

การใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตที่ใช้ระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูป



ปริญญานิพนธ์
ของ
ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

สิงหาคม 2560

การใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตที่ใช้ระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูป



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

สิงหาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล. (2560). การใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตที่ใช้ระบบ
ชิ้นส่วนสำเร็จรูป. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์:
รองศาสตราจารย์ ว่าที่พันตรี ดร.อิทธิพร ศิริสวัสดิ์

ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นเป็นรูปแบบโครงสร้างที่ต้องใช้ความละเอียดในขั้นตอน
การทำแบบก่อสร้างเพื่อสื่อสารให้เกิดความเข้าใจในชิ้นงานได้ โดยที่ผู้ใช้งานจะต้องทำความเข้าใจ
ในแบบก่อสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อดำเนินงานให้ถูกต้อง ตั้งแต่กระบวนการทำแบบก่อสร้าง การ
ถอดปริมาณวัสดุ การผลิต การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนบริหารการทำงานใน
โครงการ

จากการศึกษาและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมานั้นระบบทั่วไปที่
เป็นที่นิยมจะใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD มาทำแบบเพื่อใช้งานในกระบวนการ
ดังกล่าว แต่พบว่ายังมีปัญหาก่เกิดขึ้นจากการความไม่เข้าใจของผู้ปฏิบัติงานและความไม่ชัดเจน
ของแบบก่อสร้างในส่วนต่างๆ จากแบบของโครงการ ทำให้กระบวนการก่อสร้างโดยใช้ระบบ
โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั่วไปมีขีดจำกัด ไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุดตามที่มุ่งหวังไว้

งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาแบบก่อสร้างของงานโครงสร้างอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วน
คอนกรีตสำเร็จรูป จากรูปแบบที่ได้จากการใช้ระบบทั่วไปและระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
(BIM) ซึ่งประกอบไปด้วยการวิจัยในการใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) โดยใช้
โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit เทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในรูปแบบทั่วไป ซึ่งใช้
โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD มาประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel
โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้งานระบบทั้ง 2 ระบบ ในการแสดงรายละเอียด
ของวัสดุในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ครอบคลุมกระบวนการวิจัยในโครงการก่อสร้างอาคารที่พัก
อาศัยสูง 8 ชั้น จำนวน 2 หลัง ที่ก่อสร้างโดยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในกระบวนการทำแบบ
ก่อสร้าง การถอดปริมาณวัสดุ การผลิต การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผน
บริหารงานก่อสร้างของอาคารส่วนงานโครงสร้างเสา คาน พื้น ผนัง และบันได

ผลจากการวิจัยพบว่าการนำระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในงาน ช่วยอำนวยความสะดวก
รวดเร็ว และลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบก่อสร้าง โดยยังสามารถนำฐานข้อมูล
จากแบบจำลองสารสนเทศไปประยุกต์ใช้ในงานระบบส่วนอื่นๆ ของอาคารได้อีก

Narongsak Nimnual. (2017). *Building Information Modeling (BIM) Applications in Precast Building Construction*. Master thesis, M.Eng. (Civil Engineering). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ittiporn Sirisawat

The precast concrete building method uses a structural model that requires a resolution in the construction process to communicate an understanding of the piece of work. The user must understand the construction of prefabricated components to correctly operate the construction process, the quantity of materials, manufacturing, the actual installation of precast concrete, and administrative and planning work on the project.

The structure of precast concrete generally uses AutoCAD pre-programming as a part of the process. There are also problems arising from misunderstandings among workers and unclear construction patterns. From the design of the project. Making the construction process using a general precast structure is still limited. Not the best performance expected.

This research is to study the construction of precast concrete structures. The model is based on the use of general systems and Building Information Modeling(BIM), which includes research into Building Information Modeling (BIM) models using the Autodesk Revit software program. The general format also used pre-programmed AutoCAD and joined with the Microsoft Office Excel program. The analysis compares the results obtained from both systems to show the details of the materials in the finished concrete components. The research process focused on the construction project of two eight-storey residential buildings made of prefabricated concrete systems. The construction process involved the removal of material, production, the installation of prefabricated concrete components and the management of building construction, such as columns, beams and the walls and stairs of buildings.

The results of the research found that the use of Building Information Modeling Systems in terms of work can help to facilitate and reduce the uncertainty of building a prefabricated structure. The database can also be taken from the model information to other building applications in the system.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ สนับสนุน และให้แนวคิดในการดำเนินการหลากหลายส่วนโดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ว่าที่พันตรี ดร.อิทธิพร ศิริสวัสดิ์ ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณท่านที่ช่วยให้แนวคิดการดำเนินงานทั้งในส่วนของการเรียน กรอบทฤษฎีในการวิจัยและองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สัจจะ เสถบุตร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา แสงสร้อย ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์และช่วยให้ความเห็น ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้ปริญญานิพนธ์ของผู้ทำวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ บริษัทเฮลิคซ์ จำกัด ที่อนุญาตให้ข้อมูลในโครงการเพื่อทำการวิจัยดังกล่าว และขอขอบคุณนายช่างมานิตย์ พูลเจริญ ที่ช่วยเหลือสนับสนุนให้องค์ความรู้ในกระบวนการจัดการแบบก่อสร้าง การทำงานระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป และนายช่างณัฐพล เตชะพิชิตโชค ที่ช่วยให้คำปรึกษาในกระบวนการใช้งานโปรแกรมระบบสารสนเทศอาคาร

ขอขอบคุณบริษัท Autodesk ที่อนุญาตให้ใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit เวอร์ชันสำหรับนักศึกษา เพื่อทำการวิจัยในโครงการ

ขอขอบคุณบริษัทผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป บริษัทพรอสเพอริตี้ จำกัด บริษัทจีอีแอล จำกัด (มหาชน) และบริษัทยูแอนดีโอ จำกัด ที่ให้ข้อมูลในส่วนของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

และขอกราบขอบพระคุณพ่อคุณแม่ผู้ซึ่งคอยเป็นกำลังใจและแรงผลักดันช่วยเหลือในทุกๆ เรื่องตั้งแต่เกิด ๆ จนถึงทุกวันนี้

ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ของผลการวิจัย	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
คอนกรีตเสริมเหล็ก	3
การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	5
การก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยระบบทั่วไป	7
การก่อสร้างระบบโครงสร้างสำเร็จรูป	12
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบก่อสร้าง	15
วิวัฒนาการของการทำแบบก่อสร้าง	15
กระบวนการทำแบบก่อสร้างระบบทั่วไป	19
กระบวนการทำแบบก่อสร้างระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	21
บุคลากรเครื่องมือและอุปกรณ์	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3 วิธีดำเนินงานวิจัย	28
ข้อมูลโครงการที่ทำการวิจัย	28
แนวทางการดำเนินงานวิจัย	29
ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	30
เครื่องมือและอุปกรณ์	35
4 ผลการวิจัย	36
กระบวนการดำเนินการวิจัย	36
ผลการวิจัย	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
ผลการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 1	38
ข้อมูลพื้นฐานในการเขียนแบบโครงการ	39
การแสดงตำแหน่งทิศทางและการวางอาคารกับผังแปลนของโครงการ...	39
ระบบกริดอ้างอิงที่ใช้ในโครงการ	41
ระบบพิกัดที่ใช้ในโครงการ	41
มาตราส่วนของแบบก่อสร้างที่แสดง	42
แบบแปลนงานเสาเข็มและผังพื้นอาคาร	43
แบบรูปด้านอาคาร-รูปตัดอาคาร	45
แบบขยายรายละเอียดโครงสร้างของอาคาร	47
แบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	50
การหาปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	55
วิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยอาคารหลังที่ 1	58
กรณีแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคารและแบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ...	59
กรณีการหาปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	60
ผลการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 2	61
แบบแปลนงานเสาเข็มและผังพื้นอาคาร	67
แบบรูปด้านอาคาร-รูปตัดอาคาร	69
แบบขยายรายละเอียดโครงสร้างอาคารและแบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป..	72
การหาปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	76
วิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยอาคารหลังที่ 2	77
กรณีแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคารและแบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	77
กรณีการหาปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคาร	78
สรุปการเปรียบเทียบการจัดทำแบบก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบ	79
วิเคราะห์การผลิต และการติดตั้งจริง	88
สรุปผลจากการวิเคราะห์ผลจากข้อมูล	91

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	93
สรุปผลการวิจัย	93
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของอาคาร	93
การทำแบบขยายแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	93
งานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	93
ความแตกต่างของการทำแบบก่อสร้าง	94
ข้อเสนอแนะ.....	96
 บรรณานุกรม	 100
 ภาคผนวก	 103
 ประวัติย่อผู้วิจัย	 110

