหรับคนเดินทางหรือบุคคลอื่นใดโดยมีค่าตอบแทน ตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
- โรงมหรสพ หมายถึง อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสถานที่สำหรับฉายภาพยนตร์แสดงละคร แสดงดนตรี หรือการแสดงรื่นเริงอื่นใด และมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดให้สาธารณชนเข้าชมการแสดงนั้น เป็นปกติธุระ โดยจะมีค่าตอบแทนหรือไม่ก็ตาม

2. การจำแนกโดยแบ่งตามขนาดของอาคาร

เป็นการจำแนกประเภทของโครงการก่อสร้างโดยพิจารณาจากขนาดของอาคารที่ทำการก่อสร้างเป็นสำคัญ โดยอ้างอิงการให้นิยามประเภทของอาคารตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และกฎกระทรวงซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 เป็นสำคัญ โดยสามารถทำการจำแนกประเภทของโครงการก่อสร้างได้ดังต่อไปนี้

- โครงการก่อสร้างอาคารทั่วไป หมายถึง โครงการก่อสร้างอาคารที่มีความสูงไม่ถึง 15 เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งอาคารไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป แต่ไม่ถึง 23 เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งอาคารไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร
- โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ หมายถึง โครงการก่อสร้างอาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป แต่ไม่ถึง 23 เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งอาคารมากกว่า 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 10,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงไม่ถึง 23 เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งอาคารมากกว่า 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10,000 ตารางเมตร

- โครงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่พิเศษ หมายถึง โครงการก่อสร้างอาคารที่มีพื้นที่รวมทั้งอาคารตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป

2.1.2 วงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง

ในวงจรชีวิตของโครงการก่อสร้างสามารถพิจารณาตามช่วงเวลาในการดำเนินโครงการออกเป็น 6 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงเริ่มโครงการ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดทำรายละเอียดโครงการ ขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ และขั้นตอนการจัดหาผู้ดำเนินโครงการ
2. ช่วงออกแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการเขียนแบบ และขั้นตอนการยื่นขออนุญาตปลูกสร้าง
3. ช่วงจัดจ้าง ประกอบด้วยขั้นตอนการประกวดราคา และขั้นตอนการลงนามสัญญา
4. ช่วงก่อสร้าง ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการก่อสร้าง
5. ช่วงส่งมอบงาน ประกอบด้วยขั้นตอนการส่งมอบงาน
6. ช่วงหลังส่งมอบงาน ประกอบด้วยขั้นตอนการเข้าใช้อาคาร ขั้นตอนการจัดการอาคารสถานที่ ขั้นตอนการบำรุงรักษาอาคาร และขั้นตอนการรื้อถอนหรือปรับปรุงอาคาร

ซึ่งขั้นตอนและช่วงเวลาต่างๆ โดยรายละเอียดอาจมีความแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของแต่ละโครงการ (อวยชัย วุฒิโสมสิต, 2549 อ้างถึงใน ชูติมา กู๋มานะชัย, 2550)

วงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง



ภาพที่ 2.1 วงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง

2.1.3 ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

ในโครงการก่อสร้างจะมีผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและเข้ามามีบทบาทหลายกลุ่ม ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามบทบาทหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้ (ชุตติมา กู้มานะชัย, 2550: 14-15)

1. เจ้าของโครงการ เป็นกลุ่มที่ริเริ่มให้มีโครงการก่อสร้าง ต้องมีหลักปฏิบัติงานและความรับผิดชอบในด้านการลงทุน ได้แก่ การจัดหาทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเงิน และที่ดิน หากเป็นโครงการก่อสร้างเพื่อเก็งกำไร ต้องเตรียมหาลูกค้าสำรวจความเป็นไปได้ของโครงการจัดหาผู้เข้าร่วมงานด้านออกแบบและผู้ร่วมงานด้านก่อสร้าง สำหรับโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ กลุ่มเจ้าของโครงการอาจแต่งตั้งกลุ่มผู้บริหารโครงการ และกลุ่มผู้บริหารงานก่อสร้างเป็นผู้ปฏิบัติงานแทน
2. ผู้ใช้อาคาร หมายถึงผู้ที่อยู่อาศัย หรือเป็นผู้ที่ใช้สอยอาคารเมื่อดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยอาจเป็นเจ้าของอาคารหรือไม่ก็ได้
3. ผู้ออกแบบ เป็นกลุ่มที่รับนโยบาย วัตถุประสงค์ และความต้องการจากเจ้าของอาคาร เพื่อทำการกำหนดรูปแบบ และรายการก่อสร้างตามความต้องการที่เจ้าของอาคารกำหนดในเบื้องต้น ซึ่งระหว่างการออกแบบ อาจมีกลุ่มเจ้าของหรือกลุ่มที่เป็นตัวแทนเจ้าของเข้าร่วมศึกษาแนะนำด้วย รวมถึงมีหน้าที่ในการเข้าไปตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างระหว่างดำเนินการก่อสร้าง โดยไม่จำเป็นต้องเข้าไปตรวจสอบเต็มเวลาเพื่อการควบคุมคุณภาพ กลุ่มผู้ออกแบบอย่างน้อยต้องประกอบด้วยสถาปนิก ผู้สำรวจปริมาณ วิศวกรโครงสร้าง และวิศวกรบริการต่างๆ
4. ผู้รับเหมาก่อสร้าง หรือผู้ก่อสร้าง เป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่ก่อสร้างตามรูปแบบและรายการที่กำหนด โดยต้องประสานงานกับกลุ่มออกแบบ และกลุ่มเจ้าของหรือกลุ่มตัวแทนเจ้าของ บางกรณีที่ทางเจ้าของกำหนดผู้ก่อสร้างไว้แล้ว ผู้รับเหมาก่อสร้างอาจเข้าร่วมงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ซึ่งกลุ่มผู้รับเหมาอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้
 - ผู้รับเหมาหลัก คือ ผู้รับเหมาซึ่งรับทำงานส่วนใหญ่หรืองานทั้งหมดของโครงการ โดยการทำสัญญา และรับงานมาโดยตรงจากเจ้าของโครงการ

- ผู้รับเหมาช่วง คือผู้รับเหมา ซึ่งรับงานบางส่วนจากผู้รับเหมาหลัก และทำสัญญากับผู้รับเหมาหลักภายใต้ความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ
 - ผู้รับเหมาย่อย คือ ผู้รับเหมาซึ่งรับงานบางส่วนจากเจ้าของโครงการ ซึ่งงานนั้นๆ อาจเป็นงานที่ต้องการผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง
5. ผู้บริหารโครงการ เป็นกลุ่มที่ปฏิบัติงานแทนเจ้าของโครงการ เหมาะสำหรับโครงการขนาดใหญ่ที่เจ้าของไม่สามารถติดตามงานได้ งานส่วนใหญ่หนักไปทางด้านงานธุรการ การลงทุน การเงิน การตลาด การกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์ ประสานงานกับกลุ่มอื่นแทนเจ้าของ
 6. ผู้บริหารงานก่อสร้าง มีหน้าที่ควบคุมดูแล และบริหารงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ภายในงบประมาณที่กำหนด และได้คุณภาพตามแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบก่อสร้าง โดยเป็นตัวแทนเจ้าของโครงการ ประสานงานกับบุคลากรอื่นๆ กำหนดหลักเกณฑ์การหาผู้รับเหมาก่อสร้าง ราคาก่อสร้าง และวิธีการก่อสร้าง ควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง กำหนดวิธีจ่ายเงินค่าก่อสร้าง
 7. ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง มีหน้าที่ควบคุมดูแล และบริหารงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแผนงาน ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และได้ผลงานที่มีคุณภาพ ถูกต้องตามสัญญา และเงื่อนไขที่ตกลงกันไว้ระหว่างเจ้าของโครงการ และผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยการตรวจงานในระหว่างการก่อสร้าง
 8. ผู้จัดการอาคาร เป็นผู้ดูแลรักษา และจัดระบบต่างๆของอาคารหลังจากการก่อสร้างอาคารเสร็จสิ้น เพื่อให้อาคารสามารถทำงานได้อย่างปกติ และผู้ใช้อาคารสามารถใช้งานอาคารได้โดยไม่มีปัญหาใดๆ

2.1.4 ทรัพยากรในโครงการก่อสร้าง

งานก่อสร้างภายในโครงการจะเกิดขึ้นได้ย่อมต้องอาศัยทรัพยากรต่างๆ ที่สำคัญในงานก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยทรัพยากรที่เรียกว่า 4Ms เช่นเดียวกับงานผลิตอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ คือ

1. กำลังคน (Manpower) ได้แก่บุคลากรอันประกอบด้วยผู้บริหาร สถาปนิก วิศวกร ช่างเทคนิค ช่างฝีมือ และผู้ใช้แรงงานซึ่งร่วมดำเนินการก่อสร้าง

2. วัสดุ (Material) หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการก่อสร้าง เป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงผันแปรของวัสดุก่อสร้างมีผลกระทบต่องานก่อสร้างอย่างยิ่งต่องานก่อสร้าง
3. เครื่องมือ เครื่องจักร (Machine) หมายถึง เครื่องทุ่นแรงหรือเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการก่อสร้างเพื่อสนองความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
4. เงิน (Money) เป็นทรัพยากรหลักของงานผลิต และธุรกิจทุกสาขา ซึ่งไม่ได้หมายถึงเฉพาะแต่ตัวเงินตราเท่านั้น หากแต่หมายรวมถึงเครดิตต่างๆ ด้วย ทรัพยากรทั้งสี่ประเภทนั้น จะผสมผสานกันจนสำเร็จเป็นรูปงานงานได้ด้วยวิธีการและเทคนิคในการบริหารจัดการ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการดำเนินการก่อสร้าง (คณะกรรมการกลุ่มผลิตชุดวิชาการปฏิบัติวิชาชีพการจัดการงานก่อสร้าง, 2537: 12)

2.1.5 การบริหารงานก่อสร้าง

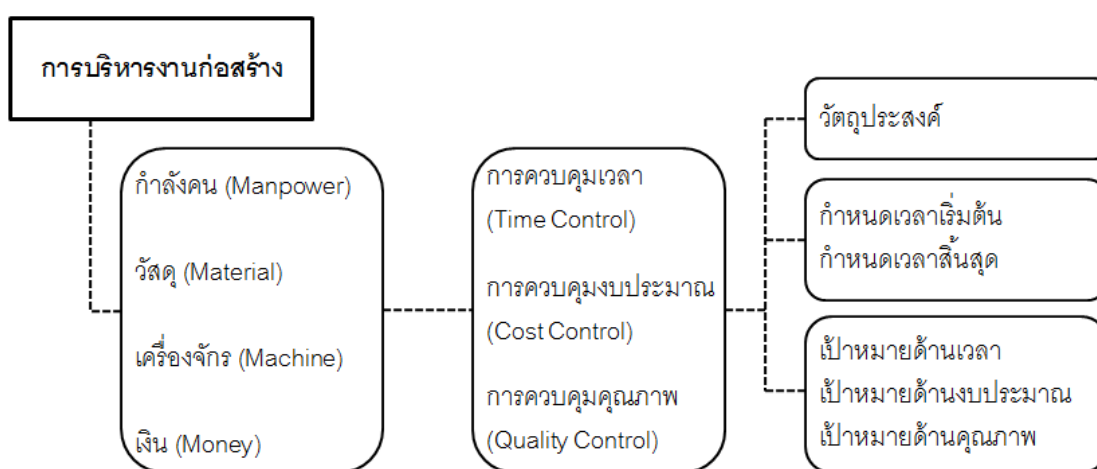
การบริหารงานก่อสร้าง หมายถึง วิธีในการจัดการเพื่อให้โครงการก่อสร้างสามารถดำเนินไปได้ตามแผนงานที่วางไว้ รวมทั้งดำเนินการแก้ไข และปรับปรุงในกรณีที่เกิดปัญหาขึ้น โดยมีความรับผิดชอบครอบคลุมตั้งแต่ช่วงการประกวดราคา ช่วงดำเนินการก่อสร้าง ไปจนถึงช่วงรับมอบอาคาร รวมทั้งประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับเหมาก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการดำเนินงานที่สำคัญ ดังนี้

1. การควบคุมเวลา หมายถึง การควบคุมจัดการเรื่องเวลาการทำงานให้ตรงตามแผนงานการก่อสร้างที่วางไว้ และจะต้องพยายามดูแลปรับแผนงานให้ทันตามกำหนดเวลาอยู่ตลอดเวลา และอย่างสม่ำเสมอ หากมีความจำเป็นด้วยเหตุสุดวิสัย จะต้องแจ้งให้เจ้าของงานทราบล่วงหน้าตามเวลาที่เหมาะสมเพื่อประชุมจัดการแก้ไขปัญหาให้ทันท่วงที
2. การควบคุมงบประมาณ หมายถึง การควบคุมราคาค่าก่อสร้างให้อยู่ในงบประมาณที่กำหนด การเพิ่ม การลดปริมาณงาน จะต้องผ่านการดูแลและตัดสินใจจากเจ้าของอาคาร เพื่อให้รับทราบก่อน ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติเป็นขั้นตอน หากผิดเป้าหมายจะต้องมีการประชุมระหว่างเจ้าของอาคารกับผู้เกี่ยวข้องในโครงการทั้งหมดเพื่อหาหนทางแก้ไขต่อไป
3. การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การควบคุมคุณภาพของงานก่อสร้างให้มีคุณภาพที่ดี รวมทั้งการแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ของแบบ เอกสารและงาน

ก่อสร้าง จนกระทั่งถึงขั้นตอนของการตรวจรับงานขั้นสุดท้ายเสร็จสมบูรณ์เป็นที่เรียบร้อย

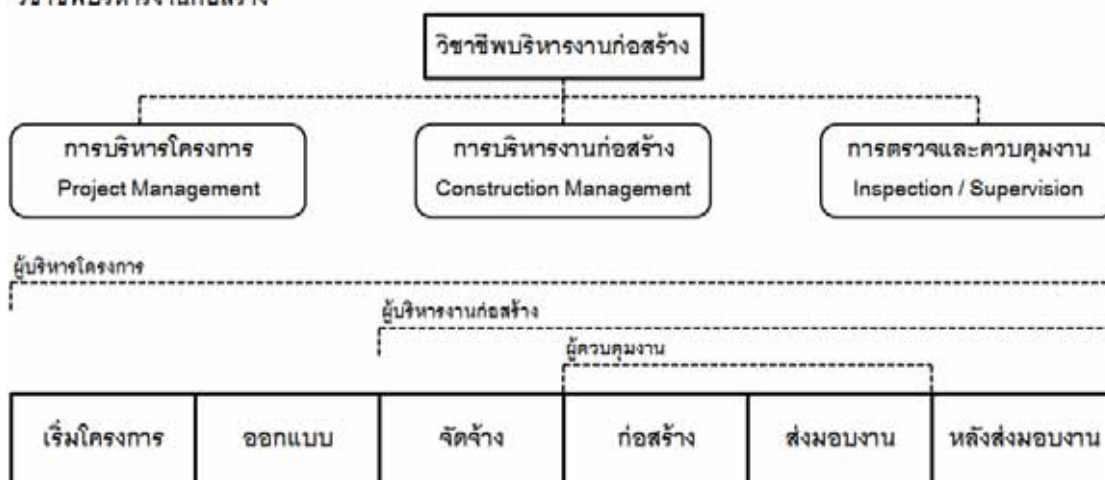
ซึ่งขอบเขตและหน้าที่ในการดำเนินงานของผู้ให้บริการวิชาชีพบริหารงานก่อสร้างขึ้นอยู่กับข้อตกลงว่าจ้างที่ได้ทำไว้กับผู้ว่าจ้างเป็นหลัก โดยส่วนใหญ่จะเข้ามามีบทบาทระหว่างการออกแบบ หรือได้มีการออกแบบเรียบร้อยแล้ว (คณะอนุกรรมการสาขาบริหารงานก่อสร้าง, 2552: ฐ-ตม)

วัตถุประสงค์หลักของการบริหารงานก่อสร้าง



ภาพที่ 2.2 วัตถุประสงค์หลักของการบริหารงานก่อสร้าง

วิชาชีพบริหารงานก่อสร้าง



ภาพที่ 2.3 ขอบเขตการทำงานของวิชาชีพบริหารงานก่อสร้าง

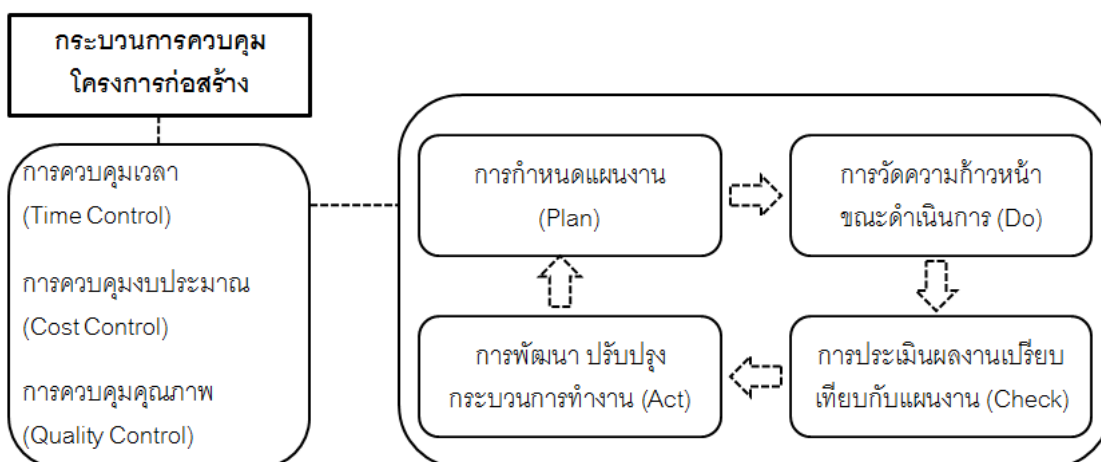
2.1.6 กระบวนการควบคุมโครงการก่อสร้าง

การควบคุมโครงการ หมายถึง การจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินโครงการ เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้ ทั้งด้านเวลา งบประมาณ และคุณภาพ ทั้งนี้จำเป็นต้องอาศัยความรวดเร็วในการวัด ประเมิน และแก้ไข เนื่องจากโครงการเป็นกระบวนการที่ดำเนินอย่างต่อเนื่อง ระบบควบคุมโครงการจึงต้องสื่อสถานภาพโครงการได้ทันท่วงที และสามารถแสดงให้เห็นถึงปัญหาได้อย่างรวดเร็ว(วิสูตร จิระคำเกิง, 2549)

กระบวนการพื้นฐานของการควบคุมโครงการก่อสร้างจึงเป็นวัฏจักรที่ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดแผนงาน (plan) เป็นการกำหนดแนวทางในการดำเนินงานหรือปฏิบัติงานโดยยึดถือเป้าหมายของโครงการเป็นหลัก เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบล่วงหน้าว่าจำเป็นต้องทำอะไร เมื่อไหร่ อย่างไร เพื่อเตรียมความพร้อมในการดำเนินการก่อสร้าง
2. การดำเนินการ (do) เป็นการลงมือปฏิบัติงานโดยยึดถือแผนงานที่ได้วางไว้เป็นหลัก ซึ่งผลที่ได้จากการดำเนินการนั้นอาจมีความแตกต่างไปจากแผนงานที่กำหนดไว้ได้จากปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการ
3. การประเมินผลงานเปรียบเทียบ (check) เป็นการนำผลที่ได้จากการดำเนินการมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับแผนงานที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ทราบถึงสถานะของโครงการในขณะนั้น และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ และกำหนดแนวทางในการทำงาน เพื่อให้การดำเนินการสามารถเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
4. การพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงาน (act) เป็นการกำหนดแผนงานใหม่โดยอ้างอิงข้อมูลจากสถานะของโครงการในปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้โครงการสามารถสำเร็จลุล่วงได้ตามเป้าหมายของโครงการ

กระบวนการพื้นฐานของการควบคุมโครงการ

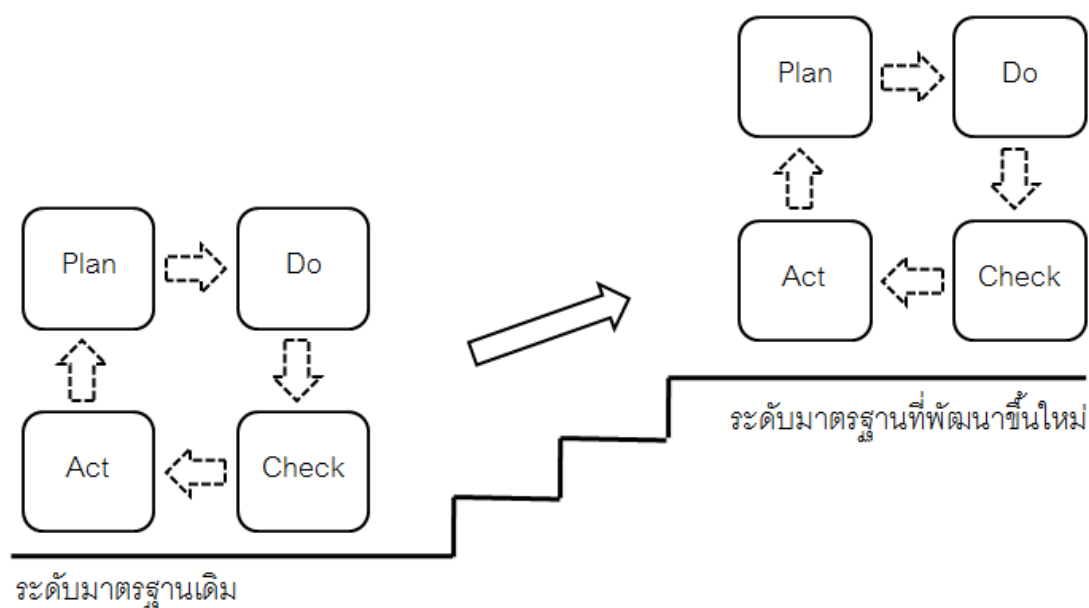


ภาพที่ 2.4 กระบวนการพื้นฐานของการควบคุมโครงการ

กระบวนการพื้นฐานของการควบคุมโครงการก่อสร้างดังกล่าวเป็นการทำงานเช่นเดียวกันกับหลักการปรับปรุงผลผลิตในภาคอุตสาหกรรม แต่ทั้งนี้หลักการปรับปรุงผลผลิตยังมีการกล่าวถึงในด้านการก่อสร้างค่อนข้างน้อย เนื่องจากธรรมชาติของลักษณะงานที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละโครงการ งานก่อสร้างจึงมีปัญหางานที่หลากหลายไม่ค่อยซ้ำกัน ทำให้การศึกษา วิเคราะห์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทำได้ยากและต้องใช้ทรัพยากรมาก อย่างไรก็ตามในการก่อสร้างอาคารที่มีลักษณะซ้ำๆ กัน เช่นอาคารชุด หรืออาคารพักอาศัยรวม หรือการก่อสร้างบ้านแบบเดียวกันเป็นจำนวนมากๆ จะมีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งในการนำข้อมูลดังกล่าวมาศึกษา วิเคราะห์ เพื่อเพิ่มผลผลิตของงานก่อสร้าง

การควบคุมโครงการก่อสร้างจึงสามารถมองเป็นการทำงานที่มีความต่อเนื่อง หรือที่เรียกว่าวัฏจักรของการปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง โดยเริ่มมาจากการวางแผนด้านการผลิต การนำแผนไปใช้ การติดตามตรวจสอบผลงานที่ทำได้เพื่อดูความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับแผน หลังจากนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของความแตกต่างข้างต้น แล้วจึงย้อนกลับไปเริ่มกระบวนการวางแผนการผลิตงานใหม่ และดำเนินต่อไปจนสิ้นสุดโครงการ กระบวนการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตจึงเริ่มต้นมาจากการ วางแผนที่มีคุณภาพ และการติดตามการดำเนินงานเพื่อการวัดผลเปรียบเทียบที่มีประสิทธิภาพ

ผลที่ได้จากระบวนการควบคุมโครงการ



ภาพที่ 2.5 ผลที่ได้จากระบวนการควบคุมโครงการก่อสร้าง

2.1.7 การติดตามดูแลโครงการก่อสร้าง

การติดตามดูแลโครงการก่อสร้าง (project monitoring) ถือเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการควบคุมโครงการก่อสร้าง เพราะการติดตามดูแลโครงการสามารถให้ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริงระหว่างขั้นตอนการดำเนินการกับแผนงานที่วางไว้ และสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขตามที่สมควรได้ทันเวลา (วิสูตร จิระดำเกิง, 2549)

การติดตามดูแลโครงการสามารถทำได้หลายแนวทาง แต่ทุกแนวทางเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ เพื่อให้ทีมบริหารงาน และผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้ทราบถึงสถานะของการดำเนินงานว่าอยู่ในแนวทางที่กำหนดหรือไม่ โดยมีวิธีการที่นิยมใช้ได้แก่