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 มาตรฐานที่ใช้ในการทำแบบก่อสร้างของอาคารที่ศึกษาในโครงการ	42
2 ตารางสรุปแสดงปริมาณงานหลักเสริมในชั้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละส่วน	58
3 สรุปการวัดผลการใช้งานโดยทำแบบก่อสร้างจากระบบทั่วไปของชั้นส่วนโครงสร้าง...	60
4 สรุปการวัดผลการหาปริมาณหลักเสริมจากระบบทั่วไปของชั้นส่วนสำเร็จรูป	61
5 สรุปการวัดผลการใช้งานโดยทำแบบก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศของชั้นส่วน โครงสร้างสำเร็จรูปผลการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 1	78
6 สรุปการวัดผลการหาปริมาณหลักเสริมจากแบบจำลองสารสนเทศของโครงสร้าง ชั้นส่วนสำเร็จรูปผลการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 1	79
7 สรุปการเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบ.....	80
8 เปรียบเทียบรูปแบบการจัดทำแบบของระบบแบบจำลองสารสนเทศกับการดำเนิน งานก่อสร้างจริง	89
9 สรุปผลเปรียบเทียบการทำแบบก่อสร้างของทั้ง 2 อาคาร.....	92

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 คานคอนกรีตรับน้ำหนักบรรทุก.....	4
2 หน้าตัดหน่วยแรงในคานคอนกรีตรับน้ำหนักบรรทุก.....	4
3 หน้าตัดหน่วยแรงในคานคอนกรีตเสริมเหล็กรับน้ำหนักบรรทุก.....	5
4 ส่วนประกอบต่างๆ ของโครงสร้างอาคาร.....	5
5 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบของโครงการ.....	6
6 งานก่อสร้างระบบคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปซึ่งเป็นการเข้าแบบหล่อเทคอนกรีตในที่ และระบบหนึ่งเป็นการก่ออิฐฉาบผิวตกแต่งผนัง.....	7
7 คอนกรีตเป็นโพรงเนื่องจากกระบวนการควบคุมคุณภาพไม่ทั่วถึง.....	8
8 การเข้าแบบหล่อค้ำยันไม่ดีทำให้คอนกรีตปริออกจากมิติที่ต้องการ.....	8
9 รอยแตกผิวหน้าจากการพัฒนากำลังคอนกรีตในสภาพที่มีอากาศร้อน.....	9
10 กระบวนการก่อสร้างที่ต้องใช้แรงงานมากกว่าระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูป.....	9
11 ตัวอย่างตารางจำนวนแรงงานที่ใช้ในแต่ละวันในการก่อสร้างระบบทั่วไป.....	10
12 การเตรียมเหล็กเสริม ผูกเหล็ก เข้าแบบหล่อและเทคอนกรีตในระบบทั่วไป.....	10
13 เสาไม้แบบค้ำยันจากการใช้งานหล่อคอนกรีตในที่.....	11
14 เสาขยะจากการก่อสร้างต้องเสียบประมาณในการกำจัด.....	11
15 เสาไม้แบบที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ เป็นขยะจากการก่อสร้าง.....	12
16 โครงการก่อสร้างอาคารที่เป็นระบบขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	12
17 การผลิตขึ้นส่วนที่ได้ขนาดมาตรฐานและมีการควบคุมคุณภาพ.....	13
18 การดำเนินการติดตั้งพื้นขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	13
19 การผลิตที่เป็นกระบวนการซ้ำ ๆ ช่วยลดการสิ้นเปลืองแบบหล่อ.....	14
20 กระบวนการติดตั้งที่เป็นระบบสำเร็จรูปช่วยลดปริมาณขยะและฝุ่นละออง.....	15
21 วิวัฒนาการของการทำแบบก่อสร้างตั้งแต่อดีตและรูปแบบการแสดงผล.....	16
22 รูปแบบการนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ CAD.....	20
23 รูปแบบการนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ BIM.....	23
24 การส่งต่อข้อมูลสารสนเทศกับบุคลากร เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้งาน.....	24
25 ตัวอย่างแนะนำคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่รองรับการทำงาน ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	25
26 บริเวณที่ตั้งของโครงการที่ทำการวิจัย (Google map, 2015).....	28

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
27 แบบจำลองอาคารของโครงการก่อนการก่อสร้าง.....	29
28 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยโดยรวม.....	31
29 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยของอาคารหลังที่ 1.....	32
30 ส่วนประกอบคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD เบื้องต้น.....	32
31 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยของอาคารหลังที่ 2.....	33
32 ส่วนประกอบคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit.....	33
33 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลและนำไปประยุกต์ใช้ในส่วนอื่น ๆ.....	34
34 ผังแสดงอาคารของโครงการ.....	37
35 ภาพถ่ายทางอากาศของอาคารทั้ง 2 หลังเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ.....	38
36 ส่วนประกอบคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD เบื้องต้น.....	38
37 การกำหนดมาตราส่วนการเขียนของโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD.....	39
38 แสดงตำแหน่งทิศทางและการวางอาคารกับผังแปลนของโครงการ.....	39
39 ตรวจสอบขอบเขตระยะร่นถอยของตัวอาคารกับที่ดินข้างเคียง.....	40
40 ระบบกริดอ้างอิงแสดงตัวเลขและอักษรเพื่ออ้างอิงตำแหน่ง.....	41
41 ระบบพิกัดใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งตัวอาคารกับผังโครงการ.....	42
42 แบบแปลนงานเสาเข็มโครงสร้างอาคาร.....	44
43 แบบแปลนงานพื้นโครงสร้างอาคาร.....	44
44 แบบรูปด้านอาคารมุมมองรูปด้าน 1 (ด้านหน้า)	46
45 รูปตัด B ของอาคารหลังที่ 1.....	46
46 แบบขยายแปลนงานบันได.....	47
47 แบบขยายรูปตัดงานบันได.....	48
48 แบบขยายรูปตัดแสดงจุดต่อของโครงสร้างพื้นกับชั้นส่วนเสาสำเร็จรูป.....	48
49 แบบขยายแปลนงานห้องพักตามรูปแบบงานสถาปัตยกรรม.....	49
50 แบบขยายรูปตัดงานห้องพักตามรูปแบบงานสถาปัตยกรรม.....	49
51 แบบขยายแปลนงานโครงสร้างชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปงานห้องพัก.....	50
52 แบบขยายชั้นส่วนเสาสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	51
53 แบบขยายคานชั้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	52
54 แบบขยายบันไดชั้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	53

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
55 แบบขยายผนังชั้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	54
56 แบบขยายพื้นชั้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	55
57 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนเสาสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	56
58 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนคานสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	56
59 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนบันไดสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	57
60 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนผนังสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	57
61 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนพื้นสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1.....	58
62 แผนการจัดการไฟล์งานข้อมูลของอาคารที่ 2.....	62
63 เมนูคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit เบื้องต้น.....	63
64 การจัดระบบการทำงานของข้อมูลโดยการแยกประเภทของชิ้นงานประกอบ ของอาคาร.....	63
65 การขึ้นรูปแบบของโครงสร้างที่เมนู Structural Templates.....	65
66 การสร้างเส้นกริดโดยใช้คำสั่ง ที่ Project Browser เลือกแปลนพื้นที่ 1	66
67 การทำระดับโดยใช้คำสั่ง ที่ Project Browser เลือกมุมมองรูปด้านเลือกมุมมองการ ใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit.....	66
68 ตั้งค่าหน่วยวัดที่ใช้ในการทำแบบจำลองโดยใช้คำสั่งเมนู Setting.....	67
69 ตั้งค่านำเข้าไฟล์งาน AutoCAD จากแปลนงานของผู้ออกแบบ.....	68
70 ผังเข็มของตัวอาคารหลังที่ 2 ในมุมมองแบบ 3 มิติ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit.....	68
71 แปลนของตัวอาคารหลังที่ 2 ที่นำเข้ามาในโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit.....	69
72 รูปด้านที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2.....	70
73 รูปด้านแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2.....	70
74 รูปตัดแนวระนาบแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2	71
75 รูปตัดแนวตั้งแบบ 2 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2.....	71
76 รูปตัดในส่วนของห้องพักแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2.....	72
77 แบบจำลองโครงสร้างของตัวอาคารสามารถดึงชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกมาทำเป็น แบบขยายใช้สำหรับการแบบผลิตชิ้นงาน.....	73
78 แบบโครงสร้างเสาชั้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้งานโปรแกรม.....	73
79 การขึ้นรูปขนาดมิติของเสาชั้นส่วนสำเร็จรูป.....	74