1. การตรวจสอบงาน (inspection) เป็นกระบวนการควบคุมคุณภาพของงาน ซึ่งรวมถึงวัสดุและการใช้งาน ซึ่งจะให้ข้อมูลทั้งด้านคุณภาพและความสูญเสีย โดยการตรวจสอบอาจดูไปถึงวิธีการทำ รวมถึงความปลอดภัยในงานด้วย
2. การทดสอบ (test) เป็นกระบวนการควบคุมคุณภาพ ซึ่งอาจเป็นการทดสอบในส่วประกอบของกระบวนการ เช่น วัสดุอุปกรณ์ ทั้งนี้เพื่อยืนยันด้านคุณภาพที่ต้องการตามข้อกำหนด

3. การติดตามความก้าวหน้า (progress tracking) ปกติจะทำทุกช่วงคาบเวลา เช่น ทุก 7 วัน 15 วัน หรือ 30 วัน เป็นต้น โดยมีสาระสำคัญอยู่ที่การวัดความก้าวหน้าของงานที่ทำได้จริง เปรียบเทียบกับความก้าวหน้าที่ควรจะทำได้ตามแผน แล้วทำการทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีจัดการกับปัญหาเหล่านั้น รวมทั้งศึกษาปัญหาที่คาดว่าจะเกิด เพื่อเสนอแนวทางแก้ไข
4. การสอบบัญชี (auditing) มุ่งเน้นการตรวจสอบรายรับรายจ่ายของโครงการ ตลอดจนบันทึกทางการบัญชีว่าถูกต้องหรือไม่

2.1.8 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ถือเป็นกระบวนการสำคัญซึ่งช่วยให้ผู้บริหารงานก่อสร้างได้ทราบถึงข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงภายในโครงการ เปรียบเทียบกับความก้าวหน้าของโครงการตามแผนงานที่วางไว้ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาแนวทางในการควบคุมโครงการ ให้สามารถบริหารโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การบันทึกข้อมูล เป็นขั้นตอนในการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นจริงภายในโครงการ โดยทำการบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าตลอดช่วงการทำงานในแต่ละโครงการ ตามรอบระยะเวลาดำเนินการที่กำหนด ซึ่งข้อมูลที่ทำกรบันทึกจะเป็นการสรุปรวมความก้าวหน้าของการดำเนินการในรอบระยะเวลานั้นๆ ทั้งนี้การบันทึกมักประกอบด้วยข้อมูลในหลายระดับ คือ มีการบันทึกทั้งแบบรายวัน รายสัปดาห์ รายปักษ์ และรายเดือน
2. การบริหารจัดการข้อมูล เป็นขั้นตอนในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูล และการเรียบเรียงข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนอ
3. การนำเสนอข้อมูล เป็นขั้นตอนในการรายงานข้อมูลความก้าวหน้าในรอบระยะเวลาดำเนินการแต่ละช่วงให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลความก้าวหน้าในแต่ละรอบดำเนินการ จะเป็นข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบ และกำหนดแผนการทำงานในรอบระยะเวลาดำเนินการรอบถัดไป รอบในการนำเสนอข้อมูลจึงสอดคล้องกับรอบในการประชุมเพื่อกำหนดแผนงาน และรอบในการเบิกงวดงาน

การที่ข้อมูลเป็นหัวใจสำคัญในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง การติดตามความก้าวหน้าของโครงการให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องอาศัยระบบในการ บันทึก บริหารจัดการ และนำเสนอข้อมูลที่มีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน

2.1.9 เนื้อหาของข้อมูลในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

จากการศึกษารูปแบบในการบันทึก และการรายงานความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง สามารถสรุปรายการข้อมูลในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างได้ดังนี้

1. ชื่อโครงการ
2. รอบที่จัดทำรายงาน
3. รายชื่อผู้ที่เกี่ยวข้องหลักของโครงการ
4. รายละเอียดสัญญาในการก่อสร้าง
 - เลขที่สัญญา
 - วันเริ่มต้น และวันสิ้นสุดสัญญา
 - ระยะเวลาตามสัญญา
 - มูลค่างานตามสัญญา
5. รายละเอียดโครงการ
 - ลักษณะทั่วไปของโครงการ
 - รายละเอียดงานในหมวดต่างๆ ของโครงการ
6. แผนงานหลักของโครงการ
7. ความก้าวหน้าของโครงการ
8. การดำเนินงานของผู้ควบคุมงาน
9. ปัญหา และอุปสรรค รวมทั้งแนวทางในการแก้ไข
10. การเบิกจ่ายงบประมาณในการก่อสร้าง
 - การเบิกจ่ายของผู้รับเหมา
 - การเบิกจ่ายค่าบริหารจัดการงานก่อสร้าง
11. เอกสารการขออนุมัติต่างๆ
 - การขออนุมัติวัสดุ
 - การขออนุมัติแบบ
12. เวลาการทำงาน กำลังคน และเครื่องจักร
 - เวลาการทำงานของผู้บริหารงานก่อสร้าง

- เวลาการทำงานของผู้รับเหมา
- กำลังคนที่ใช้ในการทำงาน
- เครื่องมือและเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงาน

13. ภาพถ่ายแสดงการก่อสร้าง

ซึ่งรายละเอียดข้อมูลดังกล่าวจะมีความแตกต่างกันออกไปตามเกณฑ์มาตรฐานของแต่ละโครงการ

2.1.10 ประเภทของข้อมูลในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

จากการศึกษาข้อมูลในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง พบว่ารูปแบบ หรือประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสามารถจำแนกออกได้เป็น 7 ประเภท โดยมีรูปแบบสอดคล้องกับเนื้อหาของข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

1. ข้อมูลประเภทข้อความ เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย เหมาะกับการให้ข้อมูลที่มีความสั้นกระชับ มีความคล่องตัวและยืดหยุ่นในการบันทึกข้อมูลแต่ไม่เหมาะสมในการให้รายละเอียดข้อมูลที่มีความซับซ้อน

งานสถาปัตยกรรม

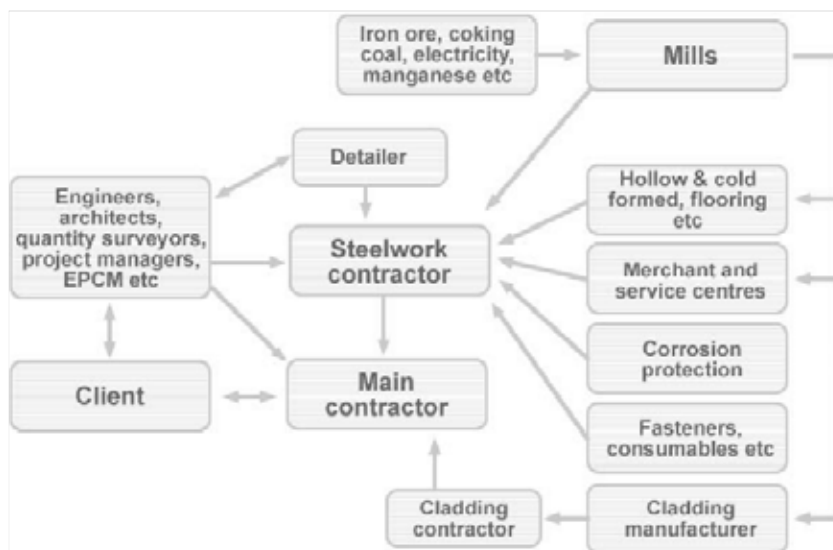
- ตรวจสอบเส้นแนวผนังก่ออิฐมวลเบา ชั้นที่ 1
- ตรวจสอบงานก่ออิฐมวลเบา ชั้นที่ 1
- ตรวจสอบงานฉาบปูนผนังอิฐ มวลเบา ชั้นที่ 1
- ตรวจสอบและอนุมัติวัสดุสำหรับงานสถาปัตยกรรม
- ตรวจสอบและอนุมัติ Shop Drawing

งานระบบไฟฟ้า

- ตรวจสอบการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า
- ตรวจสอบการติดตั้ง ท่อเดินสายไฟ ในเสา, ผนัง และพื้น
- ตรวจสอบการติดตั้ง Box ไฟ สำหรับสวิทช์และปลั๊ก ในเสา, ผนัง และพื้น

ภาพที่ 2.6 ข้อมูลประเภทข้อความ
(ที่มา: แปลน คอนซัลแตนท์ส, 2553)

2. ข้อมูลประเภทแผนภาพ เป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดเชิงความสัมพันธ์แบบโครงสร้าง มักใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ หรือลำดับขั้นตอนการทำงาน



ภาพที่ 2.7 ข้อมูลประเภทแผนภาพ
(ที่มา: http://saisc.co.za/saisc/pps_supply_chain.htm)

3. ข้อมูลประเภทตาราง เป็นการให้ข้อมูลโดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวข้อมูล และเนื้อหาของข้อมูล นิยมใช้ในการแสดงข้อมูลเชิงปริมาณ หรือข้อมูลที่มีตัวข้อมูลคงที่ แต่มีเนื้อหาของข้อมูลไม่คงที่

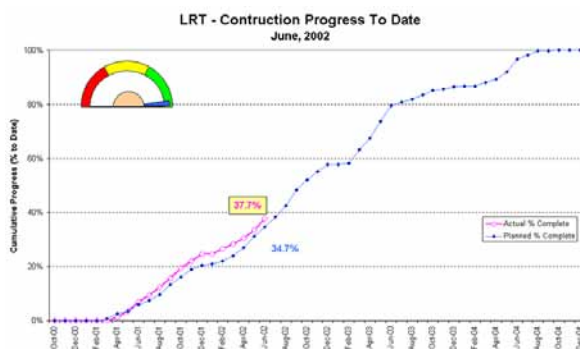
3.1.1 ตารางแสดงความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง

ระหว่างวันที่ 1 เมษายน 2553 ถึง วันที่ 30 เมษายน 2553

ลำดับ	รายการก่อสร้าง	ปริมาณงาน ที่ผ่านมา	ปริมาณงาน ในเดือนนี้	ปริมาณงาน สะสม	หมายเหตุ
1	งานรื้อถอนและเตรียมงาน	100%	-	100%	
2	งานโครงสร้าง	64.18%	10.16%	74.34%	
	งานเสาเข็มและฐานราก	100%	-	100%	
	งานโครงสร้าง ชั้นที่ 1	99.74%	-	99.74%	
	งานโครงสร้าง ชั้นลอย	78.09%	11.89%	89.98%	
	งานโครงสร้าง ชั้นที่ 2	11.21%	84.10%	95.31%	
	งานโครงสร้าง ชั้นที่ 3	-	10.12%	10.12%	
3	งานสถาปัตยกรรม	0.78%	2.27%	3.05%	
	งานผนัง	-	5.04%	5.04%	
	งานฉาบพื้น	2.28%	0.90%	3.18%	
	งานอื่นๆ	9.79%	-	9.79%	

ภาพที่ 2.8 ข้อมูลประเภทตาราง
(ที่มา: แพลน คอนซัลแตนท์ส์, 2553)

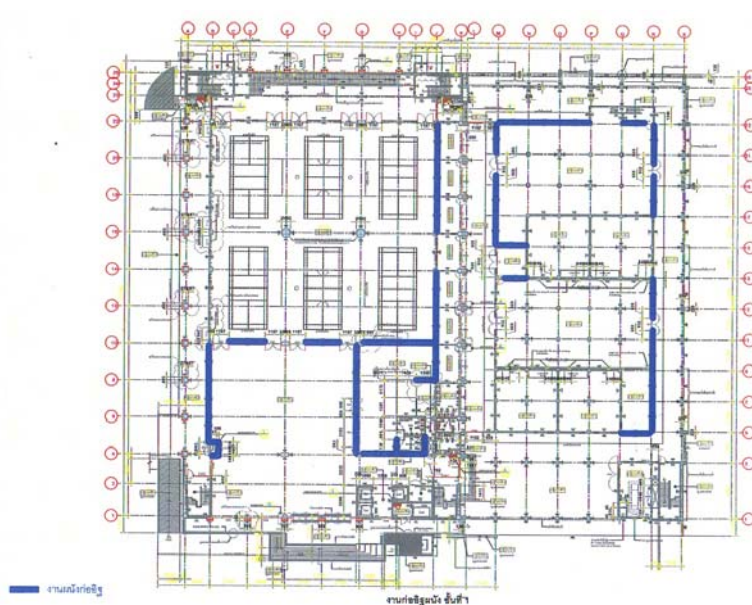
4. ข้อมูลประเภทแผนภูมิ เป็นการให้ข้อมูลโดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวข้อมูล และเนื้อหาของข้อมูล เช่นเดียวกับข้อมูลประเภทตาราง แต่แสดงข้อมูลเปรียบเทียบในรูปแบบกราฟฟิก



ภาพที่ 2.9 ข้อมูลประเภทแผนภูมิ

(ที่มา: <http://archive.leg.state.mn.us/docs/pre2003/other/bigplan/multimodal/lrt/construction%20progress.html>)

5. ข้อมูลประเภทแผนผัง เป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดตำแหน่งที่ตั้ง แสดงภาพรวมของโครงการได้ชัดเจนมากที่สุด จึงนิยมใช้เป็นศูนย์กลางในการอ้างอิงถึงข้อมูลประเภทอื่นๆ



ภาพที่ 2.10 ข้อมูลประเภทแผนผัง

(ที่มา: แปลน คอนซัลแตนท์ส, 2553)

6. ข้อมูลประเภทรูปภาพ เป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดถึงสถานะ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่ทำการบันทึกมักใช้ในการอ้างอิง เนื่องจากแสดงสถานะของโครงการ ณ จุดที่ทำการบันทึกได้ชัดเจน และเข้าใจได้ง่ายมากที่สุด



ภาพที่ 2.11 ข้อมูลประเภทรูปภาพ

(ที่มา: <http://tipsweb.org/construction-and-low-income/>)

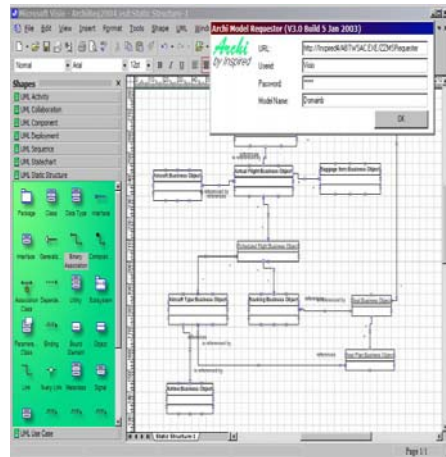
7. ข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหว เป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดถึงสถานะ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่ทำการบันทึกเช่นเดียวกับรูปภาพ แต่มีความต่อเนื่องสูงกว่า มักใช้ในการศึกษาวิธีการในการทำงาน

2.1.11 วิธีการในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

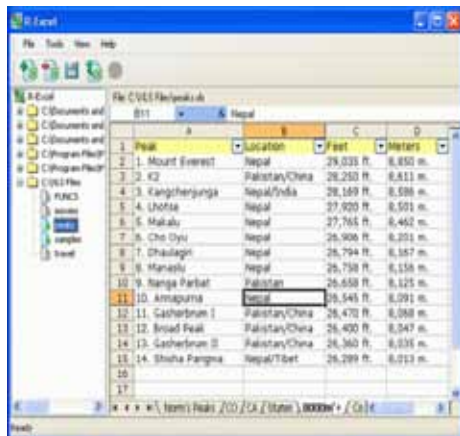
การติดตามก้าวหน้าโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมจะอาศัยการบันทึกข้อมูลในรูปแบบเอกสารเป็นหลัก ซึ่งเอกสารดังกล่าวอาจอยู่ในรูปแบบของ กระดาษทำการ หรือ ไฟล์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ การสร้างกระดาษทำการเพื่อใช้ในการบันทึก หรือการบันทึกข้อมูลลงในไฟล์ข้อมูลคอมพิวเตอร์จึงจำเป็นต้องอาศัยโปรแกรมที่หลากหลาย เพื่อรองรับการทำงานร่วมกับประเภทข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป



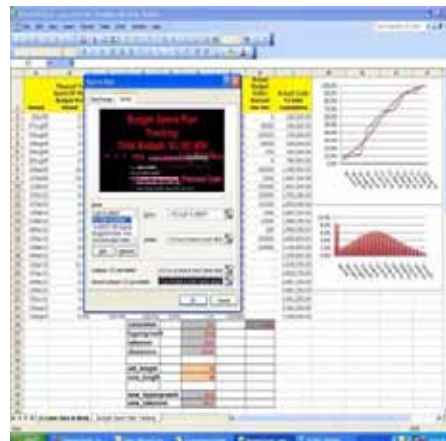
ข้อมูลประเภทข้อความจาก Microsoft Word



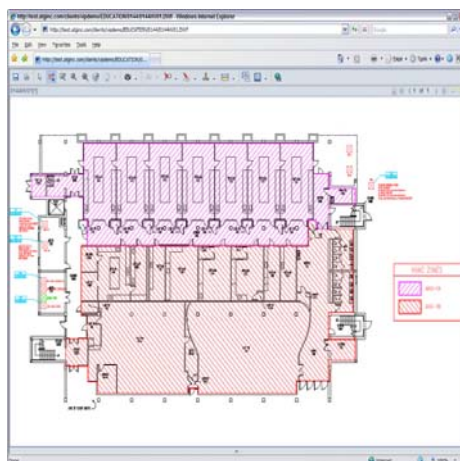
ข้อมูลประเภทแผนภาพจาก Microsoft Visio



ข้อมูลประเภทตารางจาก Microsoft Excel



ข้อมูลประเภทแผนภูมิจาก Microsoft Excel



ข้อมูลประเภทแผนผังจาก Autodesk AutoCAD



ข้อมูลประเภทรูปภาพจาก DINIM Viewer

ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์รองรับข้อมูลประเภทต่างๆ

จากการบันทึกข้อมูลของโปรแกรมในรูปแบบที่หลากหลายประเภท ทำให้การบริหารจัดการข้อมูลทำได้ยาก เนื่องจากโครงสร้างของข้อมูลขาดความสัมพันธ์ระหว่างกัน การแก้ไขข้อมูล หรือการบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งจึงจำเป็นต้องทำการแก้ไขข้อมูลแต่ละประเภทแยกออกจากกัน อีกทั้งโปรแกรมส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้รองรับการทำงานในส่วนของการสร้างเอกสารเป็นหลัก ยังไม่รองรับการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเข้ากับช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความยุ่งยาก และมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการบันทึกข้อมูลแต่ละประเภทได้

การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิม จึงไม่สอดคล้องกับปริมาณของข้อมูล ประเภทของข้อมูล และความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในโครงการก่อสร้าง ซึ่งเป็นลักษณะของการดำเนินงานที่ต้องอาศัยการบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่องตลอดเวลา ในกรณีโครงการก่อสร้างอาคารใหญ่ ที่มีรายละเอียดการดำเนินการเป็นจำนวนมาก การบันทึกข้อมูลจำเป็นต้องใช้เอกสารจำนวนมากตามไปด้วย ส่งผลให้การบริหารจัดการข้อมูลเพื่อติดตามความก้าวหน้า และแสดงสถานะของโครงการทำได้ไม่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งการนำเสนอข้อมูลทำได้จำกัด เพราะขาดภาพรวมการนำเสนอที่เชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 2.13 การติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิม

การนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างจึงนิยมใช้แกนต์ชาร์ต (Gantt Chart) เป็นศูนย์กลางในการนำเสนอข้อมูล โดยทำการแบ่งข้อมูลความก้าวหน้าของทั้งโครงการ ออกเป็นความก้าวหน้าของงานย่อยๆ ภายในโครงการ ซึ่งมักจะแบ่งตามหมวดหมู่ของงาน ประเภทของงาน รายละเอียดของงาน หรืออาศัยการอ้างอิงจากงวดงานเป็นหลัก และใช้ข้อมูล อื่นๆ ประกอบในการอ้างอิง หรือให้รายละเอียดความสำเร็จของงานในส่วนต่างๆ โดยจัดรวมเป็น รายงานสรุปความก้าวหน้าการดำเนินการ (progress report) เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล



ภาพที่ 2.14 การนำเสนอความก้าวหน้าด้วยแกนต์ชาร์ต
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)



ภาพที่ 2.15 แผนผังเพื่อใช้อ้างอิงประกอบในรายงานสรุปความก้าวหน้าการดำเนินการ
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

จากการที่ผู้ควบคุมงานจำเป็นต้องทำการสรุปข้อมูลเพื่อการนำเสนอข้อมูล ความก้าวหน้าโครงการภายใต้ข้อจำกัดดังกล่าว เจ้าของโครงการจึงให้ความสนใจถึง สถานะปัจจุบันของโครงการได้ไม่ครบถ้วน เพราะจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลหลายประเภทที่กระจาย อยู่ในตำแหน่งต่างๆ ของเอกสารมาอ้างอิงประกอบเข้าด้วยกัน อีกทั้งข้อมูลที่ได้รับยังเป็นไปตาม รูปแบบในการนำเสนอของผู้จัดทำ การเรียกดูข้อมูลภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างออกไป จึงมีข้อจำกัด โดยบางครั้งอาจจำเป็นต้องมีการเรียกขอให้ทางผู้ควบคุมงานจัดทำเอกสารเฉพาะในส่วน ของข้อมูลดังกล่าวเป็นกรณีพิเศษ ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระงานในการผลิตเอกสารให้กับทางผู้ควบคุมงาน

ปัญหาจากการติดตามความก้าวหน้าด้วยวิธีแบบดั้งเดิม



ภาพที่ 2.16 ปัญหาจากการติดตามความก้าวหน้าแบบดั้งเดิม

ปัญหาที่เกิดจากการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างแบบดั้งเดิมสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาในขั้นตอนการบันทึกข้อมูล
 - การบันทึกข้อมูลหน้างานทำได้ยาก
 - การบันทึกข้อมูลจำเป็นต้องใช้เอกสารหลายประเภท
 - เนื่องจากบันทึกลงเอกสารเป็นหลักจึงใช้เอกสารเป็นจำนวนมาก
 - ขาดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การบันทึกจึงต้องทำในหลายจุด
 - เกิดข้อผิดพลาดในการบันทึกได้ง่าย
2. ปัญหาในขั้นตอนการบริหารจัดการข้อมูล
 - เอกสารมีเป็นจำนวนมาก ยากในการจัดเก็บ
 - การสืบค้นข้อมูลที่ต้องการทำได้ยาก
 - เกิดข้อผิดพลาดในการบริหารจัดการข้อมูลได้ง่าย
3. ปัญหาในขั้นตอนการนำเสนอข้อมูล
 - จำเป็นต้องจัดทำเอกสารเพื่อสรุปข้อมูลจากการบันทึก
 - การนำเสนอด้วยรูปเล่มรายงานเสนอข้อมูลได้จำกัด
 - การนำเสนอผ่านคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้งานหลายโปรแกรม
 - การนำเสนอข้อมูลขาดความต่อเนื่อง
 - ยากในการทำความเข้าใจสถานะของโครงการ
 - เข้าถึงข้อมูลที่ต้องการทำได้ยาก
 - ข้อมูลที่นำเสนอไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน

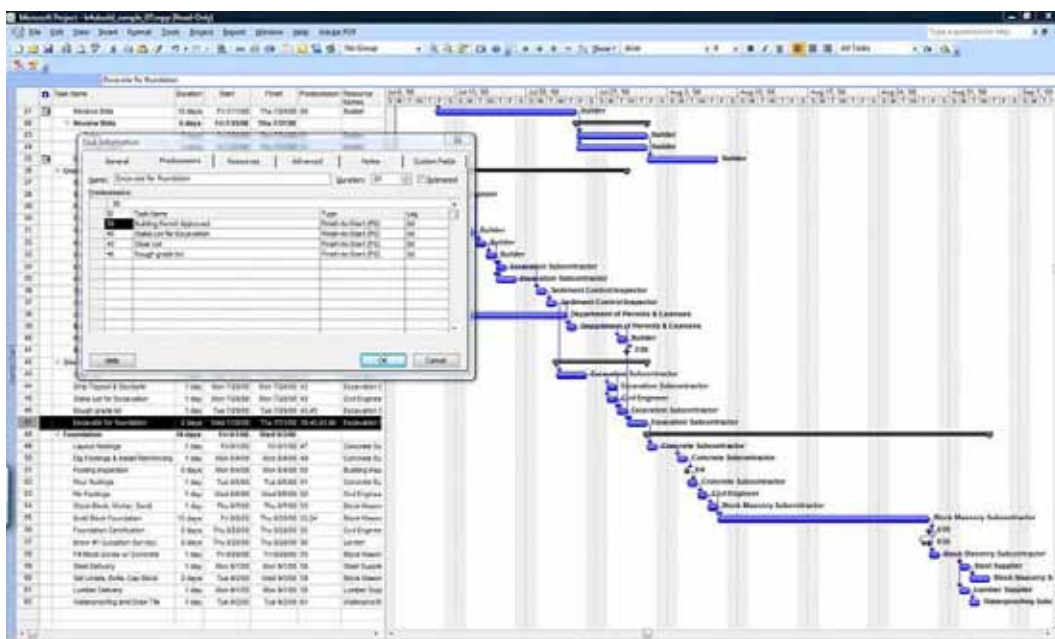
2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางเพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสามารถแบ่งเป็นสองกลุ่มตามลักษณะของโปรแกรมและวิธีการใช้งาน ได้แก่