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
80 แบบขยายเสาชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	74
81 แบบขยายคานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	75
82 แบบขยายบันไดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	75
83 แบบขยายผนังชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	76
84 แบบขยายพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปสำเร็จรูป.....	76
85 ผลประมวลแสดงชนิด ขนาดและปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป.....	77
86 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการแสดงในแบบจำลองสารสนเทศ.....	84
87 การติดตั้งโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการแสดงในแบบจำลองสารสนเทศ.....	85
88 โครงการก่อสร้างตามแผนการก่อสร้าง.....	87
89 ติดตามการก่อสร้างโครงการด้วยแบบจำลองสารสนเทศ.....	87
90 รูปแบบที่ใช้ติดตามแผนการก่อสร้างทั่วไป.....	88
91 รูปแบบที่ใช้ติดตามแผนการก่อสร้างด้วยแบบจำลองสารสนเทศ.....	88
92 การนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ CAD.....	95
93 การนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ BIM.....	95
94 แปลงงานระบบกับงานโครงสร้างที่ไม่ชัดเจนในระบบ 2 มิติ.....	97
95 แบบขยายงานระบบในแบบจำลองสารสนเทศใช้กับงานโครงสร้างที่ไม่ชัดเจน.....	97
96 การนำระบบสารสนเทศตรวจสอบงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรมและงานระบบ.....	98
97 การประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศในการติดตามวางแผนงานก่อสร้างอื่น ๆ ของ โครงการโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศ.....	98
98 การเชื่อมโยงกันในขั้นตอนการทำแบบในระบบคลาวด์.....	99

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในสถานการณ์งานอุตสาหกรรมก่อสร้างปัจจุบันมีอัตราการแข่งขันกันสูงอีกทั้งยังมีปัจจัยในด้านแรงงานที่มีจำนวนลดน้อยลง ทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อลดเวลาและต้นทุนการก่อสร้างโดยที่คุณภาพงานไม่ได้ลดน้อยลง ซึ่งระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast) ถือเป็นระบบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

แต่การใช้ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น เป็นโครงสร้างที่ต้องใช้ความละเอียดในขั้นตอนการทำให้แบบก่อสร้าง สื่อสารให้เกิดความเข้าใจในชิ้นงานได้ถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการประมาณราคา การเตรียมวัสดุในกระบวนการผลิตและการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยผู้ใช้งานจะต้องทำความเข้าใจในแบบเพื่อดำเนินงานให้ถูกต้อง ความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ไม่สามารถติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปของโครงสร้างอื่น ๆ ได้และหากปล่อยปละละเลยจนความคลาดเคลื่อนสะสมเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ การทำงานจะต้องย้อนกลับมาแก้ไขงานที่ติดตั้งไปแล้ว ทำให้เกิดความล่าช้าเสียเวลาและค่าใช้จ่าย จากการศึกษาและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ผ่านมา (เกิดธรรม ยอดพฤติกุล. 2555) พบว่ายังมีปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน ส่วนมากเกิดจากความไม่เข้าใจของผู้ปฏิบัติงานและความไม่ชัดเจนของแบบก่อสร้างในส่วนต่างๆ ของโครงการ โดยแบบก่อสร้างที่ใช้กันอยู่เป็นการทำงานและประสานงานกันนิยมสื่อออกมาในรูปแบบของระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD ในระบบ 2 มิติ ทำให้กระบวนการก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปยังมีข้อจำกัด ไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุดตามที่มุ่งหวังไว้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศ ซึ่งนอกจากมีการแสดงออกมาในรูปแบบของ 2 มิติ และ 3 มิติแล้วยังมีการนำข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติและมูลค่าของวัสดุนั้นลงรวมไปกับรายละเอียดของแบบก่อสร้าง ทำให้ทราบถึงข้อมูลปริมาณของวัสดุเพื่อเตรียมในการทำงาน และระบบแบบจำลองสารสนเทศยังสามารถออกแบบคำนวณโครงสร้างร่วมกับงานส่วนอื่นๆ ได้ เช่น งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้าและเครื่องกล ทำให้ผู้ปฏิบัติงานตั้งแต่กระบวนการออกแบบ การเขียน และการก่อสร้างสามารถดำเนินการได้เต็มประสิทธิภาพมากกว่าเดิม ซึ่งเรียกระบบที่ใช้ชื่อว่า ระบบแบบจำลองสารสนเทศ (Building Information Modeling :BIM) (Nissila. J, 2014) การทำงานของแบบจำลองสารสนเทศจะเป็นการสร้างแบบจำลองอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาช่วยลดผลกระทบในด้านเวลา ต้นทุน คุณภาพในกระบวนการที่เกิดขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (Roshana Takim, 2013) ซึ่งในปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปหลายโปรแกรมที่นิยมได้แก่ Allplan ArchiCAD และ Autodesk Revit (Autodesk, 2010) เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาแบบก่อสร้างของงานโครงสร้างในองค์ประกอบอาคารของชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากรูปแบบที่ได้จากการใช้ระบบทั่วไปและระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ครอบคลุมการวิจัยในกระบวนการทำแบบก่อสร้าง การประมาณราคา การผลิต การติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนบริหารงานก่อสร้างของอาคาร ในส่วนของปริมาณวัสดุต่างๆ เช่น คอนกรีต เหล็กเสริมแบบหล่อ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในส่วนของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้งานระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ผ่านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version) ของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบชั้นส่วนสำเร็จรูปเทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในระบบรูปแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version) ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel
3. ประยุกต์ใช้งานของฐานข้อมูลส่วนกลางจากระบบแบบจำลองสารสนเทศไปใช้ในส่วนของการวางแผนงานก่อสร้าง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการวิจัยในโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น จำนวน 2 หลัง ที่ใช้ระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ในส่วนอาคารหลังที่ 1 ใช้รูปแบบระบบทั่วไปในการทำแบบก่อสร้างอาคารโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel และอาคารหลังที่ 2 ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit
2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในงานเสาคาน พื้น ผนัง และบันไดของอาคาร

1.4 ประโยชน์ของผลการวิจัย

1. สามารถนำระบบแบบจำลองสารสนเทศ มาใช้ในกระบวนการทำแบบก่อสร้างได้
2. สามารถทำแบบก่อสร้าง ประกอบการถอดปริมาณวัสดุ การผลิต การติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก รวดเร็ว และลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบก่อสร้างทั้งในขั้นตอนของการประมาณราคา การคำนวณปริมาณวัสดุ การผลิตและการติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
3. นำฐานข้อมูลส่วนกลางที่ได้จากระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศในอาคารมาไปใช้ในการวางแผนและติดตามการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพและสื่อสารออกมาเข้าใจง่าย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการวิจัยนี้เป็นศึกษาแบบก่อสร้างของงานโครงสร้างในองค์ประกอบอาคารของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ได้จากการใช้ระบบทั่วไปและระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ครอบคลุมการวิจัยในกระบวนการทำแบบก่อสร้าง การประมาณราคา การผลิต การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนบริหารงานก่อสร้างของอาคาร ในส่วนของปริมาณวัสดุต่างๆ เช่น คอนกรีต เหล็กเสริม แบบหล่อ ซึ่งประกอบไปด้วยโดยมีกระบวนการวิจัยดังนี้

1. ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในส่วนของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit ประกอบการวิจัย

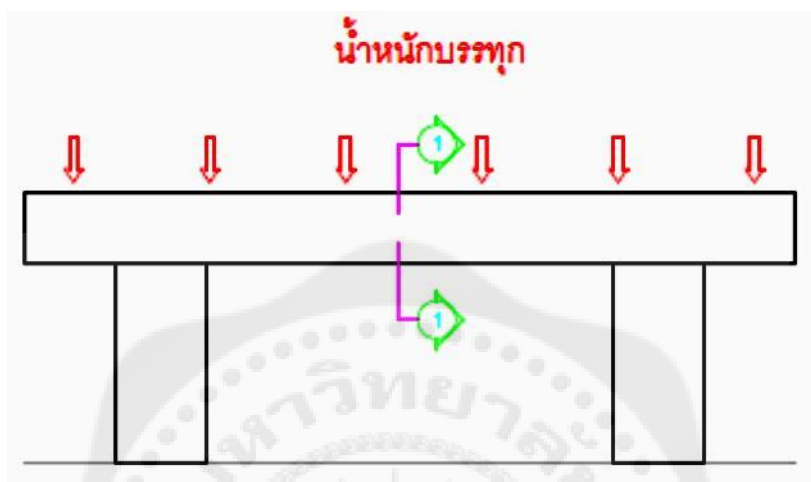
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้งานระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ผ่านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version) ของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในระบบรูปแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version) ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel

3. ประยุกต์ใช้งานของฐานข้อมูลส่วนกลางจากระบบแบบจำลองสารสนเทศไปใช้ในส่วนของการวางแผนงานก่อสร้างโดยศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการวางแผนงานที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำให้แบบก่อสร้างและระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งอยู่ในกระบวนการของงานวิจัยนี้