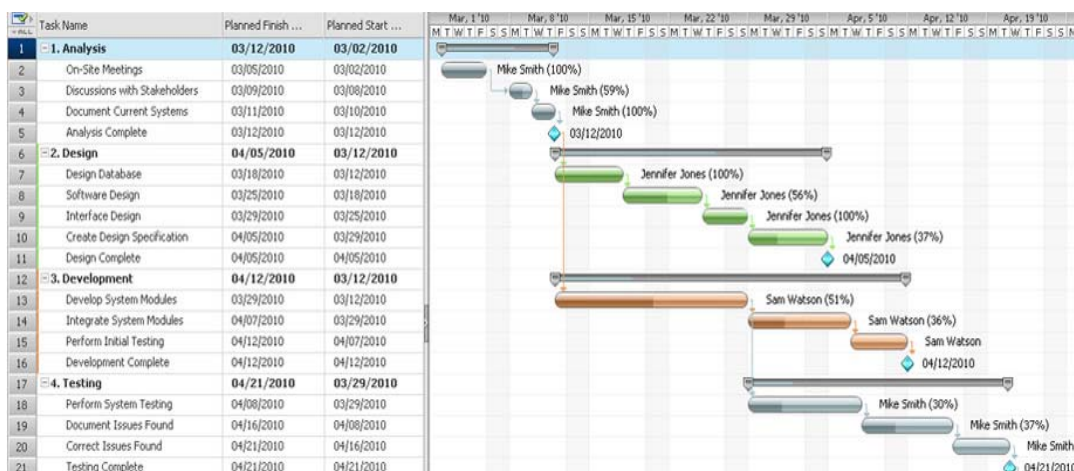
2.2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทบริหารโครงการและกำหนดการ

การใช้งานโปรแกรมเฉพาะทางในการติดตามข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการเป็นการใช้โปรแกรมที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อรองรับการทำงานในส่วนของการบริหารโครงการ และการติดตามความก้าวหน้าของโครงการโดยเฉพาะ เช่น Microsoft Project และโปรแกรมอื่นๆ ที่รองรับการทำงานในส่วนของการบริหารโครงการและกำหนดการ (project management &

scheduling software) โปรแกรมในกลุ่มนี้มีลักษณะการทำงานโดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการทำงาน และระยะเวลาในการทำงานเข้าด้วยกัน แต่เนื่องจากตัวโปรแกรมไม่ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการทำงานในเชิงกราฟฟิก 3 มิติ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานระยะเวลา และลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงของอาคารในโครงการจึงทำได้ยาก รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลทำได้ในรูปแบบที่จำกัด



ภาพที่ 2.17 โปรแกรมประเภทบริหารโครงการและกำหนดการ Microsoft Project (ที่มา: http://www.b4ubuild.com/resources/schedule/project_template.shtml)

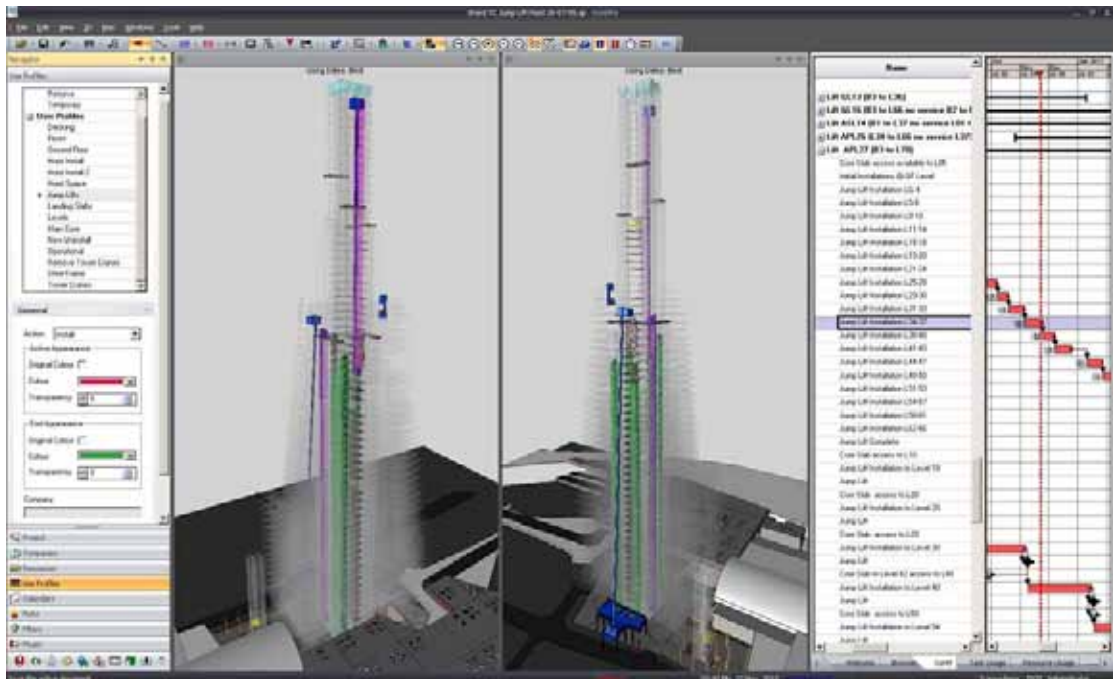


ภาพที่ 2.18 โปรแกรมประเภทบริหารโครงการและกำหนดการ Microsoft Project (ที่มา: <http://www.projectmanager.com/microsoft-project.php>)

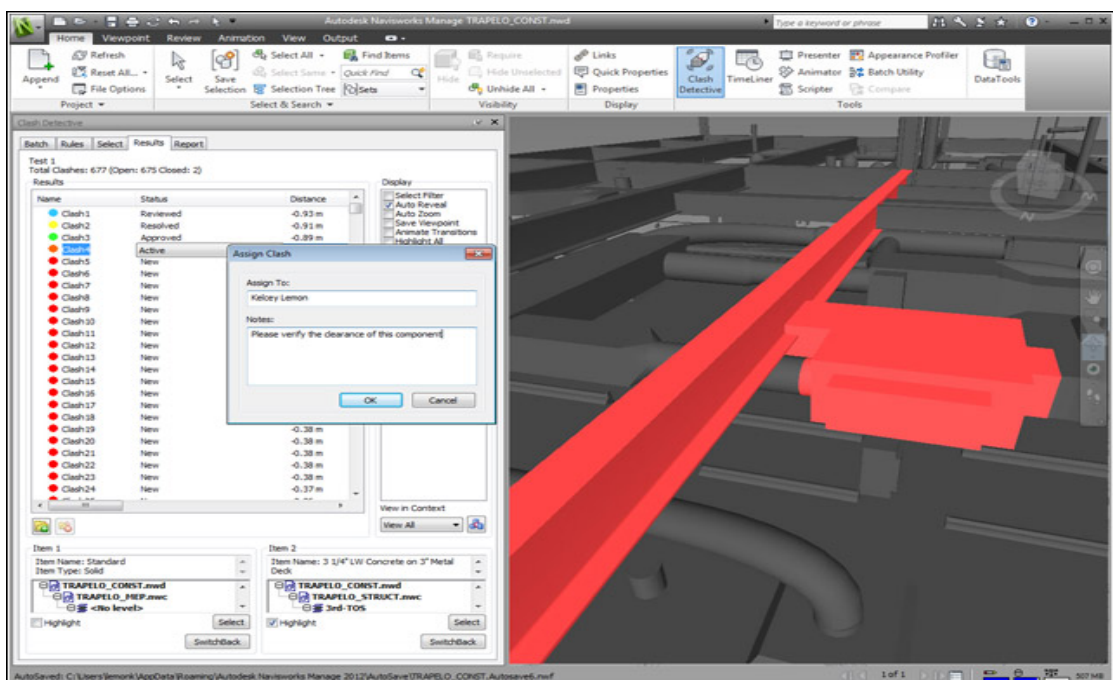
ข้อได้เปรียบของโปรแกรมประเภทบริหารโครงการและกำหนดการ อยู่ที่ระบบโครงสร้างข้อมูลที่สัมพันธ์กันระหว่างแผนงาน ความก้าวหน้าของการดำเนินงาน กำหนดระยะเวลา ปริมาณงาน และทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินงาน จึงเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการวางแผนและบริหารโครงการ แต่เนื่องจากโปรแกรกดังกล่าวไม่ได้รองรับการทำงานร่วมกับโครงการก่อสร้างโดยตรง จึงไม่สามารถอ้างอิงข้อมูลทางด้านตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการก่อสร้างได้ ทั้งยังไม่สามารถกำหนดการแสดงผลข้อมูลภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างออกไปจากโครงสร้างที่วางไว้ในขั้นต้นได้

2.2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทแบบจำลองข้อมูลอาคาร

การใช้งานโปรแกรมเฉพาะทางในการติดตามข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง เป็นการใช้โปรแกรมที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อรองรับการทำงานในส่วนของการบริหารโครงการ และการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยเฉพาะ เช่น Autodesk Navisworks Manage, Autodesk Navisworks Simulate และ Synchro Construction 4D ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นภายใต้หลักการของ การสร้างแบบจำลองรายละเอียดข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling: BIM) โดยผสมผสานการสร้างแบบจำลองทางสถาปัตยกรรมด้วยการนำเข้าภาพ 3 มิติ จากโปรแกรมอื่นๆ จึงสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งลักษณะของชิ้นงาน ตำแหน่งที่ตั้ง คุณสมบัติทางกายภาพ และข้อมูลประกอบอื่นๆ รวมถึงสามารถแสดงความเปลี่ยนแปลงของโครงการที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการ ณ ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ออกมาได้อย่างชัดเจน และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปแสดงผลผ่านทางโปรแกรมอื่นได้ในหลากหลายรูปแบบ แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยความรู้ และความชำนาญในการใช้งานโปรแกรมเป็นอย่างมาก เนื่องจากโครงสร้างการทำงาน และการสั่งงานของโปรแกรมมีความซับซ้อน อีกทั้งยังต้องอาศัยโปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ ขึ้นมาช่วยเสริมในการทำงานทำให้การเปลี่ยนแปลงข้อมูลไม่สอดคล้องและประสานกันได้อย่างสมบูรณ์



ภาพที่ 2.19 โปรแกรม Synchro Construction 4D
(ที่มา: <http://www.synchro ltd.com/news/NA-20110310152709>)



ภาพที่ 2.20 โปรแกรม Autodesk Navisworks Manage
(ที่มา: <http://down.cd/8151/buy-Autodesk-Navisworks-Manage-2013-x64-download/>)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างสามารถสรุปเป็นตารางได้ ดังนี้

หัวข้อในการศึกษาเปรียบเทียบ	วิธีติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้าง		
	วิธีการดั้งเดิม	โปรแกรมบริหารโครงการ	โปรแกรมจำลองรายละเอียดข้อมูลอาคาร
ความแพร่หลายในการใช้งาน	มากที่สุด	ปานกลาง	น้อย
การสร้างความชำนาญในการใช้งาน	ทำได้ง่าย	ปานกลาง	ทำได้ยากที่สุด
ความหลากหลายของประเภทข้อมูลที่รองรับ	มากที่สุด	น้อย	ปานกลาง
การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลภายในโครงการ	น้อย	น้อย	มากที่สุด
ความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในโครงการ	น้อย	น้อย	มากที่สุด
การบันทึกข้อมูล	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย
การบริหารจัดการข้อมูล	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย
การนำเสนอข้อมูล	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย
ความสามารถในการสร้างภาพ 3 มิติ	ทำไม่ได้	ทำไม่ได้	ต้องอาศัยข้อมูลจากโปรแกรมอื่น
ความสามารถในการคัดกรองข้อมูลเพื่อการแสดงผล	ทำได้ยาก	ทำได้ยาก	ปานกลาง
ประสิทธิภาพในการสร้างความเข้าใจสถานะโดยภาพรวมของโครงการ	ปานกลาง	น้อยที่สุด	มากที่สุด

ตารางที่ 2.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรม

2.3 การติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในโครงการกรณีศึกษา

2.3.1 รายละเอียดโครงการกรณีศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกทำการศึกษาโดยใช้กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่เป็นกรณีศึกษาเพียงหนึ่งโครงการเพื่อให้สามารถติดตามขั้นตอนและวิธีการในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างได้ในเชิงลึก โดยเลือกใช้โครงการไพร์ม แอท ทูร์ ซึ่งเป็นโครงการก่อสร้างอาคารอยู่อาศัยรวม 8 ชั้น มีพื้นที่อาคาร 3,992 ตารางเมตร ความสูงอาคาร 22.80 เมตร เข้าข่ายอาคารขนาดใหญ่ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ประกอบด้วยห้องพักอาศัยจำนวน 60 ห้อง ซึ่งเป็นขนาดของอาคารที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่ามีความซับซ้อนของรายละเอียดการดำเนินงานที่เหมาะสมในการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

สอดคล้องกับระยะเวลาในการศึกษา และเป็นประเภทอาคารที่สามารถนำผลจากการพัฒนาโปรแกรมไปพัฒนาต่อยอดเพื่อปรับใช้กับอาคารที่มีความคล้ายคลึงกันได้เป็นจำนวนมาก

โดยโครงการกรณีศึกษานี้ อยู่ภายใต้การออกแบบ ดำเนินการก่อสร้าง และควบคุมงานโดยบริษัท เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทออกแบบ ก่อสร้างขนาดกลาง ซึ่งมีประสบการณ์ในการก่อสร้างและควบคุมงาน 16 ปี โดยมีผลงานการก่อสร้างอาคารประเภทอยู่อาศัยรวม 28 โครงการ ซึ่งในจำนวนดังกล่าว เป็นอาคารขนาดใหญ่ทั้งสิ้น 12 โครงการ ดำเนินการโดยทีมงาน สถาปนิก และวิศวกร ที่อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 23 – 58 ปี ซึ่งผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าเป็นบริษัทที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างและควบคุมงานในอาคารประเภทอยู่อาศัยรวมขนาดใหญ่ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นอย่างดี จึงมีความน่าสนใจที่จะใช้เป็นกรณีศึกษาในส่วนของวิธีการติดตามความก้าวหน้าโครงการก่อสร้างทั้งในวิธีการแบบดั้งเดิม และวิธีการทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.21 โครงการก่อสร้างกรณีศึกษา
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

2.3.2 การบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าในโครงการกรณีศึกษา

การบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการกรณีศึกษาใช้วิธีการบันทึกลงในเอกสารแบบฟอร์มเป็นหลัก โดยมีการบันทึกความก้าวหน้าเป็นประจำทุกวัน

รายงานประจำวัน

แผนงานที่งานทำวันนี้				สรุปรายการทำงาน				
โครงการ : สทว ๐ ชั้น ๖ มศฐศ.๒				วันที่ : 13.9.54				
วันที่ : 13.9.54				วันที่ : 12.9.54				
ลำดับ	ชุดทำงาน	จำนวน (คน)	งานที่ได้รับมอบหมาย	ลำดับ	ชุดทำงาน	จำนวน (คน)	งานที่ได้รับมอบหมาย	เปอร์เซ็นต์
1.			ย้ายเหล็ก+เขี่ยเศษของชั้น 8	1.	NRV.	2.	GRANT เขี่ยเศษชั้น DECK	100
2.			ท้ออิฐชั้น 7	2.	NRV	6	รื้อเมฆงานชั้น 8	90
3.			เดินท่อประปาชั้น 7	3.	NRV	10	ท้ออิฐชั้น 7	45
4.			ตีวงกบชั้น 7	4.	นิรุตต์	3.	เดินท่อประปาชั้น 7	80
5.			แก้โพรงประปาชั้น 6	5.	NRV	2.	ตีวงกบชั้น 7	40
6.			ปลูกระเบียงหน้าชั้น 5	6.	D.C	2.	แก้โพรงประปาชั้น 6	
7.			ปลูกระเบียงหน้าชั้น 4	7.	พวง	4.	ปลูกระเบียงชั้น 5 พัดลมตัดไม้	๗๖๐
8.			แก้โพรงชั้น 6	8.	TC	4.	ปลูกระเบียงหน้าชั้น 4	90
9.			ขี้ผึ้งระบอบงานชั้น 2,3	9.	NRV	2.	แก้โพรง CURB ชั้น 2	10
10.			เดินท่อไฟฟ้าชั้น 5	10.	NRV.	4.	ขี้ผึ้งชั้น 2,3	45
11.			ทำโครงเหล็กคาน	11.	คานง	3.	เดินท่อไฟฟ้าชั้น 5	30
				12.	NRV.	2.	หิ้วน้ำซึ่งดาว.	70
				13.	เดีว.	4.	เผ้าผนังชั้น 4 (ขี้วงแกม)	50

รวมยอด
ได้รับแจก-งานท้ออิฐชั้น 7 ได้ยื่นออก
ไปแล้ว ๓๖๖ NRV. ท้ออิฐเองทั้งหมด.

ผู้จัดทำ

วันที่

เดวิดน้อย

1. ช่างปูน = ๓3 คน , 4. ช่างเชื่อม = 1 คน
2. ช่างไม้ = 7 คน รวม = 30 คน
3. กอกร = 9 คน

รวมยอด
O.T. 12 ก.ย. 54

1. ท้ออิฐชั้น 7. = 10 คน
2. ขี้ผึ้งชั้น 7. = 3 คน
3. รื้อเมฆงานชั้น 8 = 6 คน.

ผู้ควบคุมงาน

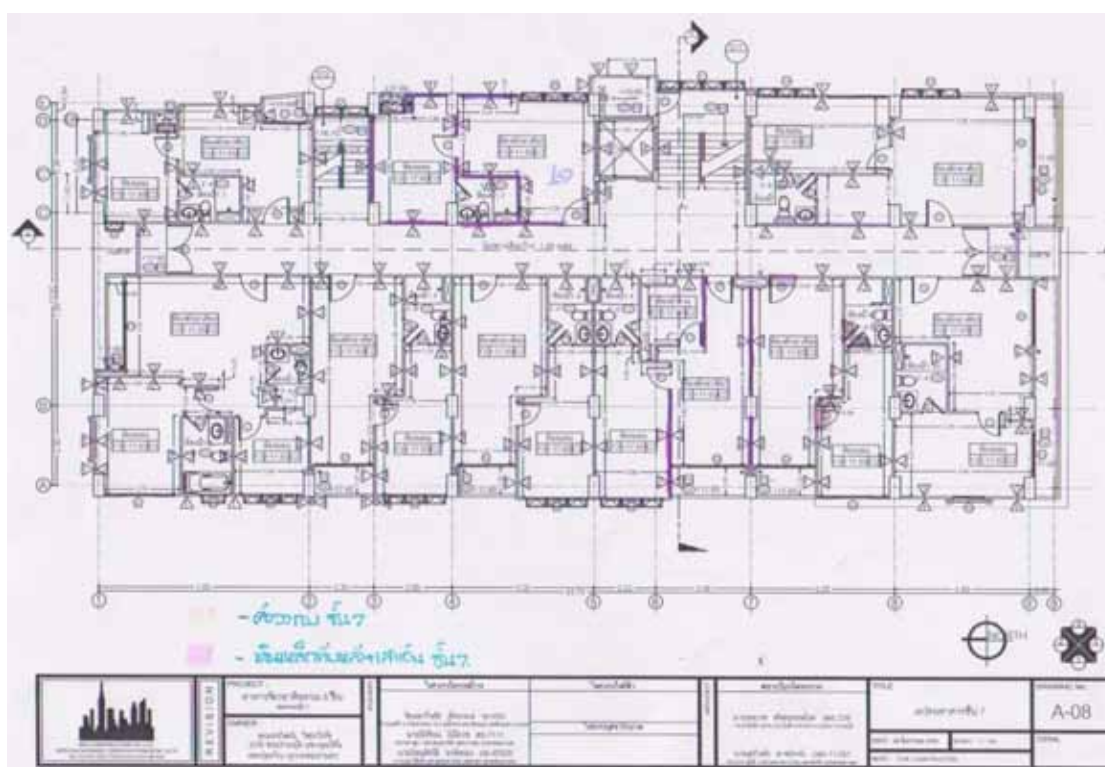
วันที่

12-9-54

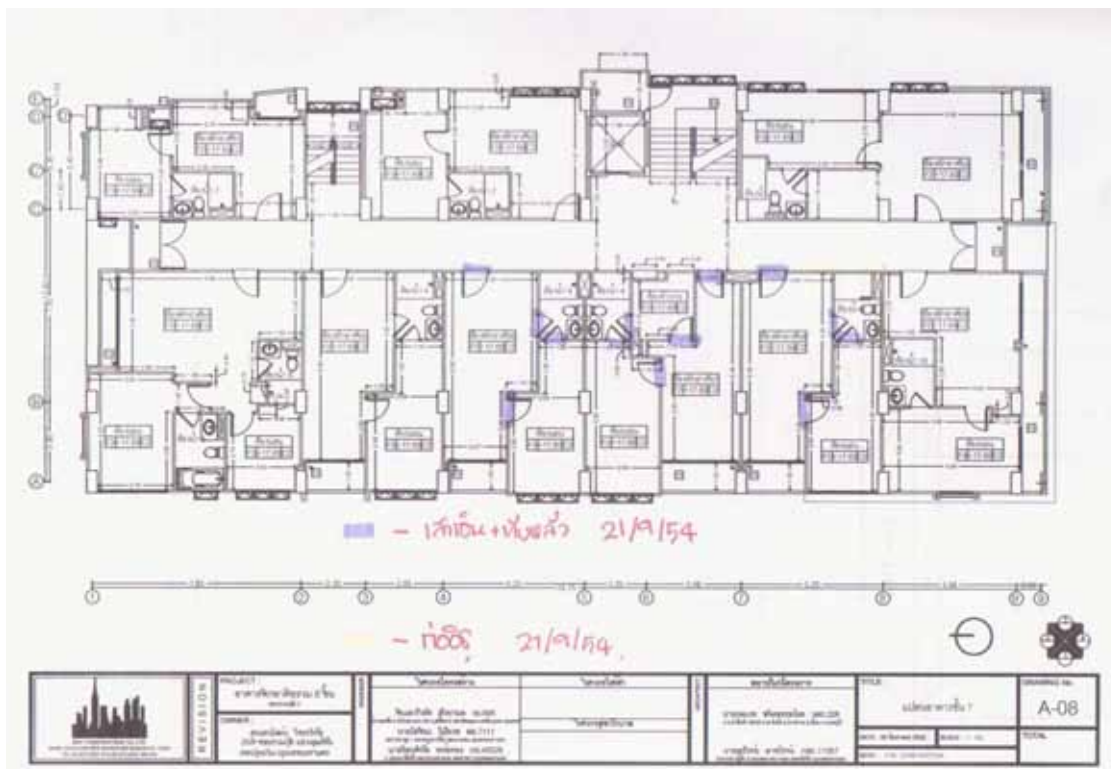
4. ตีวงกบชั้น 7 = 2 คน.
5. ตีวงกบ ชั้น 6 = 2 คน.

ภาพที่ 2.22 เอกสารรายงานประจำวัน
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

ซึ่งการบันทึกข้อมูลด้วยวิธีดังกล่าว ยังไม่เพียงพอในการให้ข้อมูลสำหรับการ ประสานงาน หรือรายงานความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นภายในโครงการ เนื่องจากการบันทึกข้อมูล ดังกล่าวไม่สามารถให้รายละเอียดทางด้านตำแหน่งที่ตั้งของงานที่ชัดเจนได้ ในการสรุปงานให้กับ ผู้บริหารงานก่อสร้าง หรือผู้บริหารโครงการ จึงจำเป็นต้องทำการจัดทำผังเพื่อแสดงความก้าวหน้า ของโครงการที่สัมพันธ์กับตำแหน่งที่ตั้งของงานขึ้นอีกชุดหนึ่ง เพื่อใช้ในการประชุมภายใน ซึ่ง เอกสารดังกล่าวมีความถี่ในการจัดทำอยู่ที่สัปดาห์ละครั้งตามรอบการประชุม หรืออาจมีการจัดทำ มากกว่านั้นในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างไปจากปกติ โดยเนื้อหาของ ความก้าวหน้าที่แสดงในผัง มักใช้เฉพาะงานที่ทำอยู่ในขณะนั้น หรืองานที่มีปัญหา เพื่อลดปริมาณ เอกสารในการประชุม



ภาพที่ 2.23 ตัวอย่างผังแสดงความก้าวหน้าของโครงการ
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)



ภาพที่ 2.24 ตัวอย่างผังแสดงความก้าวหน้าของโครงการ
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

โดยในการประชุมภายในจะอาศัยภาพถ่ายของการดำเนินโครงการในรอบนั้นๆ เป็นข้อมูลอ้างอิงควบคู่ไปกับการอธิบายผัง โดยดูรูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหวโดยตรงจากกล้องที่ทำการบันทึก หรือ เปิดจากคอมพิวเตอร์ เพื่อลดการใช้เอกสารในส่วนที่ไม่จำเป็น

การเปรียบเทียบข้อมูลความก้าวหน้าขณะดำเนินการในที่ประชุมภายใน จึงเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลจากผัง บันทึกความก้าวหน้า และแผนงานในรูปของแกนต์ชาร์ตเป็นหลัก โดยยังไม่มีการสร้างเอกสารเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบที่ชัดเจน เพื่อลดภาระงานทางด้านเอกสารของผู้ควบคุมงานลง

2.3.3 การบริหารจัดการข้อมูลความก้าวหน้าในโครงการกรณีศึกษา

การบริหารจัดการเอกสารบันทึกความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง จึงเป็นการเก็บเอกสารบันทึกเข้าแฟ้มงานแบบวันต่อวัน โดยจัดเก็บเอกสารส่วนใหญ่ไว้ในสำนักงานของพื้นที่ก่อสร้าง ในขณะที่ผังความก้าวหน้าที่จัดทำขึ้น ยังไม่มีระบบในการจัดเก็บที่แน่ชัด เนื่องจากเป็นเอกสารที่ให้ข้อมูลเฉพาะจุด เฉพาะเวลาการใช้งานเอกสารเพื่ออ้างอิงถึงความก้าวหน้าโดยรวม

ทั้งหมดจึงไม่สามารถทำได้ ผู้ควบคุมงานจึงมักใช้ผังดังกล่าวในการสั่งงาน หรือดำเนินโครงการในด้านอื่น ส่งผลให้เอกสารดังกล่าวซ้ำรูด และสูญหายออกไปเป็นส่วนมาก ในขณะที่มีเพียงบางส่วนที่ได้รับการจัดเก็บไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในบางกรณี

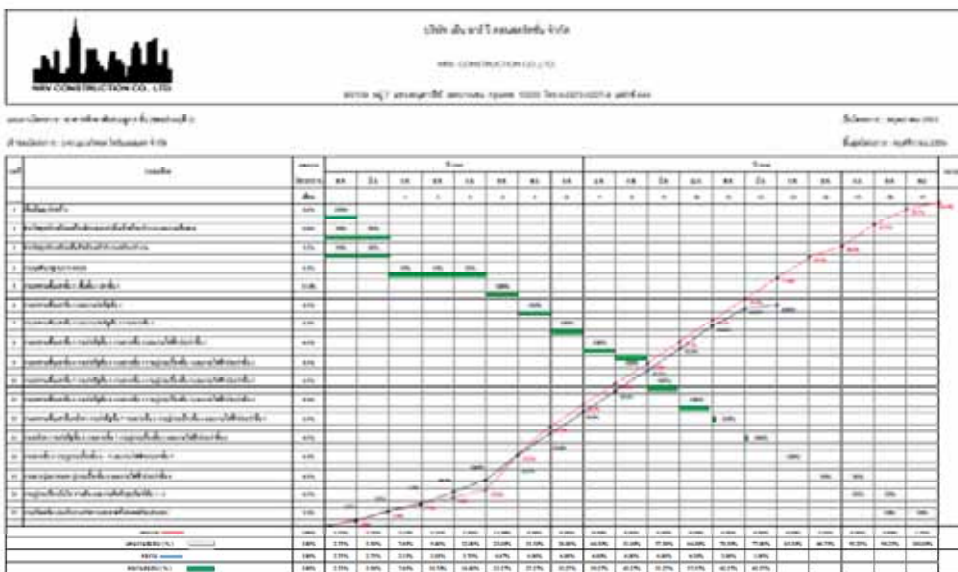
ข้อมูลความก้าวหน้าที่ส่งเข้าจัดเก็บในสำนักงานหลักในรอบสัปดาห์จึงมีเพียงรูปถ่ายในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์ และเอกสารสรุปความก้าวหน้าในรอบสัปดาห์ที่ใช้ในการประชุมเท่านั้น เนื่องจากเอกสารในการทำการบันทึกทั้งหมดเป็นการบันทึกลงบนกระดาษทำการโดยตรง

ในขณะที่การประชุมกับผู้ว่าจ้าง หรือเจ้าของโครงการ อาจอยู่ในรอบ 1 – 2 สัปดาห์ และมีการประชุมใหญ่ ซึ่งมีการส่งรูปเล่มรายงานความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นภายในโครงการให้กับเจ้าของโครงการเพื่อพิจารณาเบิกจ่ายค่าดำเนินการตามงวดงานในรอบดำเนินการนั้นๆ จึงมีการจัดทำเอกสารสรุปอีก 1 ชุดซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดโครงการ แผนภูมิแกนต์ชาร์ต เปรียบเทียบความก้าวหน้าการดำเนินการ และรายละเอียดความก้าวหน้างานในแต่ละส่วน โดยอาจมีแผนผังประกอบเพื่อแสดงตำแหน่งของงานบ้างเป็นบางกรณี และรูปถ่ายแสดงการดำเนินการ รวมทั้งข้อมูลการทำงานอื่นๆ ประกอบ



ภาพที่ 2.25 รายงานการก่อสร้างประจำเดือน
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

2. ผนวกภาคที่ 1



ภาพที่ 2.26 แผนภูมิแกนต์ชาร์ตในเล่มรายงาน (ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

โครงการ	บ้านเอ็น.อาร์.วี	บ้านเลขที่ 200 2	เมืองหนองคาย	บริษัท เอ็น.อาร์.วี คอนสตรัคชั่น จำกัด
ช่าง	รายการกิจกรรม		ผู้เขียนแผนภูมิ	บริษัท เอ็น.อาร์.วี คอนสตรัคชั่น จำกัด
วันที่	17/12/24		โดย	หน้า 444
ฉบับที่	1 (ตอนแสดงโครงการวันที่ 18)			แผ่นที่ 1

ลำดับ	รายการกิจกรรม (เรียงตามลำดับ)	หมายเหตุ
งานที่เตรียมพื้นที่		
1	ขุดหน้าดินหน้าและหลัง / คันดิน	1
2	จัดพื้นที่ถมดินบริเวณที่ถมได้ โดยการใช้ดิน 20000-30000	1. ใช้ดินชั้นดินถมด้วย 2000 - 30000
3	งานถมดิน โดยใช้รถ A-1. งานถมดินได้ใช้เครื่องจักร	2. ขุดหน้าดินหน้าและหลัง
4	งานเตรียมพื้นที่หน้าและหลังถมดินได้เสร็จสิ้น	4. เสร็จสิ้นด้วยรถ
5	ปักหลักแนวรับและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 ในพื้นที่ถมดินหน้าและหลัง	2. เสร็จสิ้นด้วยรถโกล์โฟล์ค
6	ทำอิฐวงกลมหน้าและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 2 ชั้น. งานได้ใช้ดิน	4. เสร็จได้
7	การเตรียมพื้นที่หน้าและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 ในพื้นที่ถมดินหน้าและหลัง	1. ศึกษารอบหน้าและหลัง 200 2 ชั้น
งานที่ดำเนินการ		
1	งานเตรียมพื้นที่หน้าและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 ในพื้นที่ถมดินหน้าและหลัง	1. เสร็จสิ้นด้วยรถโกล์โฟล์ค
2	งานปักหลักแนวรับและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 ในพื้นที่ถมดินหน้าและหลัง	1. เสร็จสิ้นด้วยรถโกล์โฟล์ค 200 cm.
3	ใช้พื้นที่หน้าและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 ในพื้นที่ถมดินหน้าและหลัง	
งานที่ดำเนินการ		
1	ปักหลักแนวรับและหลังถมดินหน้าและหลัง 200 ในพื้นที่ถมดินหน้าและหลัง	1. ศึกษารอบหน้าและหลัง 200 2 ชั้น. ศึกษารอบหน้าและหลัง 200 2 ชั้น. ศึกษารอบหน้าและหลัง 200 2 ชั้น.

ภาพที่ 2.27 รายละเอียดประกอบในเล่มรายงาน (ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)



บริษัท เอ็น.อาร์.วี.คอนสตรัคชั่น จำกัด
NRV. CONSTRUCTION CO.,LTD.

4. ภาพถ่ายการทำงาน (Photo Progress)



งานเสาชั้น 8



งานเสาชั้น 8

ภาพที่ 2.28 รูปภาพประกอบเล่มรายงาน
(ที่มา: เอ็น.อาร์.วี. คอนสตรัคชั่น, 2554)

การสืบค้นความก้าวหน้าของโครงการในระยะสั้นจึงเป็นการอ้างอิงจากเอกสารบันทึกประจำวันของผู้ควบคุมงานเป็นหลัก ในขณะที่การสืบค้นข้อมูลในระยะยาวอาศัยเอกสารรายงานการก่อสร้างซึ่งจัดทำขึ้นในรอบเดือนเป็นหลัก โดยถือเป็นข้อมูลชุดสมบูรณ์ที่ใช้ในการอ้างอิงได้ โดยมีการจัดเก็บทั้งในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์ และกระดาษทำการ ในขณะที่ข้อมูลรายละเอียดบันทึกอื่นๆ จะถูกจัดเก็บเป็นส่วนตัวของผู้ควบคุมงาน ซึ่งข้อมูลบางอย่างเช่นรูปถ่าย จะเกิดการซ้ำซ้อนของการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก เนื่องจากรอบในการถ่ายโอนข้อมูลเพื่อการจัดเก็บมีความไม่แน่นอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโครงการที่มีการเปลี่ยนตัวผู้ควบคุมงาน

ซึ่งจากวิธีการในการบันทึก และบริหารจัดการข้อมูลในรูปแบบดังกล่าว ส่งผลให้ข้อมูลมีการกระจายตัวสูง ควบคุมการทำงานได้ยาก และสูญหายไปเป็นจำนวนมาก โดยจากการสืบค้นเอกสารพบว่า ข้อมูลในรูปแบบเอกสารกระดาษทำการ นอกเหนือจากรูปเล่มรายงานแล้ว จะสูญหาย หรือถูกทำลายไปภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี โดยมีปัจจัยหลักเนื่องมาจากปริมาณของตัวเอกสารที่มีเป็นจำนวนมาก ยากในการจัดเก็บ และการสืบค้นเพื่อการใช้งานเป็นไปได้ยาก ในขณะที่ไฟล์งานคอมพิวเตอร์ยังมีการจัดเก็บอยู่เป็นส่วนใหญ่ แต่การจัดกระจายและซ้ำซ้อนในคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องภายในสำนักงาน ซึ่งเป็นผลจากการถ่ายโอนข้อมูล และการเรียกใช้งานข้อมูลจากผู้ใช้งานหลายคน

จากการสัมภาษณ์พนักงานภายในสำนักงานพบว่า พนักงานทั้งหมดไม่ต้องการที่จะเข้าไปทำการจัดการระบบไฟล์งานที่มีการจัดเก็บไว้ เนื่องจากไม่สามารถระบุได้ว่าไฟล์งานในส่วนใดที่สำคัญ หรือไฟล์งานในส่วนใดที่มีการซ้ำซ้อนกันของข้อมูล เนื่องจากมีเป็นจำนวนมาก และไม่มีระบบในการจัดเก็บที่เป็นมาตรฐาน การเรียกใช้ข้อมูลจึงต้องใช้เวลาในการสืบค้น ในขณะที่ข้อมูลอีกหลายส่วนเกิดการเสียหายตามอายุการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการจัดเก็บ และไม่สามารถรวบรวมไว้ได้ทั้งหมด

2.3.4 การนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าในโครงการกรณีศึกษา

การนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าในโครงการกรณีศึกษาจึงเป็นการนำเสนอข้อมูลผ่านรูปเล่มรายงานการก่อสร้าง ในรอบเดือนเป็นหลัก โดยในการประชุมกับเจ้าของโครงการ ผู้บริหารงานก่อสร้าง ผู้บริหารโครงการ และผู้ควบคุมงาน มักนำเสนอข้อมูลโดยใช้ แผนภูมิแกนต์ชาร์ตเป็นหลัก โดยในระหว่างการประชุมจะมีการอ้างอิงถึงแผนผังของโครงการเป็นสำคัญ เนื่องจากข้อมูลในการประชุม และการรายงานความก้าวหน้าของโครงการโดยส่วนใหญ่ เป็นข้อมูลที่จำเป็นต้องอ้างอิงถึงตำแหน่งที่ตั้ง โดยอาจมีการใช้รูปภาพในการอ้างอิงประกอบในการประชุม สำหรับบางจุดที่ต้องการรายละเอียดข้อมูลเป็นพิเศษ

จากการสังเกตในที่ประชุมพบว่าเจ้าของโครงการให้ความสำคัญกับแผนภูมิแกนต์ชาร์ตเฉพาะในช่วงต้น และช่วงท้ายของการประชุม ที่ต้องการพูดคุยภาพรวมของโครงการเท่านั้น ในขณะที่เนื้อหาการประชุมทั้งหมด เป็นการพูดคุยโดยใช้ผังบริเวณอาคารเป็นสำคัญ เนื่องจากการพูดคุยถึงรายละเอียดงานในส่วนต่างๆ ซึ่งในจุดนี้ การใช้ผังอาคารซึ่งอยู่ในรูปแบบ 2 มิติ อาจให้ข้อมูลกับเจ้าของอาคารได้ไม่เพียงพอในบางกรณี เนื่องจาก เจ้าของอาคารไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผังของอาคารในหมวดงานต่างๆ เข้าด้วยกันได้ ในการสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับเจ้าของโครงการในหลายๆ จุด ผู้บริหารโครงการ จึงจำเป็นต้องเขียนรูป 3 มิติขึ้นเพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบอาคารหรือการทำงานในส่วนต่างๆ อีกครั้งหนึ่ง หรือใช้รูปภาพที่ถ่ายจากสถานที่ก่อสร้างเพื่อใช้ในการอธิบายประกอบ แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านมุมมองของพื้นที่ก่อสร้าง การใช้ภาพถ่ายจึงไม่สามารถสื่อสารภาพรวมของโครงการได้ทั้งหมด

โดยจากการเข้าร่วมประชุมพบว่าการรายงานข้อมูลความก้าวหน้าให้กับเจ้าของโครงการโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของการซักถามโต้ตอบระหว่างเจ้าของโครงการ และผู้ควบคุมงานเป็นหลัก เนื่องจากข้อมูลมาตรฐานที่ใช้ในการรายงานของทางผู้ควบคุมงานนั้น ไม่สามารถครอบคลุมความต้องการข้อมูลภายใต้เงื่อนไขความต้องการของเจ้าของโครงการได้ทั้งหมด เนื่องจากในการประชุมเจ้าของโครงการมักมีประเด็นคำถามที่แตกต่างกันออกไป ตามสถานะของโครงการ และการดำเนินการในขณะนั้น ซึ่งในบางกรณีผู้ควบคุมงานอาจต้องทำการสรุป และจัดทำเอกสารเพิ่มเติมให้กับทางเจ้าของโครงการภายหลังการประชุมอีกครั้งหนึ่ง

บทที่ 3

แนวความคิดและขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง มีการลำดับแนวความคิด และขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรกดังนี้

3.1 แนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรม

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าสาเหตุหลักของปัญหาในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างเกิดจากการที่ข้อมูลซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างนั้น ประกอบด้วยข้อมูลที่มีเนื้อหาหลากหลาย ทั้งยังเป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง ปริมาณของข้อมูลที่ต้องทำการจัดเก็บจึงมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแบบทวีคูณ

การบริหารจัดการกับข้อมูลลักษณะดังกล่าวด้วยวิธีการทางเอกสารเพียงอย่างเดียวจึงทำได้ยาก ทั้งยังจำเป็นต้องใช้เอกสารในการบริหารจัดการเป็นจำนวนมากส่งผลให้การบันทึกข้อมูล การบริหารจัดการข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล ทำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ในขณะที่การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างภายใต้แนวความคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันแม้จะมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูง แต่ก็มีข้อจำกัดและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญในการใช้โปรแกรมที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน

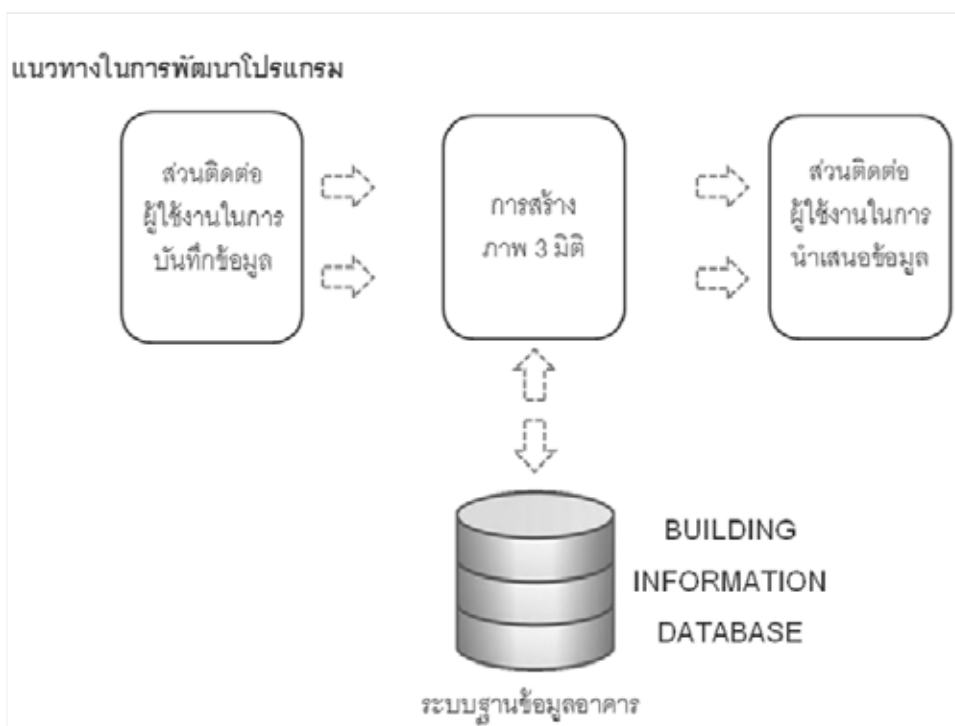
จากประเด็นดังกล่าวการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในการศึกษานี้ จึงเริ่มจากการกำหนดแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมโดยคำนึงถึงหัวใจหลักทั้ง 3 ส่วนในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอันได้แก่ กระบวนการในการบันทึกข้อมูล บริหารจัดการข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล เป็นหลัก โดยกำหนดเป้าหมายดังต่อไปนี้

1. ลดขั้นตอนการทำงานและเอกสารในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ
2. ลดความยุ่งยากในการบริหารจัดการข้อมูลโดยทำการจัดเก็บข้อมูลรวมศูนย์ อยู่ภายใต้โปรแกรมเดียว
3. ใช้การบันทึกและการแสดงผลผ่านการทำงานของโปรแกรมในหน้าจอเดียว
4. วางระบบการทำงานของโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แบบจำลองอาคาร 3 มิติ
6. รองรับการผลิตผลภายใต้เงื่อนไขของผู้ใช้งานที่หลากหลาย

โดยในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สำเร็จตามเป้าหมายดังกล่าว ยังต้องคำนึงถึงความสะดวก และง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้โปรแกรมอีกด้วย

จากแนวทางดังกล่าวการพัฒนาโปรแกรมโดยคำนึงถึงการสร้างระบบฐานข้อมูลอาคารขึ้นจึงเป็นแนวความคิดสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ เนื่องจากการจัดการข้อมูลด้วยระบบฐานข้อมูล สามารถช่วยในการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่จำเป็นต้องทำการบันทึกออกไปได้เป็นจำนวนมาก ทั้งยังมีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการข้อมูลที่สูง ในขณะที่การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการเข้าถึงข้อมูลจากฐานข้อมูลดังกล่าวก็มีความสำคัญเช่นกันทั้งในด้านการใช้งานในการบันทึกข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการชี้วัดถึงความยากง่ายในการใช้งานโปรแกรม เนื่องจากเป็นส่วนที่ต้องติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรงผ่านการสร้างภาพแบบ 3 มิติ

จากแนวความคิดดังกล่าว จึงสามารถสรุปออกมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมดังนี้



ภาพที่ 3.1 แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

โดยในส่วนติดต่อผู้ใช้งานทั้งในด้านการบันทึกข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลนั้น จากการศึกษาพบว่า แกนหลักสำคัญในการเข้าถึงข้อมูลประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ

ความก้าวหน้าของงานที่เกิดขึ้นนั้น เป็นลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุอาคารต้นแบบ 3 มิติ ที่เชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลทางด้านกำหนดเวลาของงาน และความก้าวหน้าของงานนั้น

ในการกำหนดแนวทางการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดให้การสร้างรูป 3 มิติ ของอาคารเป็นแกนหลักในการเข้าถึงข้อมูลในส่วนต่างๆ ของโครงการ



ภาพที่ 3.2 แบบจำลองอาคาร 3 มิติ

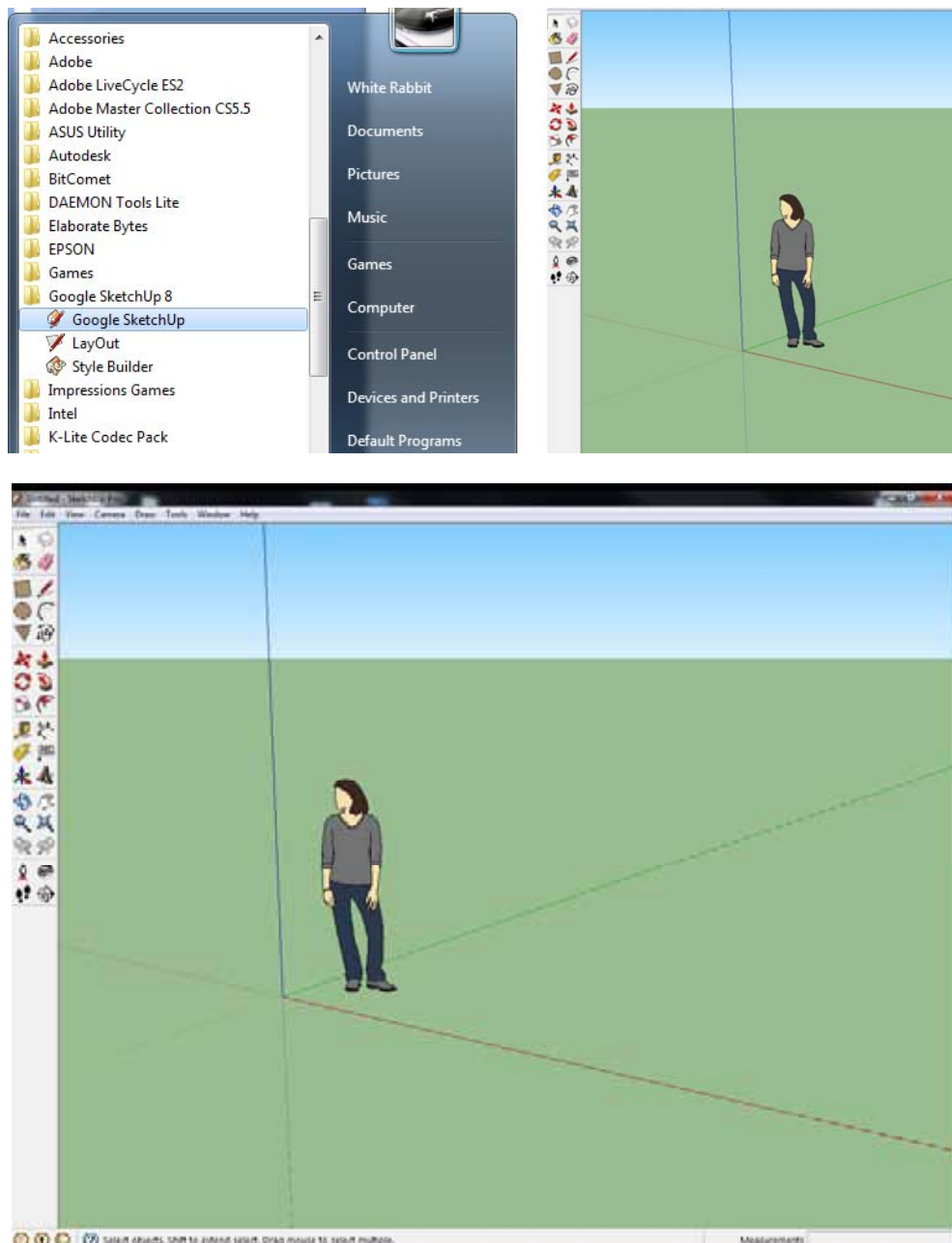
3.2 การเลือกเครื่องมือเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

จากเงื่อนไข แนวคิด และข้อกำหนดต่างๆ รวมทั้งระยะเวลาในการศึกษาที่จำกัด ผู้ศึกษาจึงเลือกที่จะทำการพัฒนาโปรแกรมขึ้นในฐานะของโปรแกรมเสริม(plug in) บนโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติที่มีอยู่เดิม เพื่อลดภาระการทำงานในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมเพื่อรองรับทำงานร่วมกับกราฟฟิก 3 มิติออกไป โดยภายหลังจากการศึกษาผู้ศึกษาได้เลือกโปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมหลัก ในการพัฒนาโปรแกรมโดยเล็งเห็น

ถึงคุณลักษณะซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญของการพัฒนาโปรแกรมบนโปรแกรม Google SketchUp ดังนี้

1. โปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ
2. โปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมที่มีคำสั่งในการใช้งานโปรแกรมและโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมที่ไม่ซับซ้อน
3. เป็นโปรแกรมที่เป็นที่รู้จัก และมีการใช้งานที่แพร่หลาย สามารถเรียนรู้ใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว
4. โปรแกรม Google SketchUp มีชุดคำสั่ง(library) Google SketchUp API ซึ่งรองรับการพัฒนาโปรแกรมเพื่อขยายขอบเขตการทำงานของโปรแกรมอยู่ในตัว
5. โปรแกรม Google SketchUp รองรับการพัฒนาโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ช่วยให้สามารถพัฒนาโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในการทำงานได้
6. โปรแกรมสามารถติดตั้งและทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows OS และ MAC OS ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการหลักบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้
7. เป็นโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