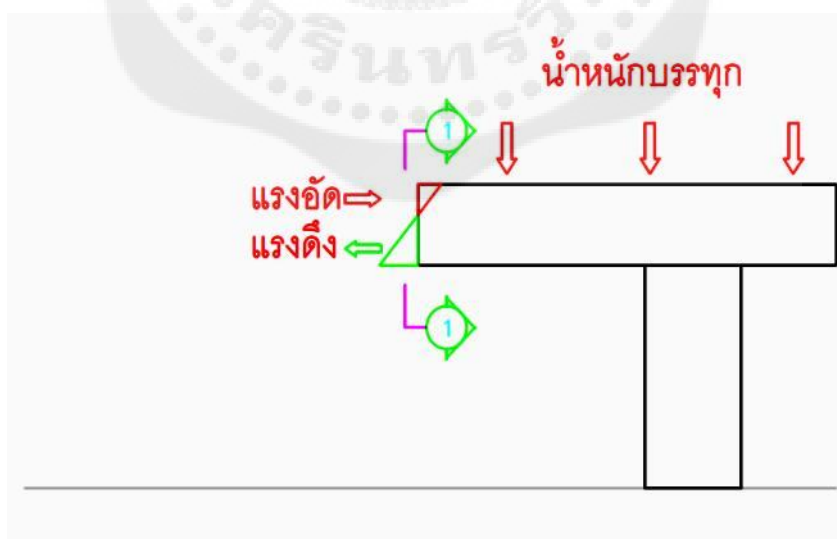
2.1. คอนกรีตเสริมเหล็ก

คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในทุกประเทศ โดยมีคอนกรีตและเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่ายมีจำนวนมากใช้ได้ อย่างเพียงพอ ในการออกแบบโครงสร้างประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ การพิจารณาแรงต่างๆ ที่มากระทำต่อโครงสร้างโดยใช้วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างที่เหมาะสม และออกแบบองค์อาคารทั้งหมดโดยคำนึงถึง ความปลอดภัย เสถียรภาพ ความสามารถในการใช้งาน และต้นทุนความ ประหยัดของโครงสร้าง ส่วนสำคัญที่ต้านทานกำลังรับแรงอัดคือคอนกรีต ส่วนเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตนั้นจะรับแรงดึง เนื่องจากคอนกรีตมีความสามารถในการรับแรงอัดได้ดี แต่มีจุดด้อยในการรับแรงดึง เมื่อต้องรับน้ำหนักบรรทุกจะเกิดการแตกร้าวจากการหดตัวและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทำให้เกิดหน่วยแรงดึงเกินกว่าที่คอนกรีตจะรับได้ในคานคอนกรีตตามภาพประกอบ 1 และ 2 โมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดจะถูกต้านทานโดยแรงคู่ควบแรงอัดและแรงดึงในคอนกรีต คานดังกล่าวจะวิบัติอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดรอยร้าวขึ้น (มงคล จิรวรรณเดช, 2557) ตามภาพประกอบ 2.3 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตจะไขว้เสริมเข้าไปในคอนกรีตเพื่อช่วยทำหน้าที่รับแรงดึงแทนคอนกรีต เป็นแรงคู่ควบร่วมกับแรงอัดในคอนกรีตเพื่อต้านทานโมเมนต์ดัดที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุก ทั้งนี้ โครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีส่วนประกอบของโครงสร้างหลายส่วน ได้แก่ โครงสร้างฐาน

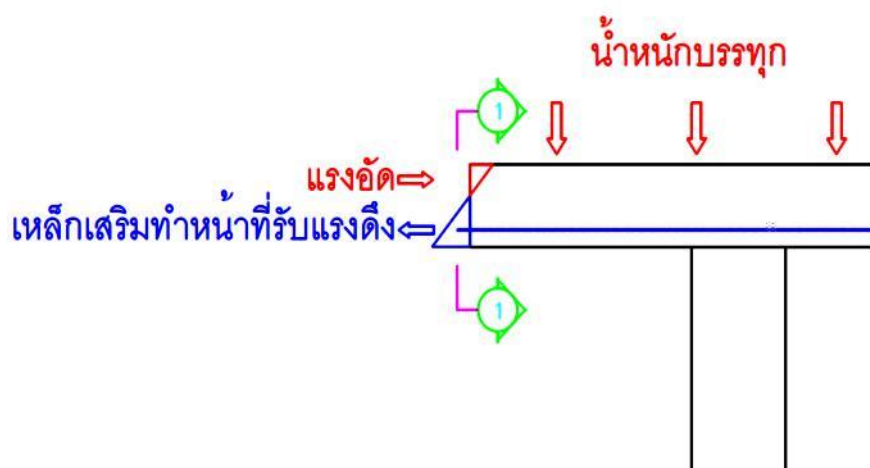
ราก เสา คาน พื้น ดังภาพประกอบ 4 ที่แสดงให้เห็นลำดับการถ่ายแรงน้ำหนักบรรทุกที่มากกระทำต่อโครงสร้างตามลำดับ