จากการเลือกโปรแกรม Google SketchUp เป็นฐานในการพัฒนาโปรแกรมนี้เอง ภาษาที่ใช้ในการติดต่อและควบคุมการทำงานของโปรแกรมจึงจำเป็นต้องใช้ ภาษา Ruby Script ซึ่งเป็นภาษาพื้นฐานของโปรแกรม



ภาพที่ 3.3 โปรแกรม Google SketchUp

3.3 การวางระบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

จากการศึกษาผู้ทำการศึกษาได้ทำการจำแนกตัวแปรสำคัญของในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่หลักได้แก่

1. ตัวแปรทางด้านเวลา เป็นตัวแปรหลักในการในการเข้าถึงข้อมูลในแต่ละช่วงของการดำเนินโครงการ ซึ่งแบ่งย่อยได้ดังนี้

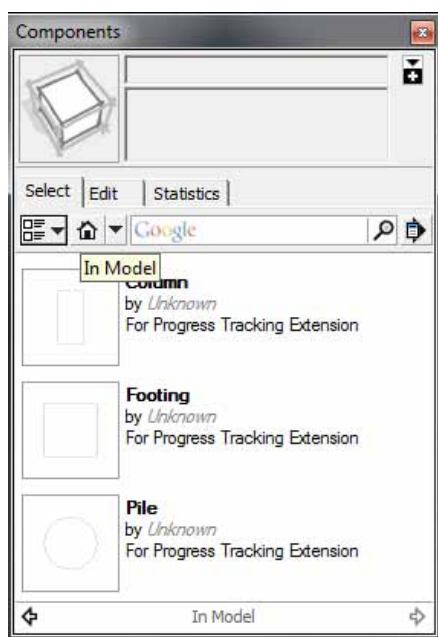
- ตัวแปรทางด้านเวลาปกติ เป็นตัวแปรเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องไปตามการเปลี่ยนแปลงของเวลาที่เกิดขึ้นจริง ณ ปัจจุบัน
 - ตัวแปรทางด้านเวลาที่ถูกกำหนดขึ้น เป็นตัวแปรเวลาที่เกิดจากการกำหนดขอบเขตไว้ล่วงหน้าซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมนี้ได้แก่วงจรของงานที่ถูกกำหนดจากแผนงาน
2. ตัวแปรทางด้านงาน เป็นตัวแปรหลักที่ให้ข้อมูลในด้านรายละเอียดของงานที่ทำการติดตามความก้าวหน้าในระหว่างดำเนินการก่อสร้าง ซึ่งสามารถแยกย่อยตามรายละเอียดได้ดังนี้
- ประเภทของงาน เป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดในการจำแนกประเภทงานซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวแปรสำคัญในการเชื่อมโยงถึงสัดส่วนของมูลค่างานภายในโครงการ
 - ตำแหน่งของงาน เป็นข้อมูลที่ให้รายละเอียดในเรื่องตำแหน่งที่ตั้งของงานซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบว่างานดังกล่าวเป็นงานในส่วนใดของโครงการ
 - ลักษณะของงาน เป็นข้อมูลที่แสดงรูปลักษณะของงานในส่วนของการแสดงผล เพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของงานได้ชัดเจน
3. ตัวแปรทางด้านความก้าวหน้าของงาน เป็นตัวแปรที่แสดงสถานะของงานนั้นๆ ในขณะที่ทำการบันทึก



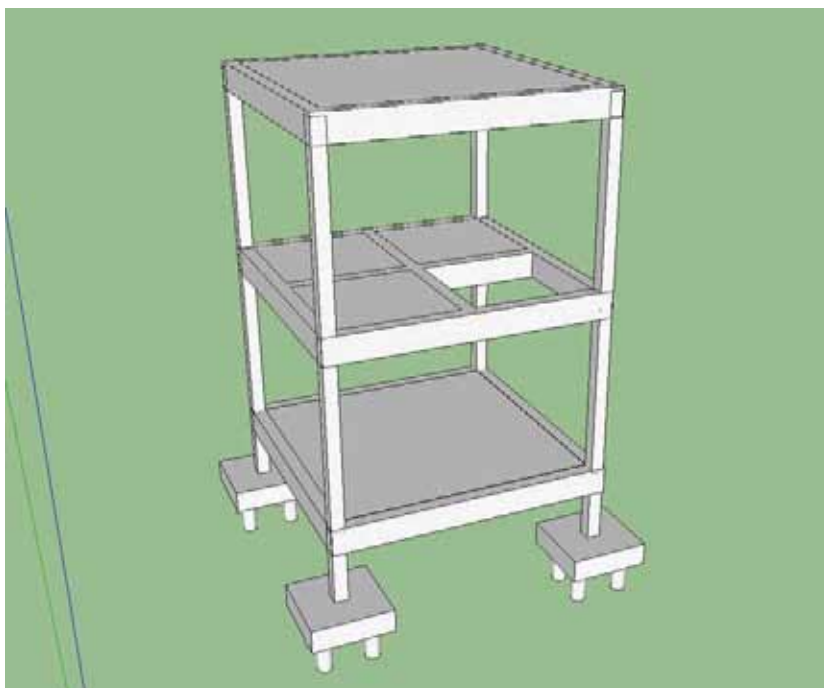
ภาพที่ 3.4 ตัวแปรในการพัฒนาโปรแกรม

โดยการกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมและลำดับขั้นในการกำหนดค่าให้ตัวกับตัวแปรต่างๆ ตามลำดับดังนี้

1. ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองอาคารโดยการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ จากการใช้โปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมที่รองรับการทำงานในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติอยู่แล้ว จึงสามารถเรียกใช้แบบจำลองอาคาร 3 มิติ เดิมที่สร้างไว้ หรือสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ ขึ้นใหม่ได้ หากแต่ว่าการสร้างแบบจำลองเพื่อติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจำเป็นต้องอาศัยการแยกแยะและจัดหมวดหมู่ตามประเภทของงาน และคำนึงถึงลำดับขั้นในการสร้างภาพ 3 มิติ ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้วิธีในการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ชุดวัตถุตัวแทน(instance component) ซึ่งสามารถอ้างอิงข้อมูลจากวัตถุต้นแบบ(component definition) ที่สร้างด้วยโปรแกรม Google SketchUp เข้ามาใช้ในการสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ โดยชุดวัตถุ 3 มิติต้นแบบนี้จะถูกแยกตามองค์ประกอบของอาคารและประเภทของงานพร้อมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดึงเอาวัตถุต้นแบบ 3 มิติ ดังกล่าวออกมาใช้ในการประกอบส่วนต่างๆ ขึ้นเป็นตัวอาคารแบบ 3 มิติ ได้โดยไม่ต้องเริ่มสร้างอาคารเองตั้งแต่เริ่มต้น อีกทั้งยังเป็นการหลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งของข้อมูลที่จะเกิดขึ้น



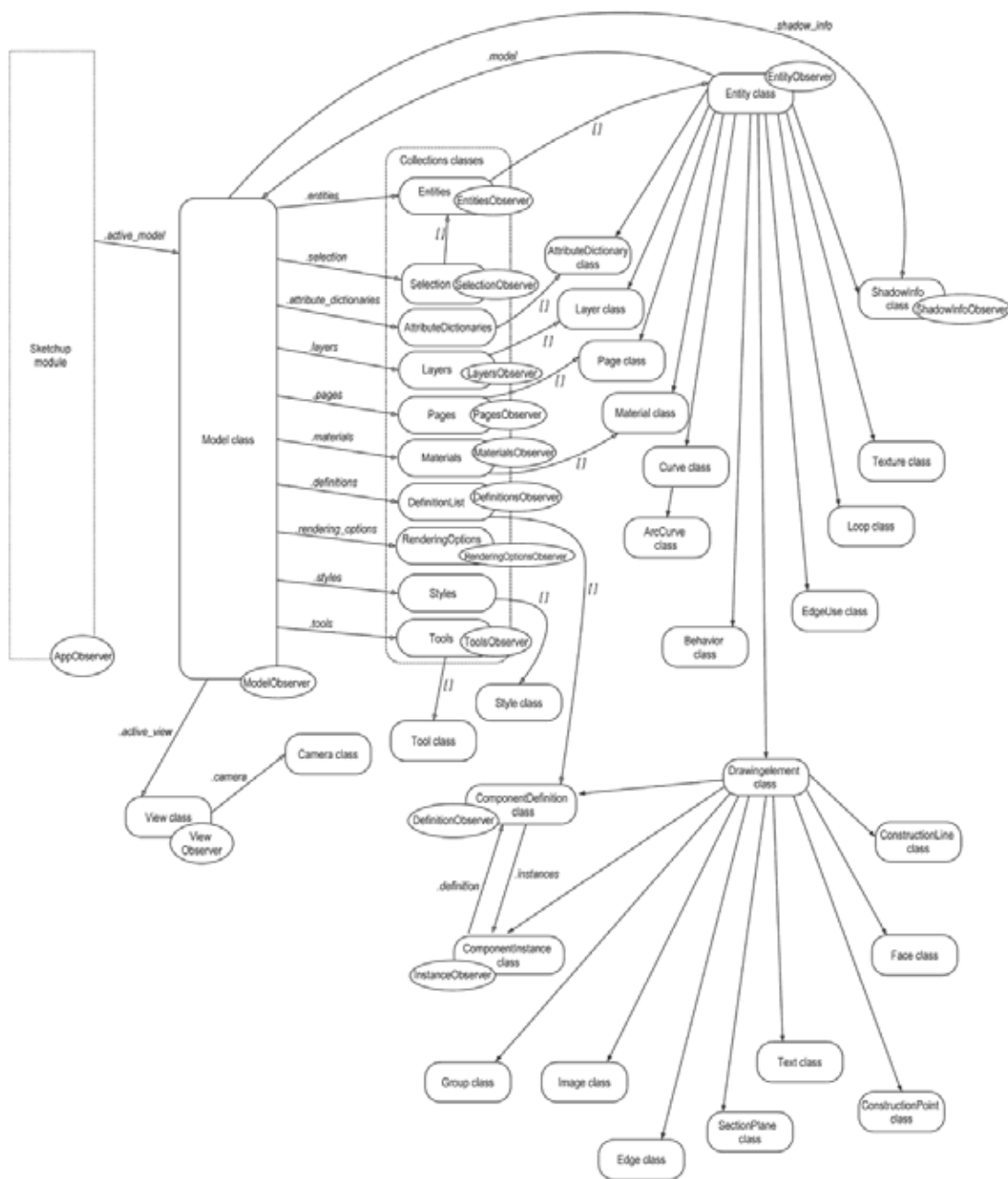
ภาพที่ 3.5 ชุดวัตถุต้นแบบ 3 มิติ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อการติดตามความก้าวหน้าโครงการ



ภาพที่ 3.6 แบบจำลองอาคารที่สร้างจากชุดวัตถุต้นแบบ 3 มิติ

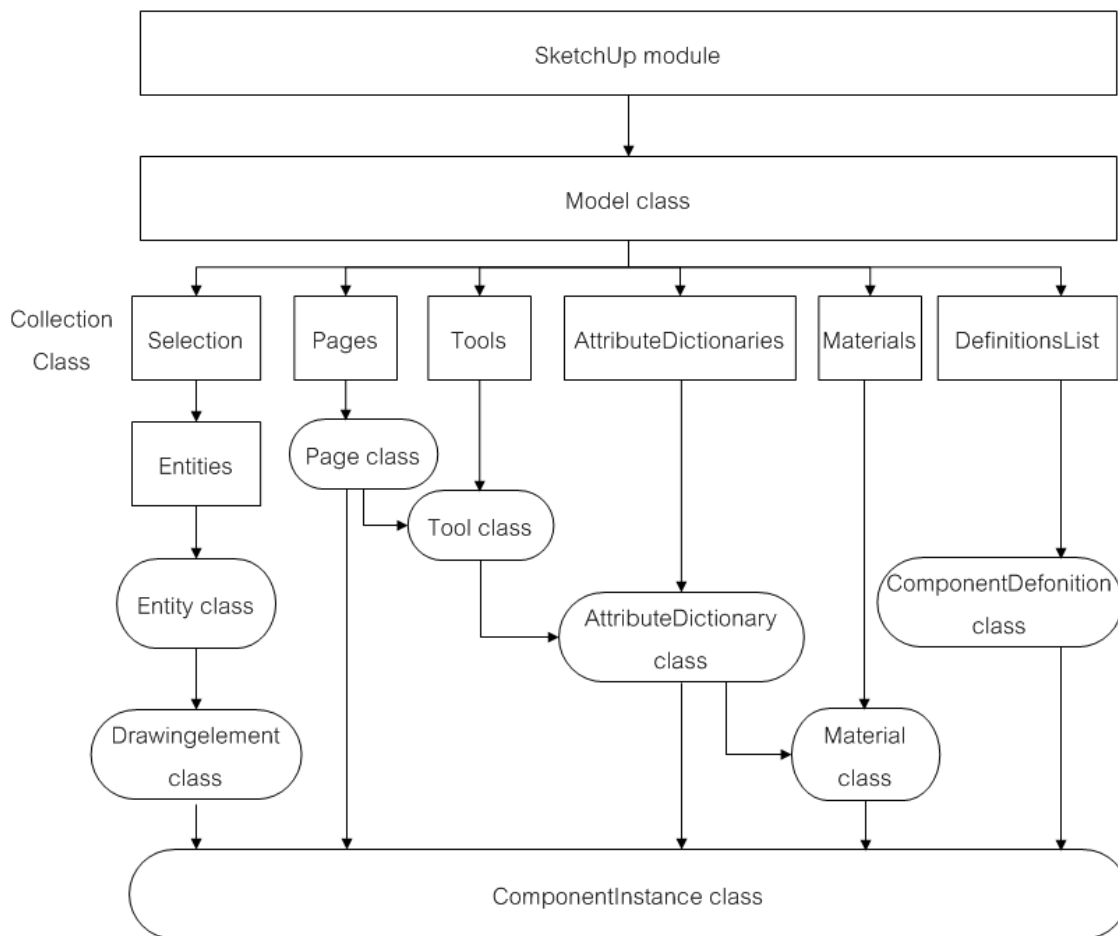
2. หลังจากการนำวัตถุต้นแบบ 3 มิติ มาประกอบขึ้นเป็นตัวอาคารจะเข้าสู่ขั้นตอนในการกำหนดค่าตัวแปรลงในชิ้นงานที่สร้างจากวัตถุต้นแบบ 3 มิติ โดยในการศึกษานี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดตัวแปรอ้างอิงไว้เพียงสองส่วนคือ ตัวแปรของตำแหน่งงานในมุมมองของชั้นอาคาร ซึ่งเป็นตัวแปรที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการระบุตำแหน่งของงานให้มีช่องทางในการบริหารจัดการได้มากขึ้น และตัวแปรงวดของงาน ซึ่งเป็นตัวแปรทางด้านเวลาที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อคอยตรวจสอบค่าจากตัวแปรเวลาปกติ เปรียบเทียบความก้าวหน้าของงาน ณ ตำแหน่งเวลาปัจจุบัน
3. กำหนดค่าตัวแปรความก้าวหน้าของงานซึ่งเป็นตัวแปรสุดท้ายที่เหลืออยู่ โดยทำการกำหนดค่าลงในวัตถุต้นแบบ 3 มิติ แต่ละชั้นแยกตามช่วงเวลาที่ทำกาฉบับที่ก เพื่อให้อ้อมูลว่าวัตถุดังกล่าวมีความก้าวหน้าของงานอยู่ในระดับใด

จากขั้นตอนการทำงานข้างต้นผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม Google SketchUp เพื่อให้หาแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมภายใต้แนวความคิดดังกล่าว โดยสามารถสรุปรายละเอียดโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมเป็นแผนภาพความสัมพันธ์เชิงวัตถุ (object diagram) ได้ดังนี้ (Google, 2012)



ภาพที่ 3.7 แผนภาพความสัมพันธ์เชิงวัตถุของ Google SketchUp

การออกแบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมโดยการเชื่อมโยงตัวแปรในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการและโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมเข้ากับโครงสร้างของโปรแกรม Google SketchUp มีรายละเอียดของการทำงานในส่วนต่างๆที่สำคัญซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 3.8 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

1. DefinitionsList และ ComponentDefinition class ใช้ในการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลวัตถุต้นแบบของโปรแกรม
2. ComponentInstance class ใช้เป็นวัตถุตัวแทนที่สร้างขึ้นจากวัตถุต้นแบบ โดยทำการสืบทอดตัวแปรประเภทของงาน ซึ่งภายหลังจากการสร้างวัตถุตัวแทนขึ้นแล้ว วัตถุตัวแทนดังกล่าวจะเป็นแกนหลักในการบันทึกข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูลผ่านทาง class อื่นๆ ในภายหลัง โดยที่วัตถุแต่ละชิ้นดังกล่าวจะมีข้อมูลเฉพาะตัวที่แยกขาดเป็นอิสระออกจากกัน
3. Page class ใช้ควบคุมการแสดงผลของวัตถุตัวแทน และใช้เป็นตัวแทนในการควบคุมการแสดงผลด้านเวลา รวมทั้งเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการเรียกใช้เครื่องมือที่สอดคล้องกับขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานของโปรแกรม

4. Tool class ใช้เป็นตัวควบคุมการแสดงผล และกำหนดค่าตัวแปรลงบนวัตถุตัวแทนโดยทำการกำหนดค่าตัวแปร หรือเรียกใช้ค่าตัวแปรของวัตถุตัวแทนผ่านทาง AttributeDictionary class
5. AttributeDictionary class ใช้ในการจัดเก็บค่าตัวแปรทั้งหมดของวัตถุตัวแทน
6. Material class ใช้ในการควบคุมการแสดงผลของวัตถุตัวแทนภายใต้เงื่อนไขที่ถูกกำหนดค่าโดย Pages class, Tools class และ AttributeDictionary class
7. Selection เป็น Collection Class ที่ใช้ในการตรวจสอบวัตถุตัวแทน ซึ่งทำการแยกกลุ่มของวัตถุตัวแทนที่ถูกเลือกโดยผู้ใช้งานออกจากวัตถุตัวแทนอื่นๆ เพื่อรอการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ผ่านทาง Tool class
8. Model class เป็นแกนหลักในการตรวจสอบไฟล์ข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าแบบจำลอง 3 มิติที่เรียกใช้งาน อยู่ภายใต้เงื่อนไขการทำงานของโปรแกรมหรือไม่ เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดในการเรียกใช้งานโปรแกรม และเป็นศูนย์กลางในการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของโปรแกรม

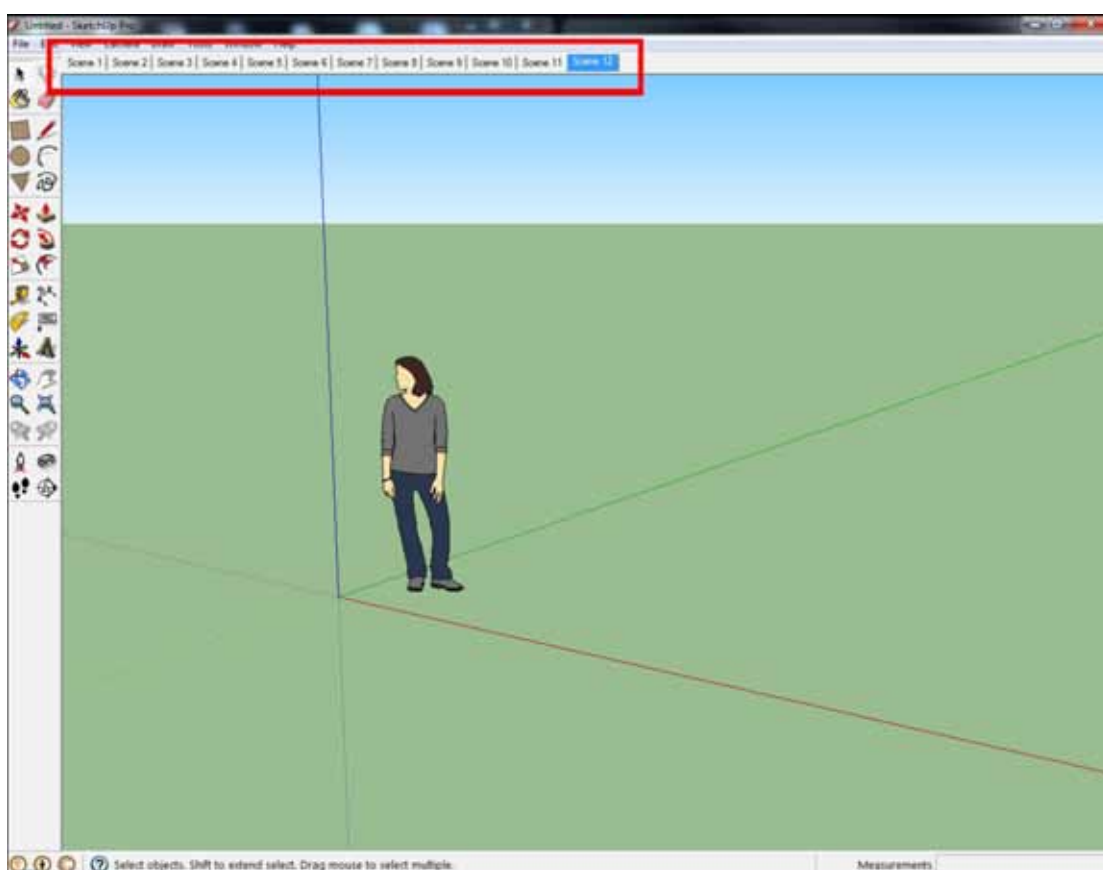
3.4 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อขยายขอบเขตการทำงานของโปรแกรม Google SketchUp ในฐานะของโปรแกรมเสริม (plug in) การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานจึงอยู่ภายใต้การควบคุมการทำงานของชุดคำสั่ง Google SketchUp API ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมผู้ศึกษาได้ทำการแยกชุดคำสั่งหลักๆ ตามลักษณะของการทำงานออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

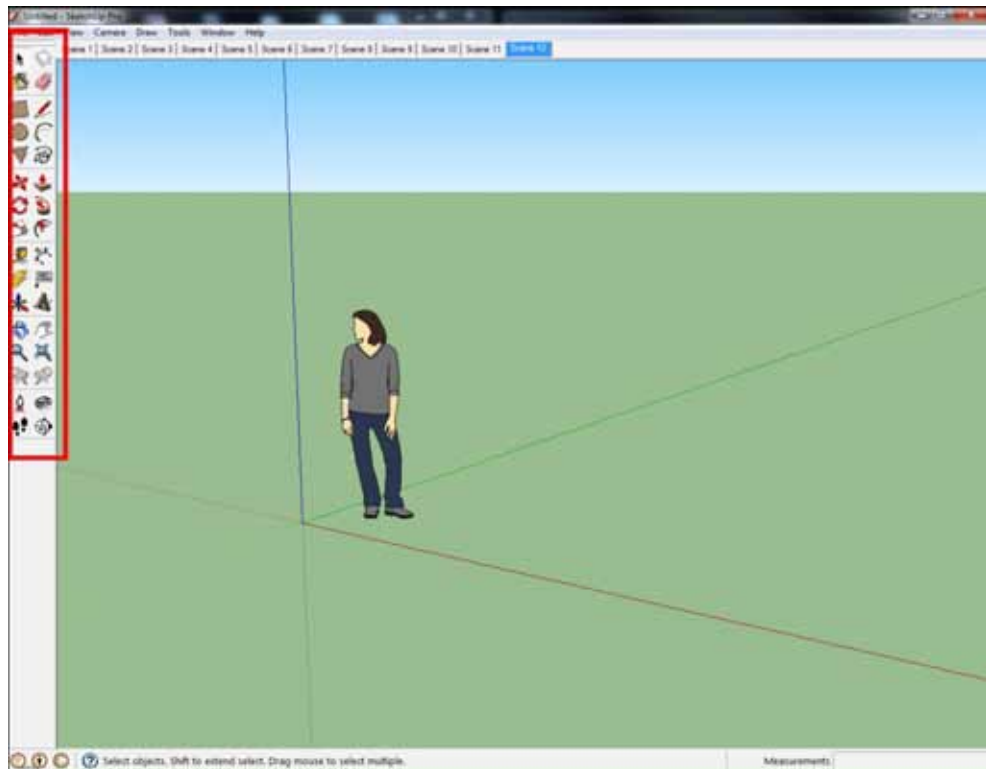
1. ชุดคำสั่งในการควบคุมตัวแปรด้านเวลา ผู้ศึกษาได้ทำการเลือกใช้ Scene เป็นเครื่องมือหลักในการแสดงผลของแบบจำลองภายใต้เงื่อนไขทางด้านเวลา เนื่องจากสามารถควบคุมการทำงานผ่านทาง Page class ซึ่งใช้ควบคุมการแสดงผลของวัตถุ รวมทั้งเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการเรียกใช้เครื่องมือที่สอดคล้องกับขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานของโปรแกรมได้โดยตรง
2. ชุดคำสั่งในการควบคุมเงื่อนไขการแสดงผลของแบบจำลอง ผู้ศึกษาได้ทำการเลือกใช้ Toolbar เป็นเครื่องมือหลักในการควบคุมการแสดงผลเนื่องจาก มี

ความสามารถในการแสดงสถานะของเครื่องมือ ในลักษณะของการปิด เปิด การทำงาน ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขในการแสดงผลได้ ทั้งยังสามารถเพิ่มเติม รายละเอียดเชิงกราฟฟิกประกอบ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้โดยง่าย

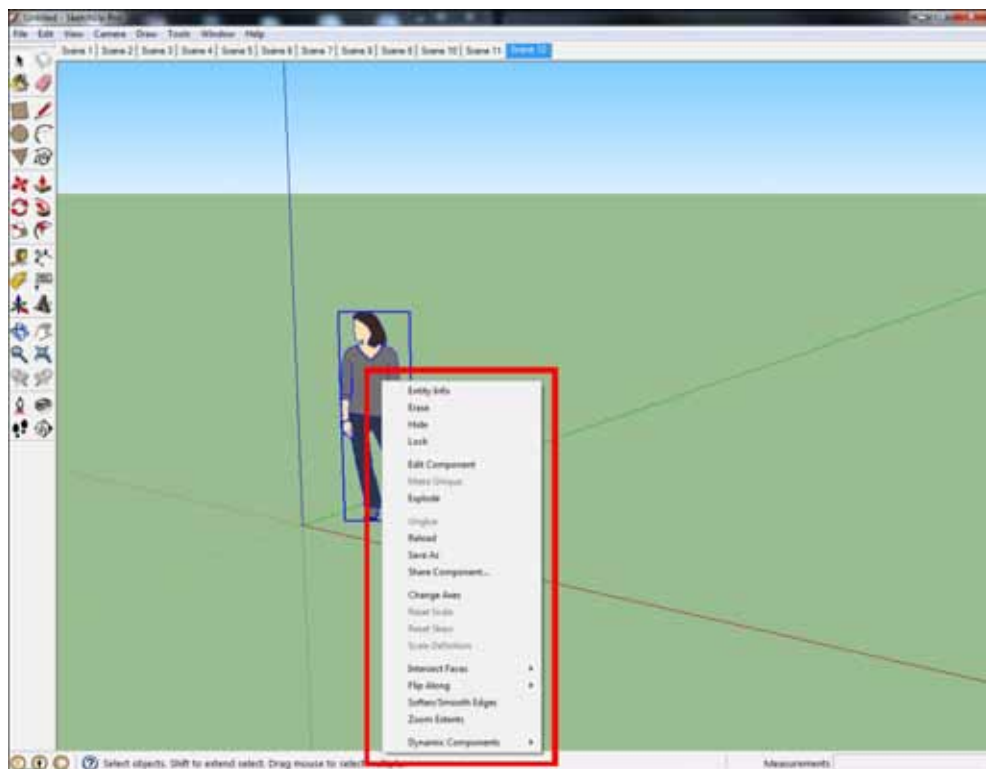
3. ชุดคำสั่งในการกำหนดค่าให้กับวัตถุตัวแทนในแบบจำลองอาคาร ผู้ศึกษาเลือกใช้ Context Menu ซึ่งสามารถเข้าถึงได้โดยการคลิกขวาบนวัตถุ หรือทำการเลือกวัตถุเป็นกลุ่มแล้วทำการคลิกขวา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เปิดการทำงานขึ้นมาเฉพาะในกรณีที่ต้องการโต้ตอบกับวัตถุชิ้นงานเท่านั้น



ภาพที่ 3.9 เครื่องมือ Scene ในโปรแกรม Google SketchUp



ภาพที่ 3.10 เครื่องมือ Toolbar ในโปรแกรม Google SketchUp



ภาพที่ 3.11 เครื่องมือ Context Menu ในโปรแกรม Google SketchUp

บทที่ 4

ผลการออกแบบโปรแกรม

ผลการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.1 การติดตั้งโปรแกรมและข้อกำหนดพื้นฐานก่อนการใช้งาน

โปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานของระบบปฏิบัติการ Windows 7 โดยทำการจัดทำเป็นไฟล์ Installer โดยใช้โปรแกรม Spoon Installer จึงสามารถทำการติดตั้งโดยการเปิดไฟล์ PTE.exe เพื่อทำการติดตั้งได้โดยตรง

โดยภายหลังจากการติดตั้งโปรแกรมจะเข้าทำงานในฐานะของโปรแกรมเสริม(plugin) สำหรับโปรแกรม Google SketchUp และเริ่มเปิดใช้งานโดยอัตโนมัติทันทีที่มีการเรียกใช้โปรแกรม Google SketchUp ในครั้งต่อไป



ภาพที่ 4.1 การติดตั้งโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นโปรแกรมเสริมของโปรแกรม Google SketchUp ข้อกำหนดพื้นฐานก่อนการใช้งานจึงมีความต้องการระบบขั้นต่ำในการทำงาน

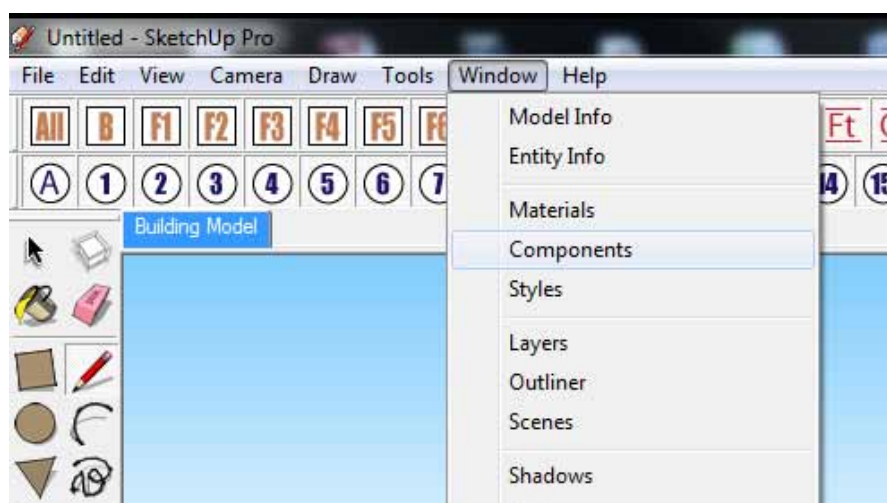
เช่นเดียวกับโปรแกรม Google SketchUp โดยจำเป็นต้องมีการติดตั้งโปรแกรม Google SketchUp อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะทำการติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จากการที่ผู้ศึกษาทำการพัฒนาโปรแกรมนี้ขึ้นบนโปรแกรม Google SketchUp เวอร์ชัน 8 ในการติดตั้งและใช้งานโปรแกรมจึงแนะนำให้ใช้งานร่วมกับโปรแกรมเวอร์ชันดังกล่าวเป็นหลัก

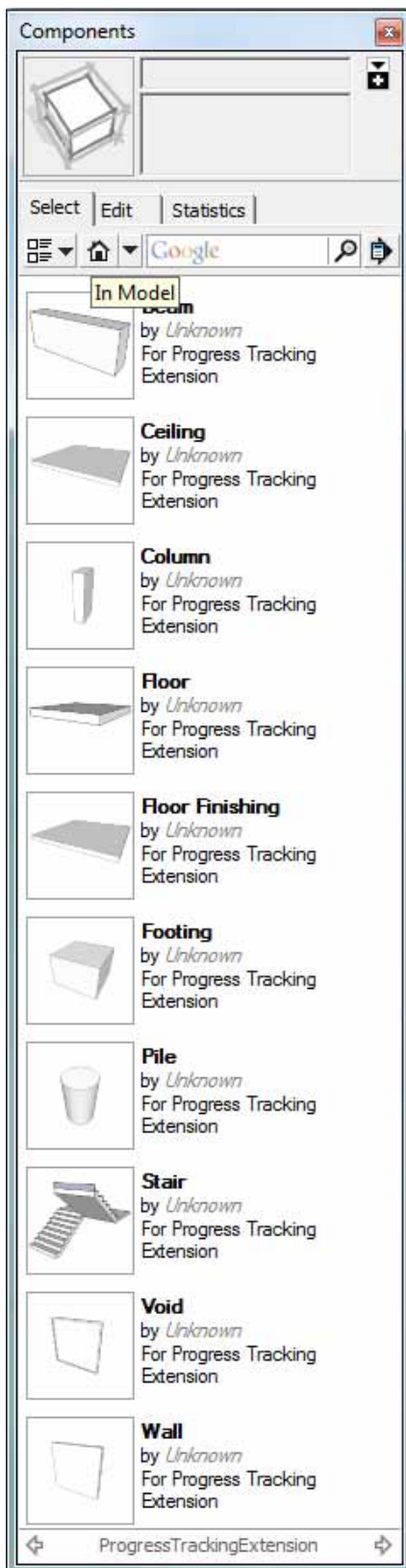
4.2 ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ โดยอาศัยชุดองค์ประกอบอาคารสำเร็จภาพที่พัฒนาขึ้นมาภายใต้โปรแกรม มาประกอบขึ้นเป็นตัวอาคาร

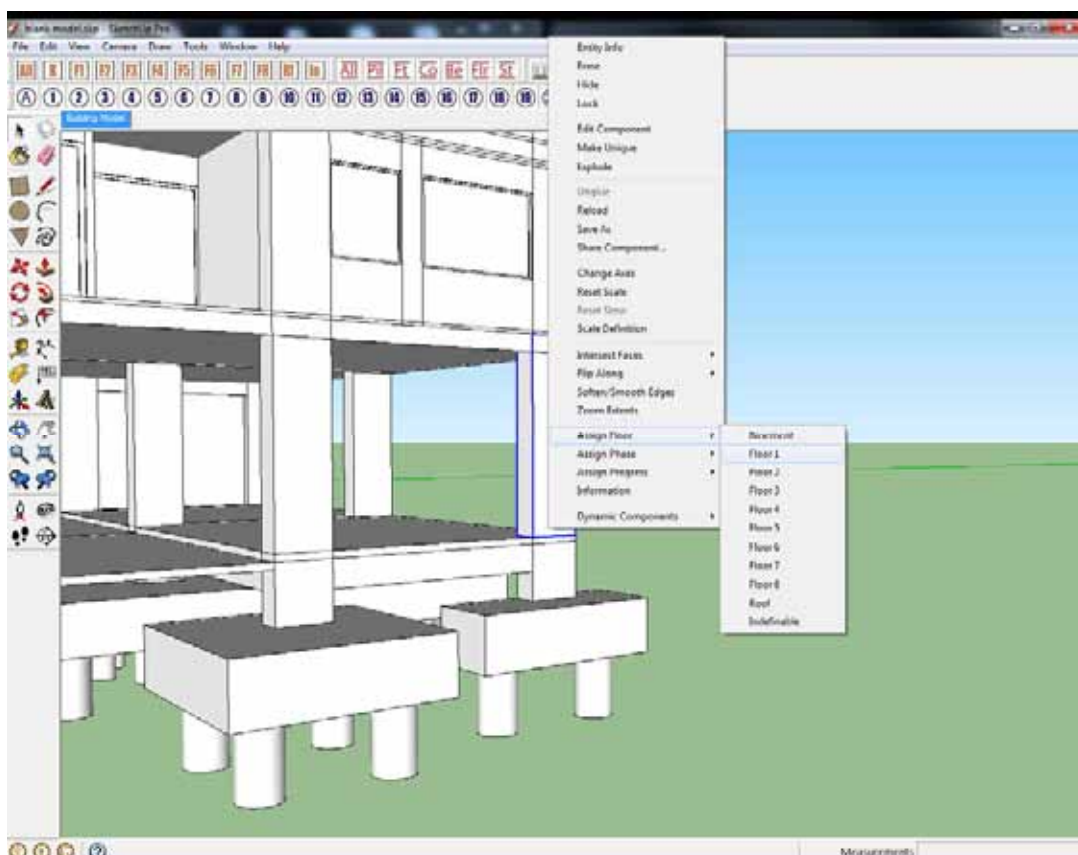


ภาพที่ 4.2 การเรียกใช้ชุดองค์ประกอบอาคารสำเร็จรูป



ภาพที่ 4.3 ชุดองค์ประกอบอาคารสำเร็จรูป

2. ขั้นตอนการระบุชั้นของอาคาร เป็นการระบุชั้นของอาคารให้กับองค์ประกอบอาคารในแต่ละส่วนทำได้จากหน้า Building Model โดยการเลือกองค์ประกอบ 3 มิติแต่ละชั้นของอาคารแล้วทำการคลิกขวาเพื่อเปิด context menu จากนั้นใช้คำสั่ง Assign Floor โดยระบุตำแหน่งชั้นขององค์ประกอบอาคาร โดยเมื่อองค์ประกอบอาคารได้รับการระบุชั้นทั้งหมดแล้ว ปุ่มเครื่องมือในการข้ามไปขั้นตอนต่อไปจึงจะทำงาน

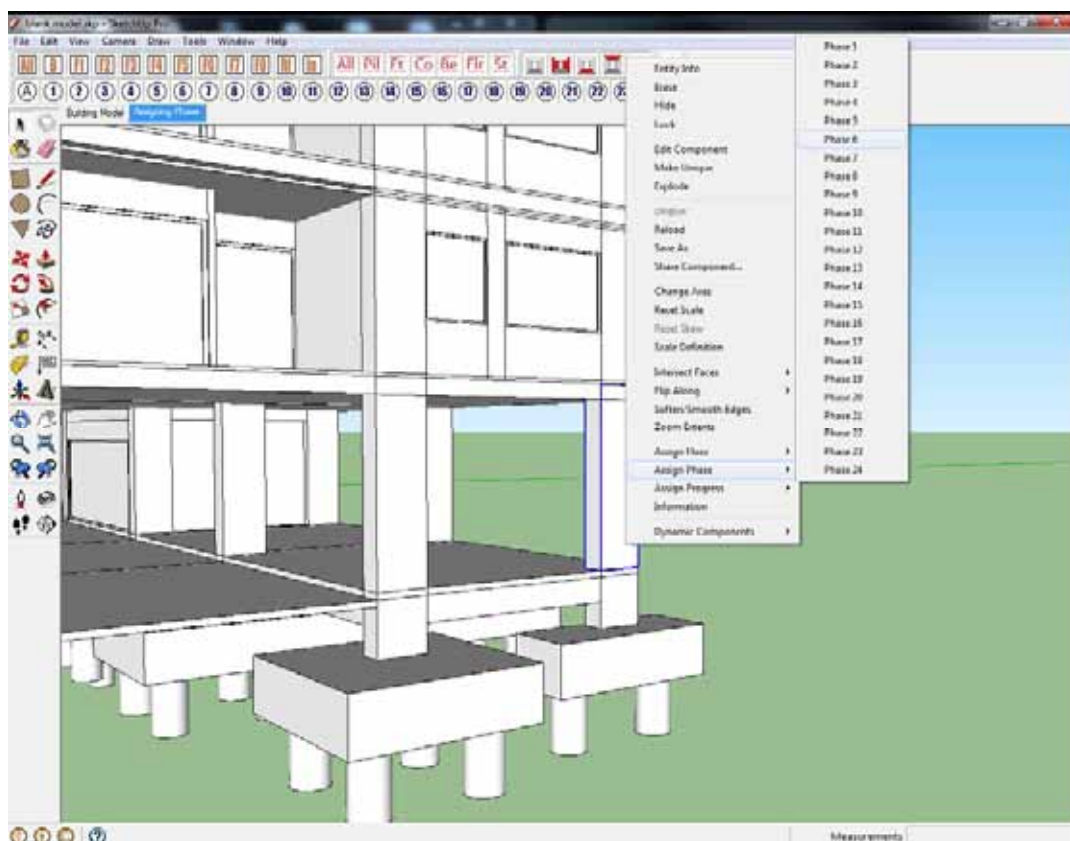


ภาพที่ 4.4 การกำหนดชั้นให้กับองค์ประกอบอาคาร



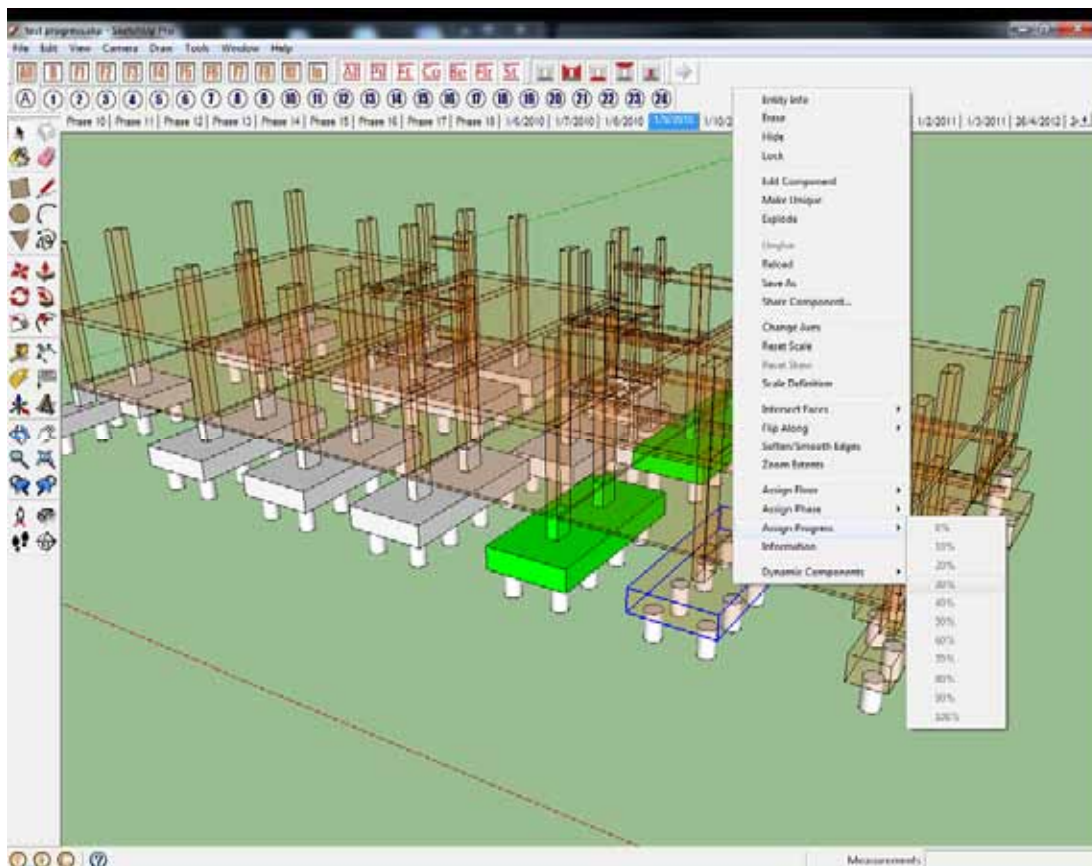
ภาพที่ 4.5 ปุ่มเครื่องมือในการข้ามไปขั้นตอนต่อไป

- ขั้นตอนการระบุวงงาน เป็นการระบุวงงานให้กับองค์ประกอบอาคารในแต่ละส่วนทำได้จากหน้า Assigning Phase โดยการเลือกองค์ประกอบอาคารแล้วทำการคลิกขวาเพื่อเปิด context menu จากนั้นใช้คำสั่ง Assign Phase โดยระบุวงงานขององค์ประกอบอาคาร โดยเมื่อองค์ประกอบอาคารได้รับการระบุวงงานทั้งหมดแล้ว ปุ่มเครื่องมือในการข้ามไปขั้นตอนต่อไปจึงจะทำงาน



ภาพที่ 4.6 การกำหนดวงงานให้กับองค์ประกอบอาคาร

- ขั้นตอนการบันทึกความก้าวหน้า เป็นขั้นตอนการระบุเปอร์เซ็นต์ความก้าวหน้าให้กับองค์ประกอบอาคารในแต่ละส่วน ทำได้จากหน้าที่ตรงกับรอบในการบันทึกข้อมูล ณ ปัจจุบัน โดยการเลือกองค์ประกอบอาคารแล้วทำการคลิกขวาเพื่อเปิด context menu จากนั้นใช้คำสั่ง Assign Progress

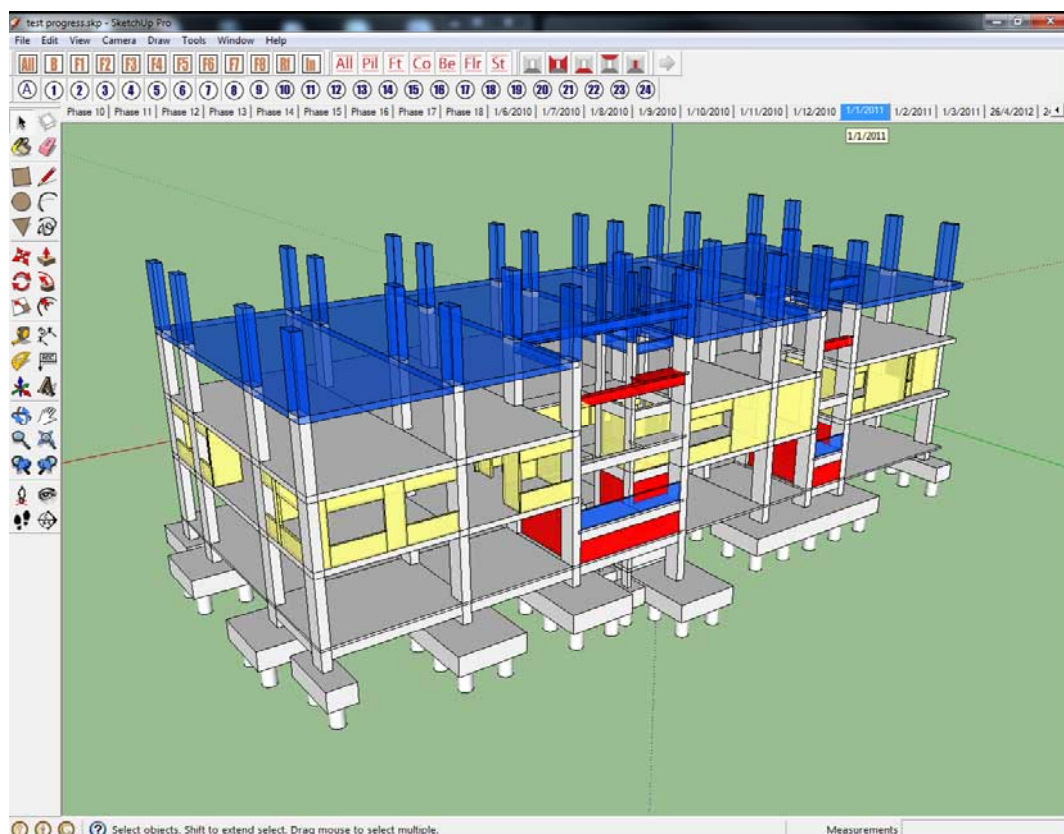


ภาพที่ 4.7 การบันทึกความก้าวหน้าให้กับองค์ประกอบอาคาร

5. ขั้นตอนการแสดงผลข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการ สามารถเรียกดูรายการความก้าวหน้าของโครงการในแต่ละรอบการบันทึกได้จากการเลือกหน้าแบบจำลองที่ต้องการดูข้อมูลได้โดยตรง โดยสามารถใช้เครื่องมือในการคัดกรองข้อมูลเพื่อเรียกดูข้อมูลเฉพาะในส่วนที่ต้องการได้



ภาพที่ 4.8 เครื่องมือช่วยคัดกรองการแสดงผลข้อมูล



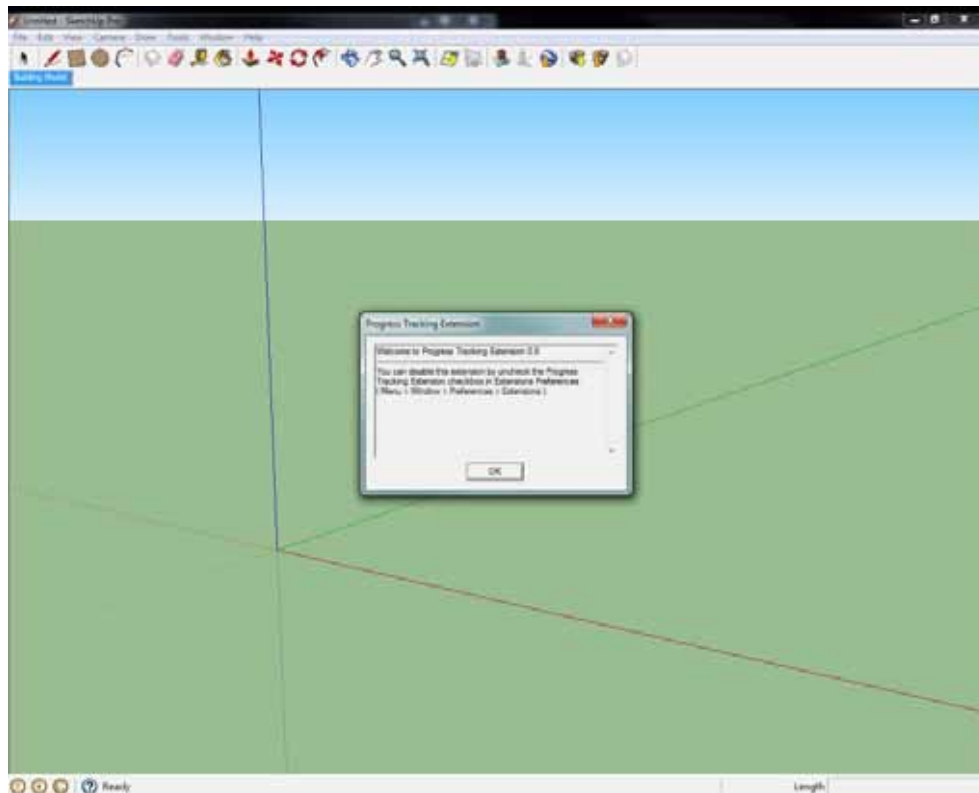
ภาพที่ 4.9 การเรียกดูข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการที่ทำการบันทึกไว้