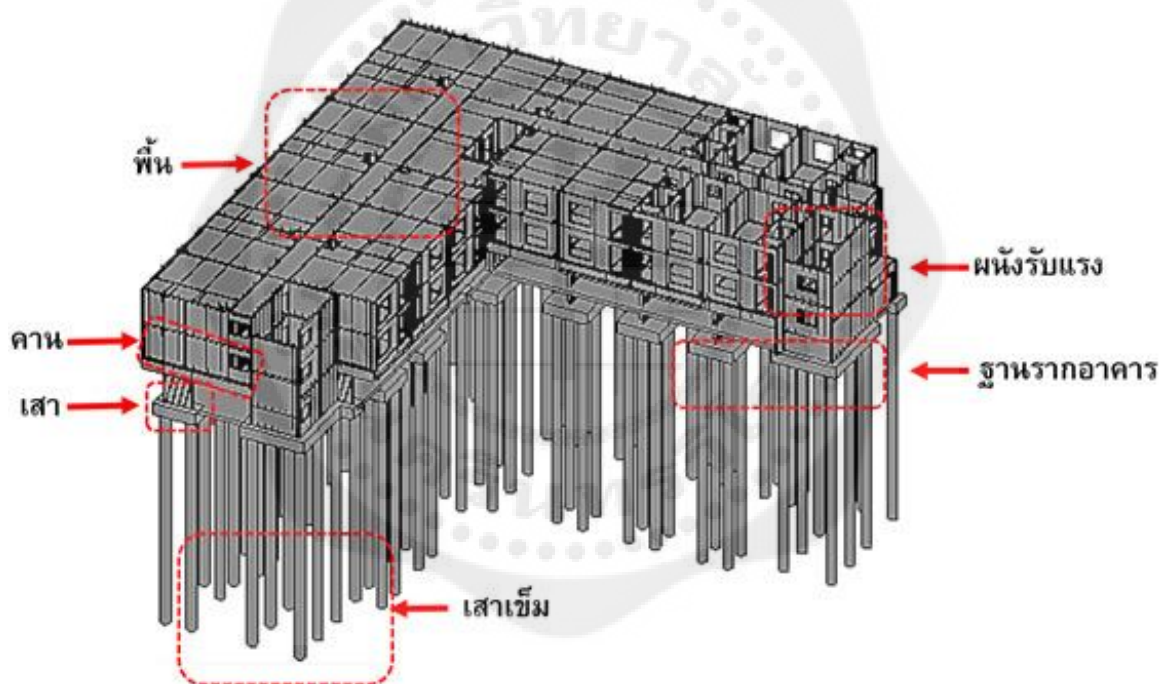
ภาพประกอบ 1 คานคอนกรีตรับน้ำหนักบรรทุก



ภาพประกอบ 2 หน้าตัดหน่วยแรงในคานคอนกรีตรับน้ำหนักบรรทุก



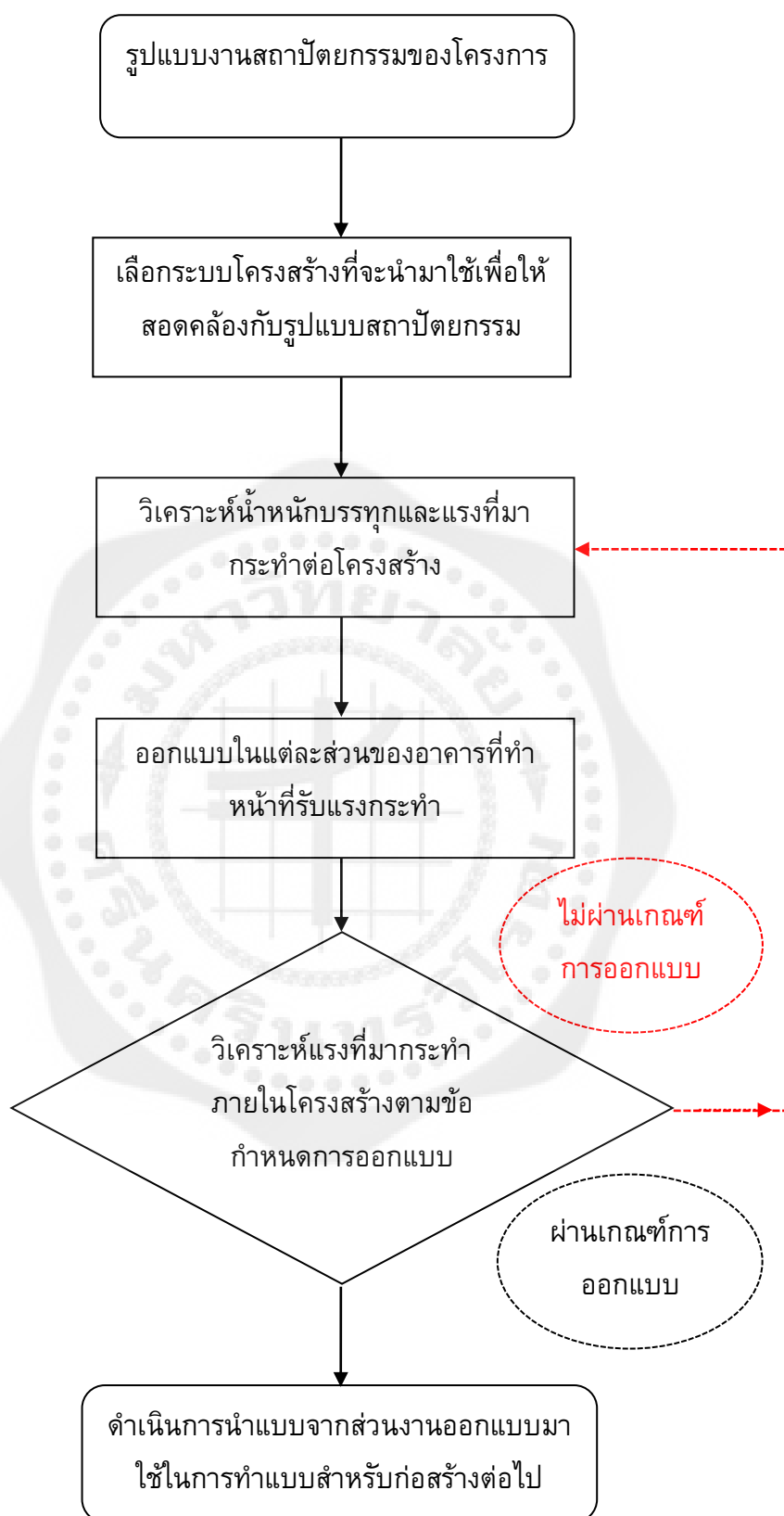
ภาพประกอบ 3 หน้าตัดหน่วยแรงในคานคอนกรีตเสริมเหล็กรับน้ำหนักบรรทุก



ภาพประกอบ 4 ส่วนประกอบต่างๆ ของโครงสร้างอาคาร

2.2. การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นขั้นตอนในการเลือกวัสดุและจัดขนาดสัดส่วนขององค์ประกอบต่างๆ ของโครงสร้างให้เป็นไปตามหลักการทางด้านวิศวกรรม ความปลอดภัย การใช้ งาน ความประหยัด และเข้ากับสภาพแวดล้อม โดยมีสถาปนิกเป็นผู้จัดเตรียมแบบของอาคาร โดยรวมเกี่ยวกับรูปลักษณ์ภายนอกและรูปแบบการใช้งานภายใน จากนั้นจึงส่งต่อให้วิศวกร โครงสร้างและวิศวกรงานระบบในการออกแบบเชิงวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบของโครงการ

ผู้ออกแบบจะเลือกระบบโครงสร้างที่เหมาะสมกับแบบสถาปัตยกรรม เช่น โครงสร้างเหล็ก หรือคอนกรีตเสริมเหล็ก การออกแบบเริ่มต้นโดยการประมาณขนาดหน้าตัดของอาคารเพื่อคำนวณน้ำหนักของอาคารเพื่อใช้ร่วมกับน้ำหนักบรรทุกอื่นในการวิเคราะห์โครงสร้างให้ได้แรงกระทำภายในโครงสร้างแต่ละองค์อาคาร เมื่อทำการออกแบบของอาคารแล้วต้องตรวจสอบองค์อาคารที่ได้ โดยใช้ข้อกำหนดในการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดในการออกแบบของแต่ละประเทศ ข้อกำหนดเหล่านี้ถูกจัดทำขึ้นโดยองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการออกแบบโดยแบ่งได้เป็นสองประเภทคือ ข้อกำหนดที่มีผลบังคับใช้ทางกฎหมายและข้อกำหนดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้างอาคารโครงสร้างคอนกรีตที่จะต้องอยู่ในมาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ อาทิ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท) มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.) หรือสถาบันคอนกรีตอเมริกัน (ACI) เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนกระบวนการออกแบบของโครงการแสดงได้ตามภาพประกอบ 5

2.3. การก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยระบบทั่วไป

ในรูปแบบวิธีการที่ใช้ในการก่อสร้างงานคอนกรีตเสริมเหล็กระบบทั่วไป (Conventional Concrete) นั้นเป็นการทำงานในรูปแบบการหล่อคอนกรีตในที่ ซึ่งมีกระบวนการในการทำงานและแรงงานที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมเหล็กเสริม ผูกเหล็ก เข้าแบบข้าง ค้ำยัน ตั้งนั่งร้านชั่วคราวและเทคอนกรีตในแบบหล่อ มีโครงสร้างหลักในการรับน้ำหนักโครงสร้าง คือ พื้น คาน เสา ถ่ายการรับน้ำหนักลงฐานรากและเสาเข็มตามลำดับ ดังภาพประกอบ 6 โดยในระบบดังกล่าวนี้มีข้อจำกัดอยู่หลายประการดังนี้

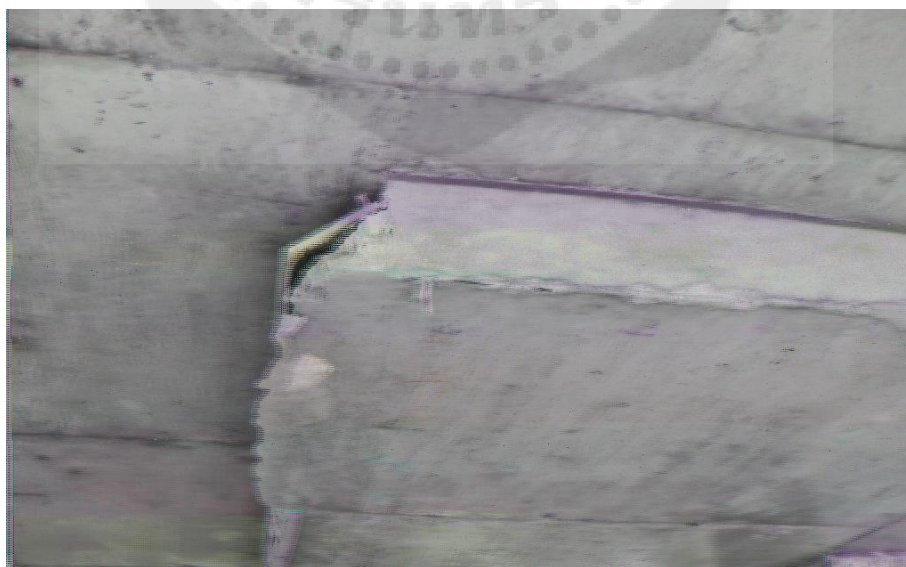


ภาพประกอบ 6 งานก่อสร้างระบบคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปซึ่งเป็นการเข้าแบบหล่อ
เทคอนกรีตในที่และระบบผนังเป็นการก่ออิฐฉาบผิวตกแต่งผนัง

1. กระบวนการควบคุมคุณภาพของชิ้นงานโครงสร้างกระทำไม่ได้ตามเกณฑ์ข้อกำหนด โดยเฉพาะในส่วนของการคอนกรีตเสริมเหล็ก เช่น กระบวนการเข้าแบบหล่อ ติดตั้งค้ำยัน การวางเหล็กเสริม การเทคอนกรีต เป็นต้น การสั่นเขย่าคอนกรีตอาจไม่ทั่วถึง ทำให้เนื้อคอนกรีตเกิดเป็นโพรง การตรวจสอบค้ำยันไม่ดีเกิดผลเสียหายจากแบบหล่อคอนกรีตที่แตกหรือบวมเนื่องจากการค้ำยันไม่ดีพอหรือการที่ผิวหน้าคอนกรีตเกิดรอยแตกจากกระบวนการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตในสภาพอากาศที่ร้อนและลมแรงทำให้น้ำในคอนกรีตระเหยอย่างรวดเร็วตามภาพประกอบ 7 ถึง 9



ภาพประกอบ 7 คอนกรีตเป็นโพรงเนื่องจากกระบวนการควบคุมคุณภาพไม่ทั่วถึง



ภาพประกอบ 8 การเข้าแบบหล่อค้ำยันไม่ดีทำให้คอนกรีตปริออกจากมิติที่ต้องการ



ภาพประกอบ 9 รอยแตกผิวหน้าจากการพัฒนากำลังคอนกรีตในสภาพที่มีอากาศร้อน

2. จำนวนแรงงานต้องใช้แรงงานมากในเกือบทุกขั้นตอน (ภาพประกอบ 10 และ 11) ของงานโครงสร้างต่างๆ เช่น กระบวนการหล่อพื้นอาคาร จะต้องเตรียมแรงงานในส่วนของการเหล็กเสริม ผูกเหล็ก เข้าแบบ ค้ำยัน การเทคอนกรีต ชัดผิวหน้าพื้นหลังเท รื้อแบบข้างและทำความสะอาด เป็นต้น



ภาพประกอบ 10 กระบวนการก่อสร้างที่ต้องใช้แรงงานมากกว่าระบบขึ้นสำเร็จรูป

MANPOWER & EQUIPMENT REPORT											Project :													
											Location :													
											Date : 9 March 2016													
											Rev : 0													
DESCRIPTION	Mar-16																				Unit	Working Hour	Remark	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
MANPOWER:																								
Monthly Staff																								
- Project Director	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	8	
- Project Manager	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	8	
- Project Engineer	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2												คน	8	
- Site Engineer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												คน	8	
- Office Engineer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												คน	8	
- Admin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	8	
- Foreman Str.	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6												คน	8	
- Sr Safety Staff	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	8	
- Surveyor 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	8	
Total	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13														
Daily																								
- Driver	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	11	
- Safety	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4												คน	11	
- Surveyor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3												คน	11	
- Electrician	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4												คน	11	
- Office Worker	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2												คน	11	
- Stone	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4												คน	11	
- Worker	218	218	218	218	218	218	218	218	218	218												คน	11	
- Security (Day)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	12	
- Security (night)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คน	12	
Total	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238														
EQUIPMENT:																								
- Container	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3												คัน	8	
- Tractor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												คัน	8	
- Back Hoe PC120	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2												คัน	8	
- Truck	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2												คัน	8	
- Bar Bender	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												เครื่อง	8	
- Bar Cutting	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												เครื่อง	8	
- Mobile Crane Truck	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												คัน	8	

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างตารางจำนวนแรงงานที่ใช้ในแต่ละวันในการก่อสร้างระบบทั่วไป

3. ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างมากไปกับการเตรียมงานเหล็กเสริม ผูกเหล็ก เข้าแบบหล่อ และเทคอนกรีตดังภาพประกอบ 12 และยังต้องขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และการรอเวลาการพัฒนากำลังของคอนกรีตที่หล่อให้ได้ตามมาตรฐานของกำลังอัดของโครงสร้างนั้นๆ



ภาพประกอบ 12 การเตรียมเหล็กเสริม ผูกเหล็ก เข้าแบบหล่อและเทคอนกรีตในระบบทั่วไป

4. ในด้านต้นทุนการก่อสร้างเมื่อเทียบกับกันเฉพาะต่อหน่วยวัสดุของโครงสร้างหล่อในที่พบว่า จะมีต้นทุนถูกกว่าระบบโครงสร้างสำเร็จรูป แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนรวมในกระบวนการหล่อคอนกรีตในที่ทำงานจะพบว่าต้นทุนที่สิ้นเปลืองมากกว่า ทั้งในส่วนของแบบหล่อที่ใช้ได้น้อยครั้ง (ดังภาพประกอบ 2.13) และขั้นตอนกระบวนการทำงานที่เพิ่มขึ้น เช่น การค้ำยันแบบหล่อชั่วคราว รวมถึงปัญหาเนื่องมาจากกระบวนการการทำงานที่คลาดเคลื่อนและต้องเสียงบประมาณในการปรับแก้ไขโครงสร้างให้เป็นไปตามแบบก่อสร้าง



ภาพประกอบ 13 เศษไม้แบบค้ำยันจากการใช้งานหล่อคอนกรีตในที่

5. ก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมในด้านของมลภาวะทางเสียงและฝุ่นจากกระบวนการเตรียมงาน การเทคอนกรีต เกิดขยะจากการก่อสร้าง เช่น เศษไม้แบบ เศษเหล็ก เศษคอนกรีต เศษอิฐ (ภาพประกอบ 14 และ 15) ที่เหลือจากกระบวนการทำงานจากการทุบ ตัด สกัด เจียร เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียงและฝุ่นในโครงการตลอดจนชุมชนข้างเคียงด้วย



ภาพประกอบ 14 เศษขยะจากการก่อสร้างต้องเสียงบประมาณในการกำจัด



ภาพประกอบ 15 เศษไม้แบบที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ เป็นขยะจากการก่อสร้าง

2.4. การก่อสร้างระบบโครงสร้างสำเร็จรูป

โครงสร้างคอนกรีตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast Concrete) เป็นโครงสร้างของอาคารที่มีชิ้นส่วนต่างๆ เช่น เสา คาน พื้น ผนัง (ภาพประกอบ 16) การออกแบบคล้ายคลึงกับการออกแบบอาคารที่ก่อสร้างด้วยวิธีหล่อในที่ มีการวิเคราะห์โครงสร้างเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับรูปแบบรอยต่อที่ใช้ คำนึงถึงการขนส่ง และการติดตั้งชิ้นส่วน โดยวัสดุที่นำมาผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมีหลายประเภท เช่น เหล็ก คอนกรีตเสริมเหล็ก หรือคอนกรีตอัดแรง เป็นต้น โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีข้อดีในด้านต่างๆ ดังนี้ (เทิดธรรม ยอดพฤติการณ, 2555)



ภาพประกอบ 16 โครงการก่อสร้างอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

1. สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละชิ้นส่วนได้ดีกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ เนื่องจากการทำงานส่วนใหญ่เป็นการผลิตในโรงงาน ปฏิบัติงานและควบคุมงานได้ง่าย ทำให้ข้อผิดพลาดน้อยลง มีการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการทำงาน และเมื่อนำชิ้นส่วนไปประกอบติดตั้ง ความละเอียดถูกต้องในงานติดตั้งจะถูกบังคับด้วยมิติ ระยะและขนาดของชิ้นส่วนไปในตัว (ภาพประกอบ 17 และ 18)



ภาพประกอบ 17 การผลิตชิ้นส่วนที่ได้ขนาดมาตรฐานและมีการควบคุมคุณภาพ



ภาพประกอบ 18 การดำเนินการติดตั้งพื้นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2. ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาน้อยกว่าเวลาก่อสร้างของโครงสร้างที่หล่อในที่ ไม่ต้องมีการเข้าแบบหล่อ การทำงานไม่ต้องรอรยะเวลาการพัฒนากำลังของคอนกรีต เนื่องจากชิ้นส่วนมีกำลังที่เหมาะสมมาจากโรงงาน อีกทั้งสภาพภูมิอากาศระหว่างการทำงานเป็นอุปสรรคต่อการทำงานน้อย

3. ต้นทุนในการก่อสร้าง แม้ว่าราคาของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปจะมีราคาสูงกว่าโครงสร้างหล่อในที่ เนื่องจากจากต้นทุนกระบวนการขนส่งและการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการติดตั้งด้วยจำนวนการผลิตที่ซ้ำกันมากๆ สามารถผลิตได้หลายรอบ (ภาพประกอบ 19) ทำให้ต้นทุนไม้แบบสำหรับหล่อคอนกรีต จำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานและเศษวัสดุที่เหลือในการก่อสร้างลดลง แต่ยังคงได้งานที่มีคุณภาพสูง มีระยะเวลาในการก่อสร้างที่รวดเร็ว ต้นทุนทางด้านการเงินลดลง มีโอกาสในการขยายงานเพิ่มมากขึ้น สิ่งเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับกันแล้วระบบโครงสร้างสำเร็จรูปในภาพรวมมีความคุ้มค่ามากกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ และอาจยิ่งจะมีความคุ้มค่ามากขึ้น หากแรงงานยังคงมีปัญหาขาดแคลนและมีอัตราค่าจ้างที่สูงตามความเจริญเติบโตของประเทศในอนาคต



ภาพประกอบ 19 การผลิตที่เป็นกระบวนการซ้ำ ๆ ช่วยลดการสิ้นเปลืองแบบหล่อ

4. การรักษาสิ่งแวดล้อมในการทำงาน สำหรับการก่อสร้างที่ใช้ระบบโครงสร้างสำเร็จรูปจะใช้แรงงานและวัสดุในการทำงานน้อยลง ทำให้ลดปริมาณขยะและของเสียที่เกิดขึ้นในโครงการ การวางแผนการขนส่งที่เหมาะสม สามารถจัดส่งวัสดุเข้าสู่โรงงานและนำส่งชิ้นงานไปในโครงการก่อสร้างในปริมาณครั้งละมาก ๆ ลดความซับซ้อนในการจัดส่ง ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงและพลังงานในการขนส่ง รวมถึงการติดตั้งระบบโครงสร้างสำเร็จรูปจะเกิดมลภาวะทางด้านเสียงและฝุ่นละอองน้อย (ภาพประกอบ 20)