โดยในการแสดงผลความก้าวหน้าของงานในแต่ละส่วนของโครงการ จะทำการแสดงผลผ่านสีขององค์ประกอบอาคาร 3 มิติ โดยมีความหมายของแต่ละสีดังนี้

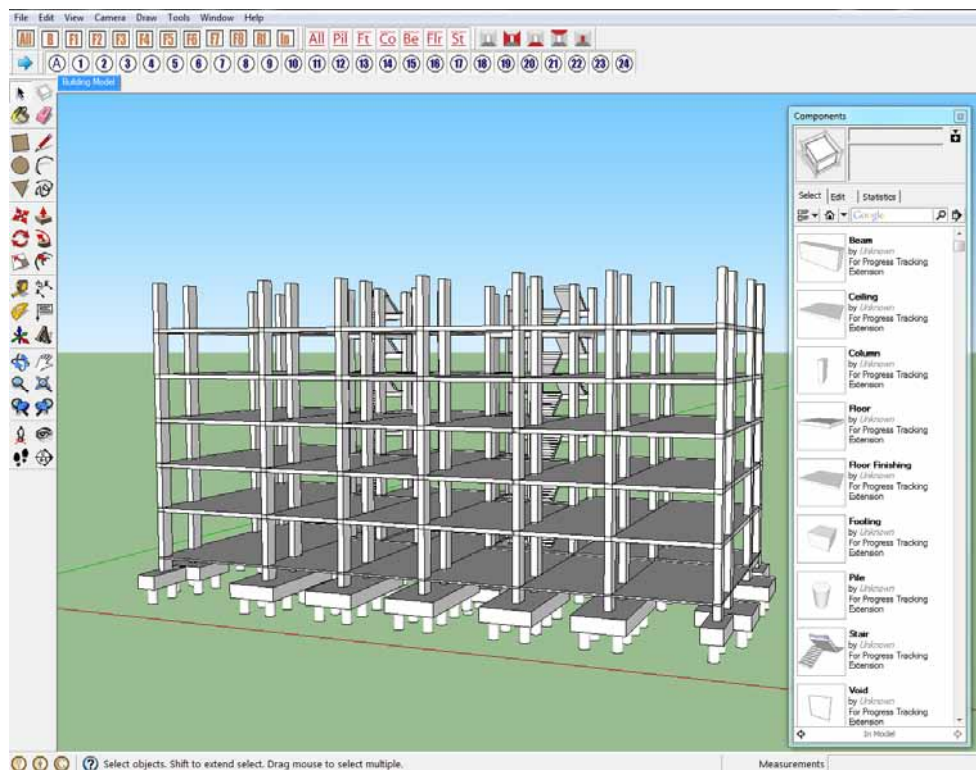
1. สีส้ม แทนงานก่อสร้างทั้งหมดของโครงการที่ยูนอกเหนือจากงวดงานปัจจุบัน
2. สีน้ำเงิน แทนงานก่อสร้างที่ต้องเสร็จสมบูรณ์ตามแผนงานในงวดงานปัจจุบัน
3. สีขาว แทนงานก่อสร้างในส่วนที่ทำเสร็จสมบูรณ์แล้ว และเป็นไปตามแผนงาน
4. สีเหลือง แทนงานก่อสร้างที่ต้องเสร็จสมบูรณ์ตามแผนงานในงวดงานปัจจุบัน และกำลังทำการก่อสร้าง
5. สีเขียว แทนงานก่อสร้างที่ทำการก่อสร้างก่อนเวลาที่กำหนดในแผนงาน
6. สีแดง แทนงานก่อสร้างที่ล่าช้ากว่าที่กำหนดในแผนงาน

4.3 การทดสอบการใช้งานโปรแกรม

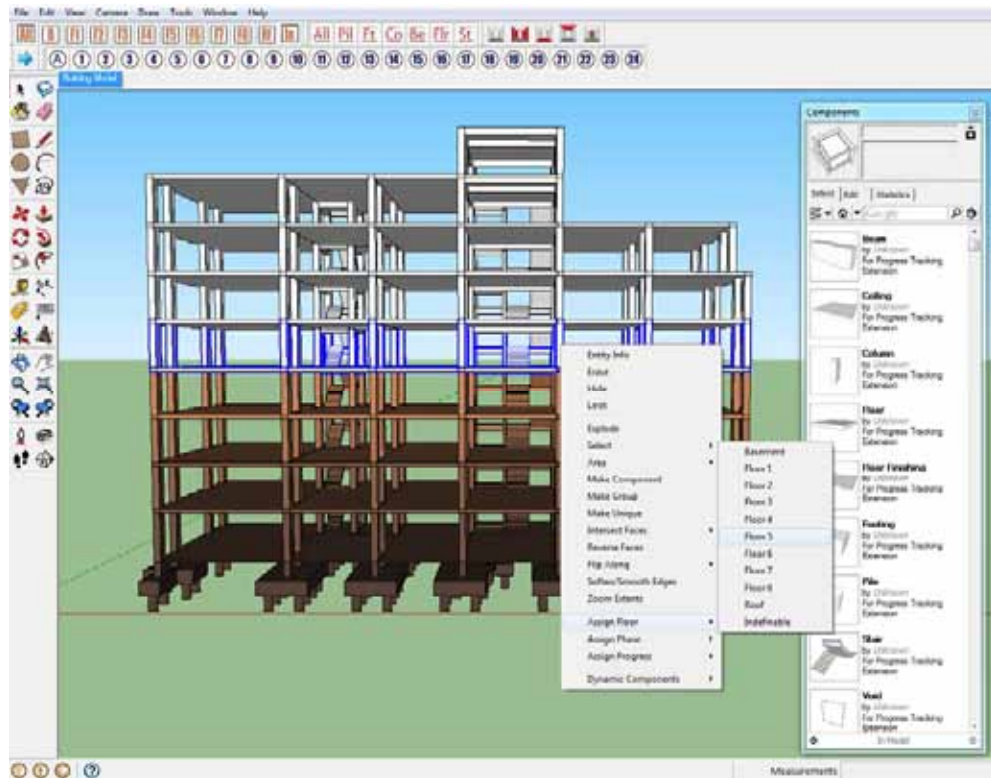
ผลการทดสอบการใช้งานโปรแกรม โดยอาศัยข้อมูลการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างจากโครงการกรณีศึกษา โดยแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรกดังนี้



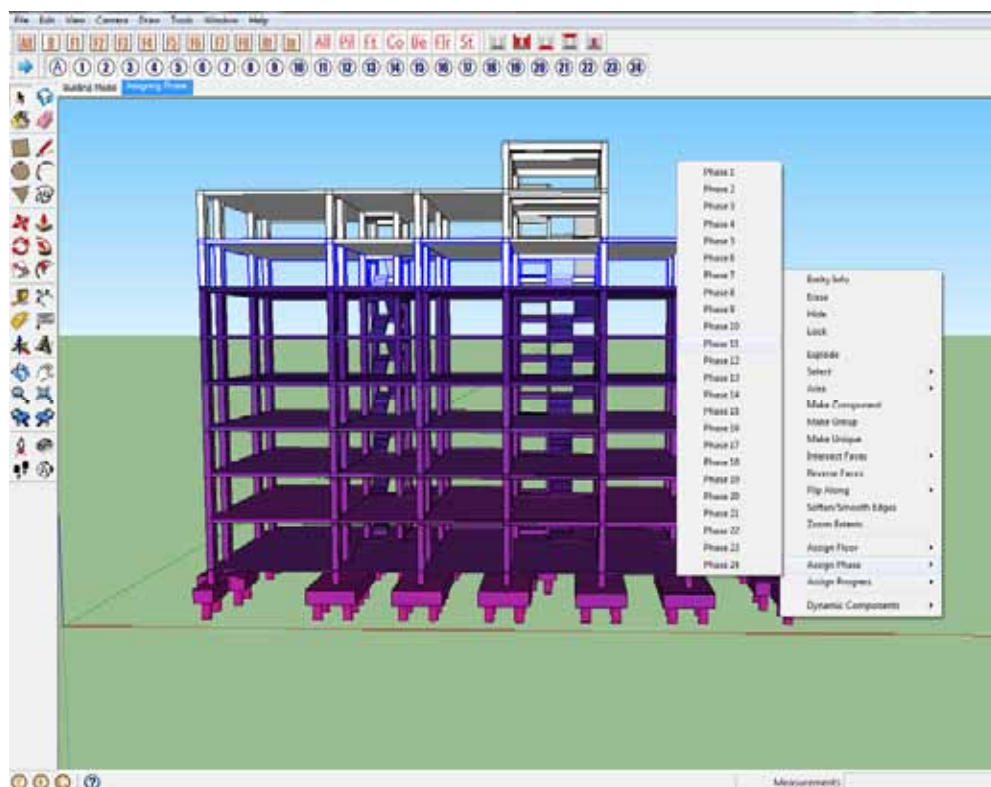
ภาพที่ 4.10 แสดงการทำงานเมื่อเรียกใช้โปรแกรม



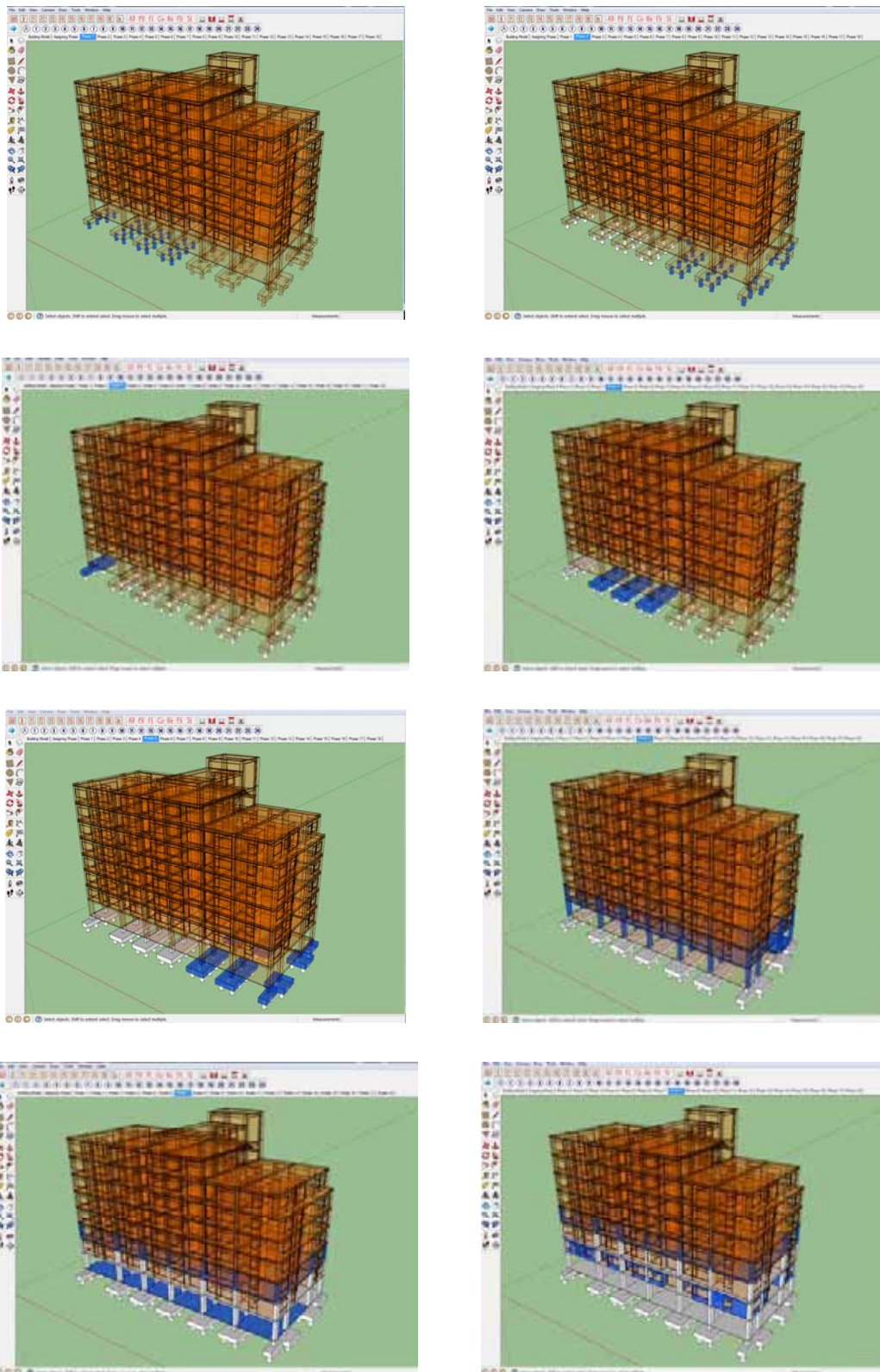
ภาพที่ 4.11 การทำงานในขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ



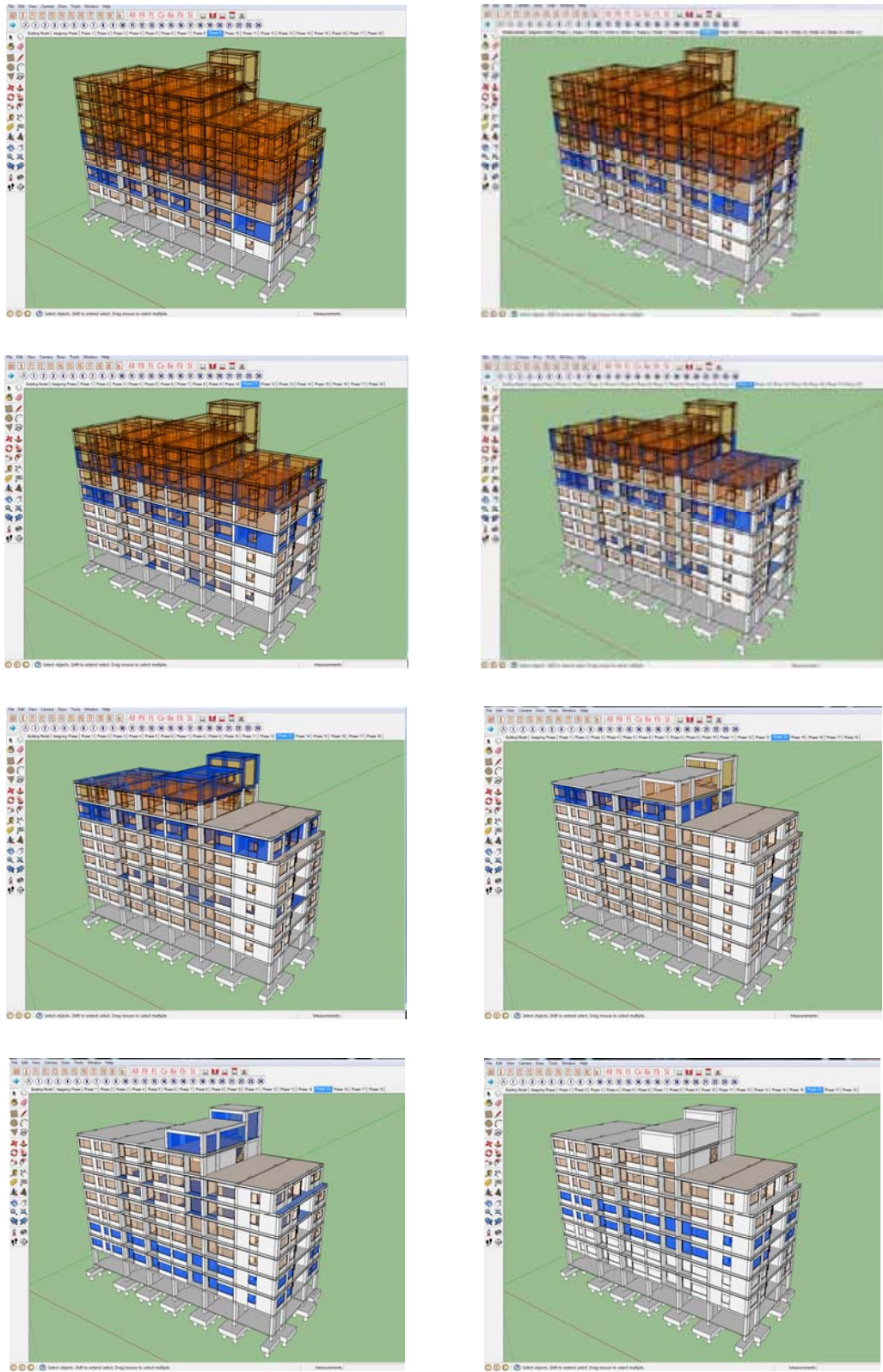
ภาพที่ 4.12 การทำงานในขั้นตอนการระบุชั้นของอาคาร



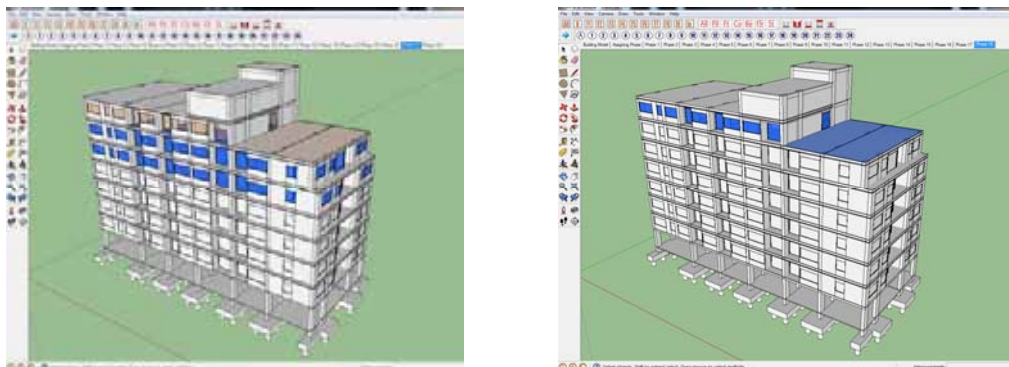
ภาพที่ 4.13 การทำงานในขั้นตอนการกำหนดวงงานของโครงการ



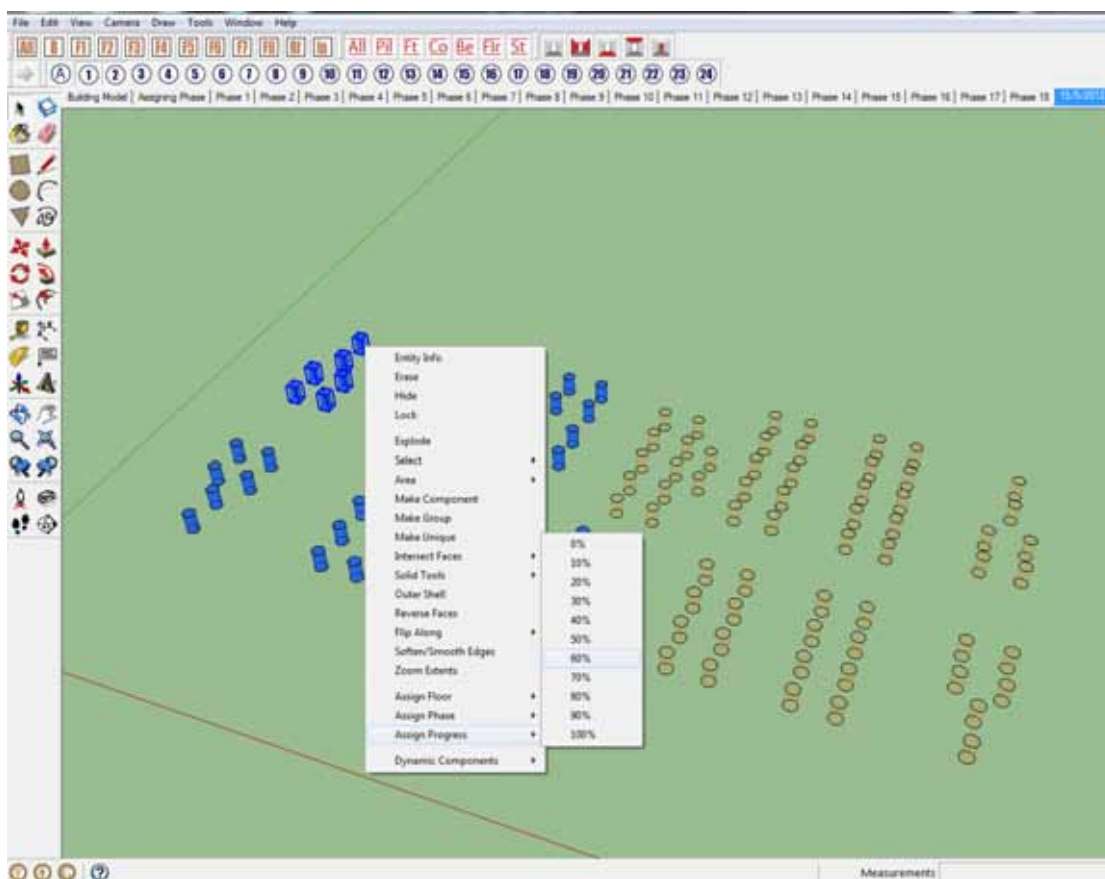
ภาพที่ 4.14 การทำงานในขั้นตอนการเรียกดูความก้าวหน้าในแต่ละงวด



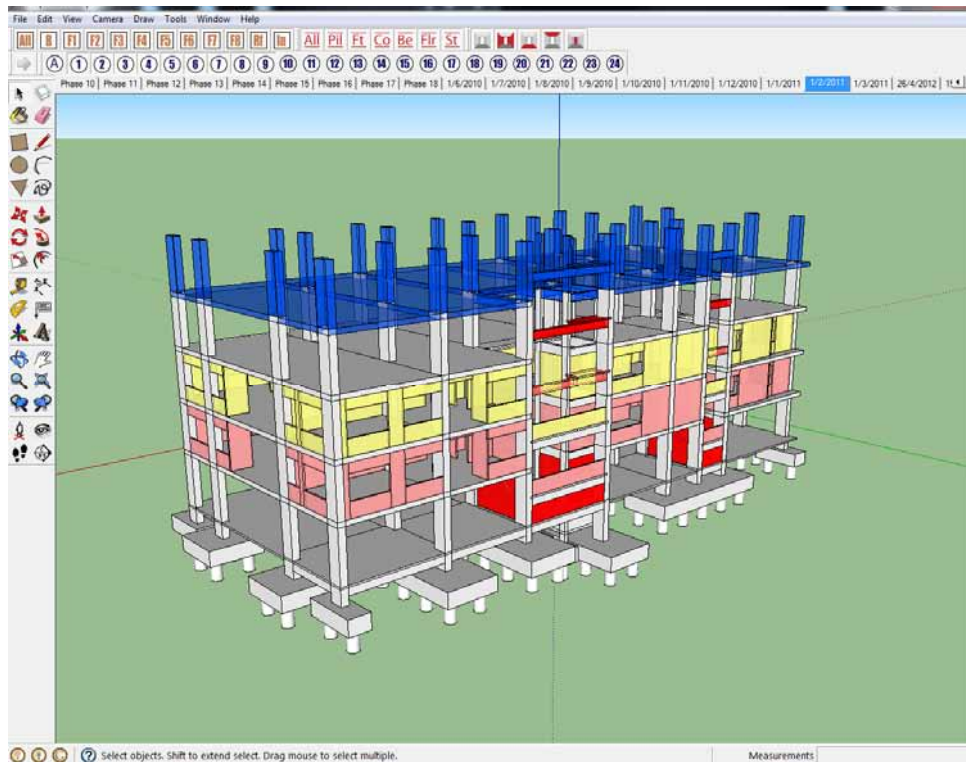
ภาพที่ 4.15 การทำงานในขั้นตอนการเรียกดูความก้าวหน้าในแต่ละงวด