ภาพประกอบ 20 กระบวนการติดตั้งที่เป็นระบบสำเร็จรูปช่วยลดปริมาณขยะและฝุ่นละออง

2.5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบก่อสร้าง

2.5.1 วิวัฒนาการของการทำแบบก่อสร้าง

มนุษย์เริ่มรู้จักการเขียนแบบมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ จากหลักฐานทางโบราณคดีที่ได้มีการสำรวจดินแดนอียิปต์โบราณสมัยฟาโรห์ โซเซอร์ ราชวงศ์ที่ 3 แห่งยุคอาณาจักรอียิปต์โบราณได้มีการค้นพบบันทึกรูปภาพอายุประมาณ 7,000 ปี ในการบันทึกของมนุษย์สมัยก่อน จะใช้การขีดเขียนรูปภาพบนก้อนหินฝาผนังถ้าเพื่อใช้ในการบันทึกความจำ บอกเล่าเรื่องราว และการสื่อสารเหตุการณ์ต่าง ๆ ต่อมาได้มีการพบหลักฐานชั้นสำคัญทางโบราณคดีได้แสดงให้เห็นถึงจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ทางด้านสถาปัตยกรรมโดยมีการค้นพบแผ่นหินเขียนเป็นภาพแปลนของป้อมปราการเขียนโดย ซาลเดล เอนจิเนีย กูตัว ชาวเมโสโปเตเมีย เมื่อประมาณ 6,000 ปี ก่อน โดยชาวเมโสโปเตเมียถือเป็นชาติแรกที่รู้จักการเขียนแบบ

ในศตวรรษที่ 15 ลิโอนาโด ดา วินชี ชาวอิตาลี ได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาของการเขียนแบบโดย ลิโอนาโด ดา วินชี นักปราชญ์ได้ถ่ายทอดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ด้วยการเขียนเป็นภาพ 3 มิติ ภาพจากจินตนาการของ ลิโอนาโด ดา วินชี หลายชิ้นได้กลายเป็นต้นแบบในการสร้างเครื่องจักรกล ในศตวรรษที่ 18 หรือประมาณ 200 ปีที่ผ่านมา แกสปาร์ค มองกิจ นายช่างชาวฝรั่งเศสในสมัยพระเจ้าหลุยส์ที่ 16 เป็นผู้เริ่มการเขียนแบบภาพฉายในทางก่อสร้างและทางทหาร ซึ่งในขณะนั้นได้สอนหนังสืออยู่ในโรงเรียนโปลีเทคนิค ในประเทศฝรั่งเศส และได้พัฒนาการเขียนภาพฉายมาจนกระทั่งกลายมาเป็นกฎเกณฑ์การเขียนภาพฉาย และได้ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนวิชาเขียนแบบมาจนถึงทุกวันนี้ (ประเวศ มณีกุล, 2555)

พ.ศ. 2513 – 2520 ในช่วงนี้เป็นการพัฒนาระบบ CAD เพื่อการพาณิชย์มีมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมการบินและยานยนต์ โปรแกรม CAD ในระยะนั้นมีการรวมฟังก์ชันการสั่งงานอยู่ในรูปแบบของรูปภาพ สามารถเขียนแบบสองมิติทางด้านวิศวกรรมได้โดยมีชื่อเรียกว่า Computer Aided Drafting มีการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมทางด้าน CAD มากขึ้น โดยรวมเอาการออกแบบสามมิติกับการทำงานด้านการผลิตไว้ในโปรแกรมเดียวกันเพื่อลดความผิดพลาดในการส่งข้อมูลจาก CAD ไปยัง CAM (Computer Aided Manufacturing) จนช่วงประมาณปี พ.ศ. 2520 ระบบการช่วยคำนวณทางด้านวิศวกรรมได้รับการเสริมเข้ากับการพัฒนาเรียกว่า CAD/CAM/CAE (Computer Aided Engineering) อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดทางด้านประสิทธิภาพในการประมวลผลและราคาของคอมพิวเตอร์ในขณะนั้นทำให้โปรแกรมด้าน CAD/CAM/CAE ยังไม่ได้รับความสนใจในการพัฒนาต่อไปเท่าที่ควร

ช่วงยุคปี พ.ศ. 2521 เป็นช่วงที่มีการตื่นตัวมากทางด้านอุตสาหกรรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากในช่วงดังกล่าวมีการพัฒนาโปรแกรมทางด้าน CAD/CAE ออกมามากมาย แต่ละโปรแกรมจะมีลักษณะของการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดปัญหาในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างโปรแกรม ในช่วงนี้จึงเป็นช่วงที่มีการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมและการผลิตทางด้าน CAD/CAM ที่สนับสนุนมาตรฐานดังกล่าว โดยเริ่มในปี พ.ศ. 2522 บริษัท Boeing General Electric และ NIST (The National Institute of Standard and Technology) ได้กำหนดมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นผิวและใช้กำหนดเป็นมาตรฐาน

ช่วงปี พ.ศ. 2533 จนถึงปัจจุบัน จากที่อุตสาหกรรมด้านคอมพิวเตอร์ได้มีการเติบโตและพัฒนาไปอย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลให้โปรแกรมด้าน CAD/CAM/CAE ที่อาศัยความสามารถของเชิงประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์เป็นหลักเติบโตไปอย่างรวดเร็วด้วยเช่นกัน ทั้งด้านความถูกต้อง ความแม่นยำและเวลาในการประมวลผล ความสะดวกในการปรับเปลี่ยนข้อมูลมิติหรือรูปร่างต่าง ๆ นอกจากนั้นโปรแกรมเหล่านี้ยังถูกปรับปรุงให้สามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลรวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพทำงานมากขึ้น เช่น ระบบฐานข้อมูลที่ทำงานแบบวิศวกรรมขนานกับระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบการออกแบบโดยใช้ฐานข้อมูล ความรู้ หรือแม้กระทั่งระบบการจัดการข้อมูลของผลิตภัณฑ์ จึงอาจกล่าวได้ว่าซอฟต์แวร์ CAD ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้นควบคู่ไปกับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้ผู้ใช้ซอฟต์แวร์ CAD ในปัจจุบันสามารถทำการเขียนแบบและช่วยออกแบบได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น เทคโนโลยีของซอฟต์แวร์ CAD ได้ถูกพัฒนาโดยเริ่มจากการเป็นซอฟต์แวร์ช่วยเขียนแบบ 2 มิติเสมือนเป็นกระดานเขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะมีคำสั่งในการใช้งานซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้คำสั่งโดยการชี้เมาส์เลือกที่เมนูบนจอภาพ หรือการป้อนคำสั่งจากแป้นพิมพ์ จากความสามารถของคำสั่งต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกสบายอีกทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นจากการเขียนแบบด้วยมือแต่ด้วยการใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ CAD ที่เป็นระบบสองมิติ ผู้ใช้งานยังคงต้องใช้จินตนาการและประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้แบบที่ถูกเขียนออกมาถูกต้องและแม่นยำ

ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2513 ซึ่งเป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรงสามมิติ โดยองค์ประกอบทุกส่วนของอาคารล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองอาคาร ในรูปของกระบวนการกระจายและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการทำแบบก่อสร้าง และเพื่อนำไปใช้ประกอบการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากต้องมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงสูง โดยเฉพาะการพัฒนาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีเพียงอุตสาหกรรมการผลิตและอากาศยานทางอวกาศเท่านั้นที่ได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์จากแนวคิดดังกล่าว

ในปี พ.ศ. 2523 ระบบการทำงานในรูปแบบ Object-based parametric modeling ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการออกแบบ ซึ่งแนวทางการทำงานใช้ข้อมูลของรูป 3 มิติในการออกแบบ โดยพารามิเตอร์ดังกล่าวมีส่วนที่ผู้ออกแบบต้องกำหนดขึ้นเองและส่วนที่เป็นค่าคงที่ ทำให้มีแนวทางออกแบบอยู่ 2 แนวทางได้แก่ การออกแบบโดยกำหนดกลุ่มวัตถุที่มีข้อกำหนดและความสัมพันธ์ตามที่ผู้ออกแบบกำหนดโดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระยะ มุมมอง ข้อกำหนดเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่ต่อเนื่องหรือซ้อนทับกัน ชิ้นส่วนที่ขนานกัน และชิ้นส่วนที่มีระยะห่างจากชิ้นส่วนอื่น ในขณะที่แนวทางที่สองเป็นการออกแบบเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ได้ตามความต้องการ โดยระบบจะมีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยหลักการทางการออกแบบและข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบจะแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลไม่ถูกต้องตามหลักการและข้อกำหนด การออกแบบดังกล่าวแตกต่างจากการออกแบบด้วยระบบ 2 มิติของ AutoCAD เนื่องจากเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ AutoCAD ต้องทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ของชิ้นส่วนเองในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ Object-based parametric modeling ข้อมูลของทุกๆ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยอัตโนมัติ