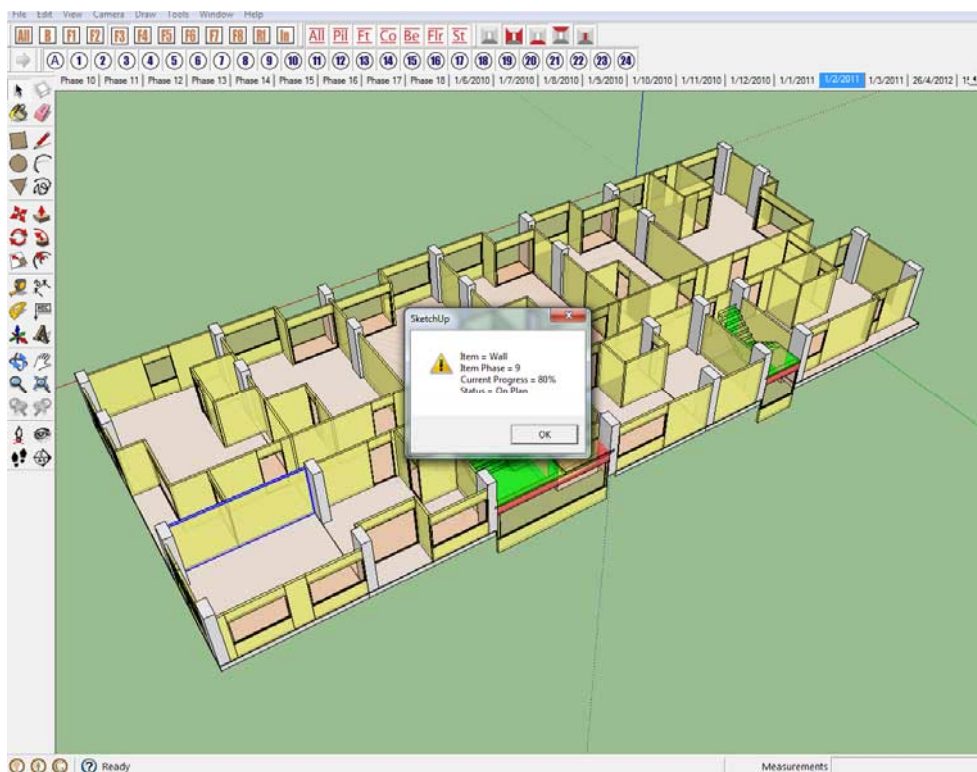
ภาพที่ 4.16 การทำงานในขั้นตอนการเรียกดูความก้าวหน้าในแต่ละงวด



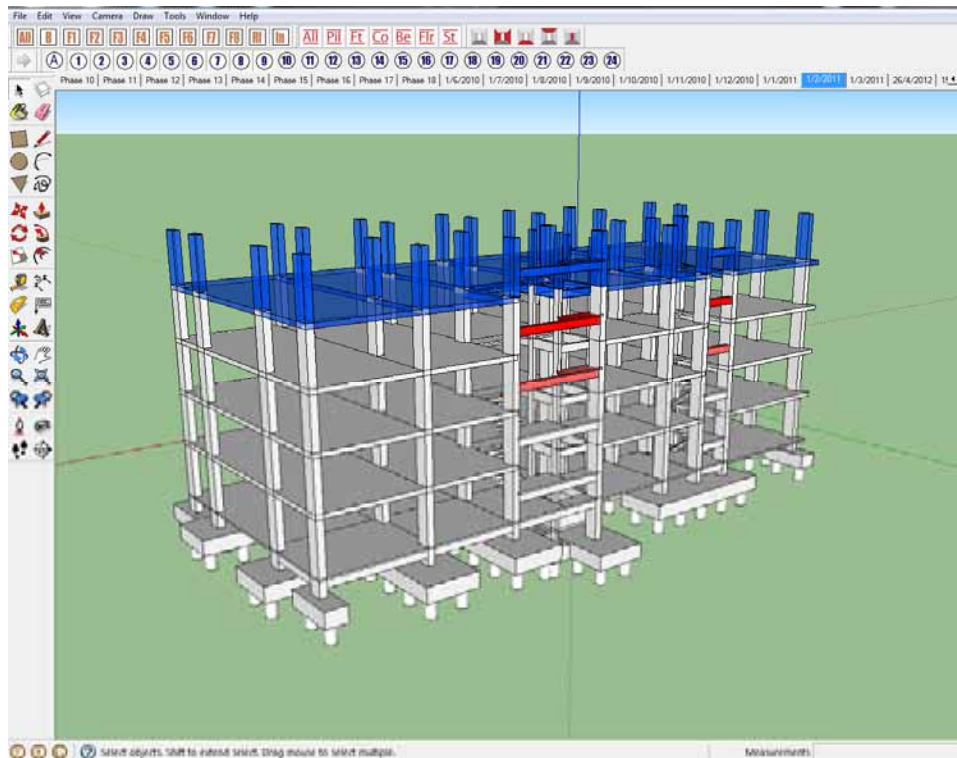
ภาพที่ 4.17 การบันทึกความก้าวหน้าของโครงการ



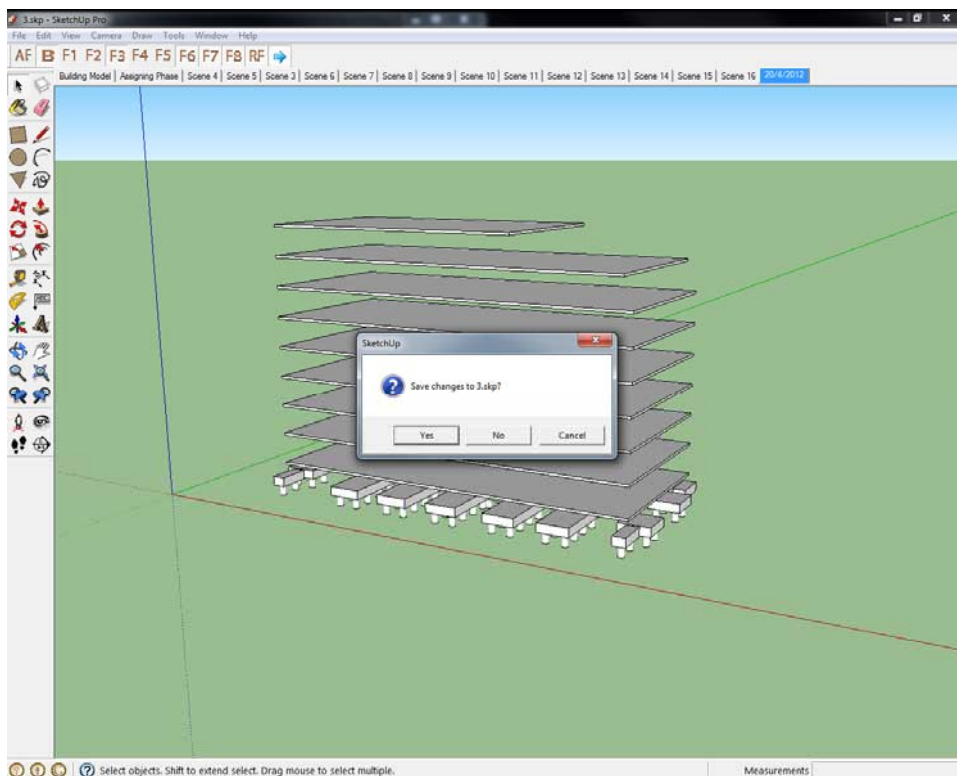
ภาพที่ 4.18 การแสดงผลเปรียบเทียบความก้าวหน้าของโครงการกับแผนงาน



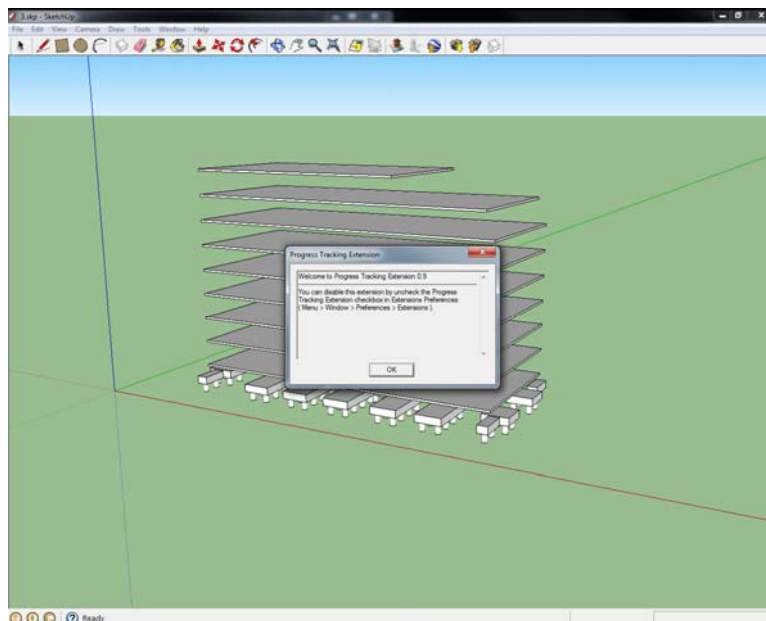
ภาพที่ 4.19 การแสดงผลเฉพาะชั้นของอาคารที่ต้องการ



ภาพที่ 4.20 การแสดงผลเฉพาะงานโครงสร้างของอาคาร



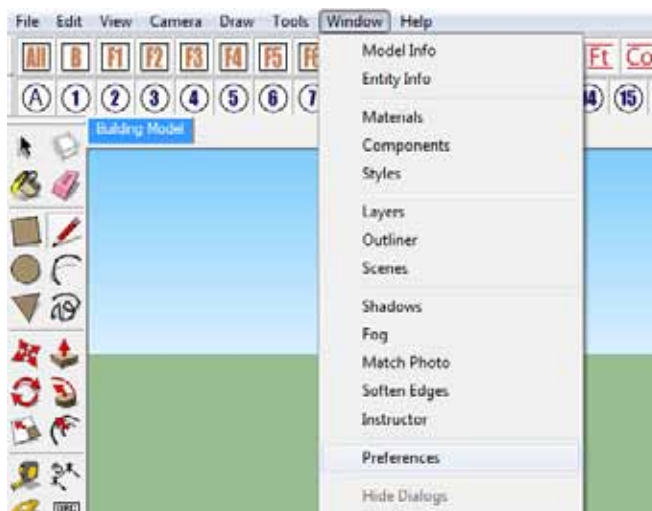
ภาพที่ 4.21 การบันทึกไฟล์งาน



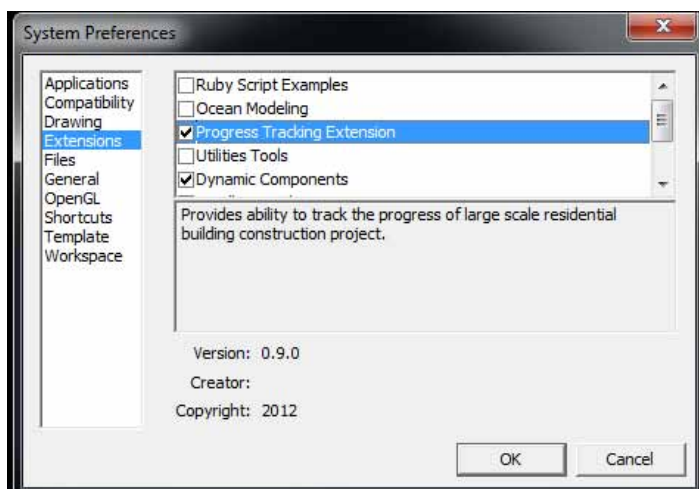
ภาพที่ 4.22 การเรียกไฟล์งานขึ้นมาแสดงผล

4.4 การยกเลิกการใช้งานและการถอดการติดตั้งโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในการศึกษานี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นโปรแกรมเสริม(plugin) ของโปรแกรม Google SketchUp การยกเลิกการใช้งานจึงสามารถทำการยกเลิกการทำงานของโปรแกรมผ่านทางโปรแกรม Google SketchUp ได้โดยตรง โดยการเข้าไปที่ Menu > Window > Preferences > Extensions และทำการยกเลิกการใช้งาน Extension ชื่อ Progress Tracking Extension

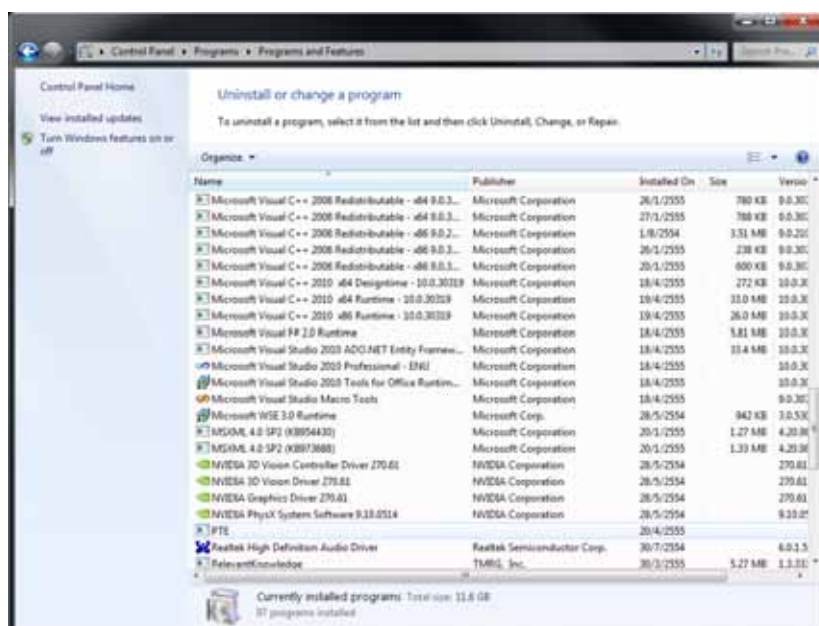


ภาพที่ 4.23 การยกเลิกการใช้งานโปรแกรม



ภาพที่ 4.24 การยกเลิกการใช้งานโปรแกรม

ในขณะที่การถอดการติดตั้งโปรแกรมสามารถทำผ่านทางรายการติดตั้งโปรแกรมของระบบปฏิบัติการได้โดยตรง ซึ่งในระบบปฏิบัติการ Windows 7 สามารถเข้าทำการถอดการติดตั้งได้ที่ Control Panel > Programs > Programs and Features และทำการ Uninstall โปรแกรมชื่อ PTE โดยที่การถอดโปรแกรมดังกล่าวจะไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลในไฟล์แบบจำลองที่ทำการบันทึกไว้ แต่จะทำให้ไม่สามารถเรียกใช้คำสั่งหรือแสดงผลข้อมูลที่ได้รับการกำหนดขึ้นจากตัวโปรแกรมเสริมได้



ภาพที่ 4.25 แสดงการถอดการติดตั้งโปรแกรม

4.5 การวิเคราะห์ผลจากการทดสอบใช้งานโปรแกรม

จากการทดสอบความเป็นไปได้ในการพัฒนาโปรแกรมพบว่ามีความเป็นไปได้จริงในการพัฒนาโปรแกรม แต่เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษาความเป็นไปได้ขั้นต้น เพื่อนำเอาระเบียบวิธี และเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอาคาร โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาประสิทธิภาพในการบันทึก บริหารจัดการ และนำเสนอข้อมูลที่มีความซับซ้อนโดยใช้การสร้างภาพ 3 มิติ เป็นหลัก

การพัฒนาโปรแกรมขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง จึงยังมีส่วนที่ต้องทำการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่อรองรับอาคารประเภทอื่นๆ เนื่องจากโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมจำเป็นต้องอาศัยวัตถุดิบแบบเพื่อแทนองค์ประกอบอาคารในส่วนต่างๆ จึงไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารที่มีลักษณะเฉพาะตัว หรืออาคารประเภทอื่นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมทั้งยังสามารถรองรับการเรียกดูข้อมูลได้ภายใต้เงื่อนไขที่จำกัด

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบเพื่อนำเสนอแนวความคิดสำหรับการพัฒนาเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างอาคารที่แตกต่างออกไปจากเครื่องมือรูปแบบเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจากการลงมือพัฒนาและทดสอบการใช้งานโปรแกรมดังกล่าวผู้ศึกษาได้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาโปรแกรม รวมทั้งอุปสรรคและประเด็นปัญหาต่างๆ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต โดยได้ทำการสรุปผลการศึกษา ซึ่งแจ้งประเด็นที่เป็นปัญหาและอุปสรรครวมทั้งให้ข้อเสนอแนะไว้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถสรุปได้ว่า มีความเป็นไปได้จริงในการนำแนวความคิดมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง โดยใช้วิธีการสร้างภาพ 3 มิติ เครื่องมือดังกล่าวสามารถช่วยแก้ปัญหาที่ผู้ศึกษากำหนดไว้ภายใต้เงื่อนไขและข้อกำหนดการใช้งานในระดับหนึ่งได้ ซึ่งในส่วนของตัวโปรแกรมนั้นยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมอีกมากเพื่อขยายความสามารถของเครื่องมือให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยสามารถสรุปผลจากการพัฒนาและทดสอบการใช้งานได้ดังนี้

1. โปรแกรมมีแนวทางในการช่วยลดขั้นตอนการทำงาน และปริมาณเอกสารในส่วนของการบันทึกข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้าง ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ควบคุมงานในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างได้
2. จากการที่โปรแกรมทำการจัดเก็บสถานะความก้าวหน้าของโครงการในแต่ละช่วงเวลาไว้ในไฟล์แบบจำลองเพียงไฟล์เดียว การบริหารจัดการข้อมูลจึงสามารถทำได้โดยง่าย
3. โปรแกรมช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้รวดเร็ว และเข้าใจถึงสถานะโดยรวมของโครงการได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นโดยใช้การแสดงผลข้อมูลผ่านการสร้างภาพ 3 มิติ จึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบในการนำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. จากแนวทางการทำงานของโปรแกรมซึ่งใช้วัตถุต้นแบบเพื่อแทนองค์ประกอบอาคารในส่วนต่างๆ มาประกอบขึ้นเป็นอาคาร ช่วยให้ความซับซ้อนในกระบวนการสร้างภาพ 3 มิติ และการกำหนดค่าคุณลักษณะต่างๆ ที่จำเป็นในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการลดน้อยลง ผู้ใช้งานจึงสามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยง่าย

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาโปรแกรม และการทำงานของโปรแกรม ซึ่งทำให้การใช้งานโปรแกรมไม่สามารถทำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากแนวทางการทำงานของโปรแกรมซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวัตถุต้นแบบที่ใช้การสร้างภาพ 3 มิติเพื่อแทนองค์ประกอบอาคารในส่วนต่างๆ มาประกอบขึ้นเป็นอาคาร ส่งผลให้การทำงานของโปรแกรมขาดความยืดหยุ่นในการสร้างแบบจำลอง การทำงานของโปรแกรมจึงรองรับได้เฉพาะรูปทรงอาคารพื้นฐานที่สามารถประกอบขึ้นได้จากวัตถุต้นแบบที่ถูกกำหนดไว้เท่านั้น
2. การพัฒนาโปรแกรมบนพื้นฐานแนวความคิดที่จะลดขั้นตอนการกำหนดค่าคุณลักษณะต่างๆ ที่จำเป็นในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างลงในภาพ 3 มิติของอาคารให้ลดน้อยลง ส่งผลให้โปรแกรมทำงานได้กับเฉพาะแบบจำลองอาคาร 3 มิติ ที่ถูกสร้างขึ้นจากตัวโปรแกรมเท่านั้น
3. การกำหนดค่าคุณลักษณะบางประการลงในแบบจำลองอาคาร 3 มิติยังไม่สามารถนำไปใช้ในการแสดงผลเพื่อเปรียบเทียบกับงานที่เสร็จจริงได้โดยสะดวก เนื่องจากงานบางส่วนในโครงการก่อสร้างเป็นงานที่มีลักษณะทับซ้อนกันของข้อมูล เช่น การกำหนดคุณลักษณะให้กับวัตถุที่ใช้แทนผนังในการแสดงความก้าวหน้างานตามหมายเลขห้อง เนื่องจากผนังอาคารสามารถเป็นองค์ประกอบของห้องได้มากกว่าหนึ่งห้องได้ในเวลาเดียวกัน หรือ งานที่ซ้อนทับบนวัตถุขึ้นเดียวกันเช่น งานผนังซึ่งมีงานสี หรืองานฉาบซ้อนทับกันอยู่ เป็นต้น

4. จากการที่โปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นภายใต้การทำงานของโปรแกรม Google SketchUp ส่วนติดต่อผู้ใช้งานของโปรแกรมจึงทำได้จำกัด
5. เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมอยู่บนพื้นฐานโครงสร้างการทำงาน of ภาษา Ruby โดยผ่านชุดคำสั่ง(library) ของ Google SketchUp API ซึ่งยังไม่มีสภาพแวดล้อมในการพัฒนาโปรแกรม(IDE) ที่สมบูรณ์ขึ้นมารองรับ การพัฒนาโปรแกรมในระดับที่ซับซ้อนจึงจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาในการพัฒนาค่อนข้างมาก ทั้งยังทำการแก้ไขข้อผิดพลาด(debug) ได้ยาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษานี้ดำเนินการภายใต้ระยะเวลาที่จำกัด โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยวิธีสร้างภาพ 3 มิติ จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการนำเสนอแนวความคิด และความเป็นไปได้ในการพัฒนาโปรแกรมเท่านั้น การพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่สมบูรณ์จึงยังจำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาโปรแกรมในรายละเอียดต่างๆ อีกเป็นจำนวนมากซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการสรุปรวมข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการวิจัยต่อเนื่องในอนาคตไว้ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากข้อมูลที่ต้องใช้ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างยังมีรายละเอียดปลีกย่อยอีกเป็นจำนวนมาก เช่น ข้อมูลในด้านงบประมาณ วัสดุ เครื่องจักร แรงงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น การทำงานของโปรแกรมจึงยังสามารถพัฒนาเพื่อเพิ่มเติมวิธีการในการบันทึกข้อมูล การบริหารจัดการข้อมูล และการนำเสนอข้อมูลในรายละเอียดอื่นๆ ได้ในอีกหลายแง่มุม
2. เนื่องจากโปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการทำงานในด้านของการสร้างภาพ 3 มิติเป็นหลัก ถึงแม้ความสามารถของตัวโปรแกรมไม่สามารถครอบคลุมขอบเขตของข้อมูลในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างได้ทั้งหมด แต่การพัฒนาโปรแกรมสามารถเรียกใช้คำสั่งผ่าน Google SketchUp API เพื่อช่วยในการเชื่อมโยงไปยังข้อมูลประเภทอื่นๆ ได้ ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมในแนวทางนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นศูนย์กลางของการเข้าถึง และการบริหารจัดการข้อมูลของโครงการได้เป็นอย่างดี

3. ในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างยังมีเงื่อนไขในการเรียกใช้ข้อมูลในรูปแบบอื่นๆ อีกหลายรูปแบบ เช่นการเรียกดูข้อมูลในระดับของห้อง ซึ่งเป็นการเรียกใช้ข้อมูลที่ผู้ใช้งานมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี แต่ในการพัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมในอนาคตจึงควรคำนึงถึงความต้องการต่างๆ และเงื่อนไขข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมเหล่านี้ด้วย
4. เนื่องจากชุดคำสั่งของ Google SketchUp API สามารถทำงานร่วมกับ JavaScript ได้เป็นอย่างดี การศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของ JavaScript จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมขยายขอบเขตการทำงานของตัวโปรแกรมได้อีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน การเชื่อมโยงข้อมูล และการแสดงผล
5. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างในการศึกษานี้พัฒนาขึ้นตามแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming: OOP) และการสร้างภาพ 3 มิติซึ่งใกล้เคียงกับเทคโนโลยีภาพสารสนเทศโมเดลอาคาร (BIM : Building Information Modeling) การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมในอนาคตจึงอาจคำนึงถึงการนำเอาแนวคิดดังกล่าวประยุกต์ใช้กับงานทางด้านสถาปัตยกรรมในส่วนอื่นๆ ได้อีกเป็นจำนวนมาก

รายการอ้างอิง

- ชุติมา กู้มานะชัย. เอกสารในการบริหารจัดการงานก่อสร้าง: กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างภาคเอกชนขนาดใหญ่พิเศษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, สาขาวิชาวิทยาการจัดการ. เอกสารการสอนชุดวิชา 31406 ประสพการณ์วิชาชีพการจัดการงานก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2537.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา ประจำปี 2539-2540. ขอบเขตและหน้าที่การให้บริการวิชาชีพการบริหารงานก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2541.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, คณะอนุกรรมการสาขาบริหารงานก่อสร้าง. แนวทางการบริหารโครงการและควบคุมงานก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2552.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา ประจำปี 2545-2546. แนวทางการวัดปริมาณงานก่อสร้างอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2545.
- วิสูตร จิระดำเกิง. การบริหารงานก่อสร้าง. ปทุมธานี: วรณกวี, 2549.
- วิสูตร จิระดำเกิง. การปรับปรุงผลผลิตงานก่อสร้าง. ปทุมธานี: วรณกวี, 2546.
- อวยชัย วุฒิโสมสิต. การปฏิบัติวิชาชีพสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

Collingbourne, H. The Book Of Ruby. [Online]. 2009. Available from :

<http://www.sapphiresteel.com/ruby-programming/The-Book-Of-Ruby>

[2011,Oct 31]

Google, Google Developers. Google SketchUp Ruby API. [Online]. 2011. Available from

: <https://developers.google.com/sketchup/> [2011,Dec 25]

Scarpino, M. Automatic SketchUp Creating 3-D Models in Ruby. [Online]. 2010.

Available from : <http://www.autosketchup.com/> [2012,Feb 14]

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุรวิทย์ ลาขโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2526 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีที่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรม และจบการศึกษาเป็นรุ่นที่ 8 ในปี 2549 จากนั้นเข้าทำงานในบริษัท เอ็น.อาร์.วี คอนสตรัคชั่น จำกัด เป็นระยะเวลา 3 ปี ก่อนที่จะย้ายเข้าทำงานในบริษัท พี.วาย.เอ็น. ตรวจสอบอาคารและประเมินราคาจำกัด และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท ในกลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553