ในปี พ.ศ. 2530 หลักการทำงานแบบ Object-based product model และ Object based parametric modeling ถูกนำมาใช้และเรียกรูปการทำงานแบบใหม่นี้ว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคาร Building Information Modeling (BIM) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์มีความง่ายขึ้นและสนับสนุนการทำงานร่วมกันในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศครั้งแรก เป็นการนำเสนอแบบจำลองสารสนเทศอาคารเสมือนจริงของซอฟต์แวร์ ArchiCAD นอกจากนี้เมื่อปี พ.ศ.2533 การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อแบ่งปันข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์มีจำนวนมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลการออกแบบ CAD จากการใช้แผ่นดิสก์ เป็นการใช้อินเทอร์เน็ตด้วย FTP (File Transfer Protocol) มาทำหน้าที่ในการส่งถ่ายข้อมูลต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต และอีเมลเพิ่มมากขึ้น แนวความคิดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างด้วยข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และนี่จึงเป็นจุดเริ่มต้นของแนวความคิดการบริหารจัดการข้อมูลก่อสร้างในรูปแบบของ Web-based จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายและแนวความคิดของ

แบบจำลองสารสนเทศอาคารพบว่าได้มีผู้นิยามความหมายเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าวเอาไว้อย่างหลากหลาย มีทั้งเนื้อหาที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไป

ในปี พ.ศ. 2551 อีสท์แมน และองค์กรวิจัยและวิเคราะห์ด้านการก่อสร้างแมครอฮิลล์ได้นิยามความหมายแบบจำลองสารสนเทศอาคารว่ากระบวนการสร้างข้อมูลชิ้นส่วน 3 มิติที่สามารถคำนวณขนาดและปริมาณได้โดยมีความละเอียดครบถ้วนและครอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบคุณภาพของงานก่อสร้าง ความสามารถสร้างได้ ลำดับการดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในโครงการสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ

นอกจากนี้ในปีเดียวกันเมนดาติ และนีเดอร์วิน ได้นิยามแบบจำลองสารสนเทศอาคารว่าหมายถึง ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร คุณสมบัติของการใช้งาน รูปร่าง วัสดุและกระบวนการของวงจรชีวิตของอาคาร ที่สามารถแสดงผลออกมาเป็นชิ้นส่วนในลักษณะสามมิติที่เหมือนจริงและสามารถนำไปใช้ได้ในทุกๆ ขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยแบบจำลองสามารถเพิ่มเติมปรับปรุงและแก้ไขข้อมูล โดยมีผู้เกี่ยวข้องได้และในทุกขั้นตอนของโครงการ นอกจากนี้หลักการทำงานดังกล่าวยังเป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจายตัวอย่างไม่เป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องสร้างซ้ำ ให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน และใช้รูปแบบชิ้นส่วนที่ออกแบบถูกต้องเป็นหลักในการออกแบบแทนระบบ CAD เพื่อลดความผิดพลาด

ในปี พ.ศ. 2555 สมาคมสถาปนิกของอเมริกา (American Institute of Architect) และสถาบันที่ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคารแห่งชาติของอเมริกา (National Institute of Building Sciences) ได้กล่าวว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคารคือ เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองของโครงการที่มาจากการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ภายในโครงการเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับประกอบการตัดสินใจในช่วงวงจรของโครงการ

จากนิยามทั้งหมดที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น สามารถนำมาสรุปใจความสำคัญเกี่ยวกับความหมายและแนวความคิดของแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ว่าหมายถึงเทคโนโลยีแนวทางการจัดการข้อมูลอาคารผ่านแบบจำลองอาคารสามมิติ โดยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่ในรูปของฐานข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร รวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโยงและแบ่งปันข้อมูลร่วมกันได้ ทั้งลักษณะทางกายภาพ การวิเคราะห์พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคารรวมถึงขั้นตอนการก่อสร้างและการสื่อสาร (ธณชชา สุขชี, 2554)

2.5.2 กระบวนการทำแบบก่อสร้างระบบทั่วไป

ในการทำแบบก่อสร้างระบบทั่วไปสำหรับการก่อสร้างอาคารนิยมใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป CAD (Computer Aided Design) ที่เป็นเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่นำมาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ โดยแบ่งออกเป็นระบบ 2 มิติและ CAD ในระบบ 3 มิติ โปรแกรมเขียนแบบ

สำเร็จรูป CAD ในกราฟิกที่เป็นการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มาแทนที่วิธีการเขียนแบบดั้งเดิมที่ใช้กระดาษและอุปกรณ์การเขียนแบบ การใช้ซอฟต์แวร์ CAD ยังคงใช้วิธีทำงานเลียนแบบการเขียนแบบเดิม เช่น ผังพื้น รูปด้าน รูปตัดและแบบขยายเป็นต้น โดยใช้เครื่องมือกราฟิกแบบเรขาคณิตสำหรับการสร้างรูปอันประกอบไปด้วยเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลมและตัวหนังสือเป็นต้น ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ CAD จะเหมือนกับการเขียนแบบด้วยมือเพียงแต่เปลี่ยนเครื่องมือในการเขียนเท่านั้น ส่วนโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป CAD ในระบบ 3 มิติ เป็นการสร้างรูปทรงที่มีลักษณะ 3 มิติ โดยมีองค์ประกอบทางกราฟิกซับซ้อนที่มากขึ้นจากกราฟิก 2 มิติ ได้แก่ การประกอบกันของระนาบผิว (Surface) เป็นปริมาตรและวัตถุแบบทึบตัน (Solid) โดยสามารถแสดงผลในมุมมองต่างๆ รวมทั้งการใส่วัตถุและสร้างภาพที่มีความเหมือนจริง (Render) เพื่อใช้ในการนำเสนอได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม CAD จะเป็นการสร้างรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตประกอบขึ้นเป็นตัวงานออกแบบสถาปัตยกรรม โดยจะสังเกตได้ว่าคำสั่งที่ใช้งานของซอฟต์แวร์ CAD จะเป็นคำสั่งในการสร้างรูปกราฟิกเท่านั้น (สมาคมสถาปนิกสยาม, 2558) ข้อมูลที่ได้จากการเขียน CAD ประกอบในส่วนต่าง ๆ ของอาคารโดยการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดและแบบขยายในส่วนต่าง ๆ ตามที่ผู้ออกแบบต้องการแล้วนำมาประกอบขึ้นเป็นแบบก่อสร้างและดำเนินการก่อสร้างตามแบบ (ภาพประกอบ 22)



ภาพประกอบ 22 รูปแบบการนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ CAD

2.5.3. กระบวนการทำแบบก่อสร้างระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคารโดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองอาคารนั้นๆ จำลองการก่อสร้างอาคารจริง แนวคิดของระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ถูกเสนอครั้งแรกโดย เซาว์เลน อีสแมน ดีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ เมื่อปี พ.ศ. 2518 ในครั้งนั้นใช้ชื่อว่า Building Description System จนเมื่อปี พ.ศ. 2529 จึงเปลี่ยนมาใช้ชื่อ Building Information Modeling ที่เสนอโดยโรเบิร์ต ไอท์ ปัจจุบันระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกนำมาใช้กับงานออกแบบมากขึ้นเนื่องจากความสามารถในการผนวกการทำงานออกแบบทั้ง 2 มิติและ 3 มิติเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคารและข้อมูลต่างๆ ในแบบจำลองอาคารไปใช้ในการทำงานขั้นต่อไป รวมถึงงานในสาขาวิชาชีพด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น งานด้านวิศวกรรม งานก่อสร้างและบริหารงานโครงการก่อสร้าง งานบำรุงรักษาและบริหารจัดการอาคาร และงานวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร เป็นต้น ระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะใช้วิธีการสร้างวัตถุองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเลียนแบบของจริง เช่น พื้น ผนัง หลังคา เสา คาน ทั้งในรูป 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบกันเป็นตัวอาคารจำลองโดยสามารถใส่ข้อมูลสารสนเทศของวัตถุองค์ประกอบอาคารนั้นๆ เพิ่มเติมเข้าไปได้ หลักการทำงานกระบวนการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศถือเป็นแนวทางในการทำงานที่มาพร้อมกับการเจริญเติบโตของระบบดิจิทัลผ่านการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อตอบสนองความเจริญเติบโตทางด้านธุรกิจ ซึ่งมีความต้องการข้อมูลที่ถูกต้องผ่านการบริหารจัดการมาเป็นอย่างดี และมีการนำเสนอผลงานในลักษณะเสมือนจริงที่สามารถรับรู้มิติผ่านสื่อเชื่อมโยงทางอิเล็กทรอนิกส์ (ทรงพล ยมนา, 2553)

แบบจำลองสารสนเทศเป็นหลักการทำงานที่รวมกันระหว่าง Building Product Model และ Object-based parametric modeling ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์และสนับสนุนการทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลดิจิทัล ซึ่งสามารถทำการบริหารจัดการ เปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมข้อมูลเหล่านั้นได้ตลอดเวลา นอกจากนั้นข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทุกมุมมองจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ โดยหลักการทำงานดังกล่าวเริ่มต้นด้วยแนวความคิดในการดึงข้อมูล (Capturing) และการบริหารจัดการข้อมูลอาคาร และแสดงข้อมูลเหล่านั้นในแบบอย่างหรือวิธีการที่ใช้กันหรือวิธีการที่มีความเหมาะสมต่อการสื่อสาร โดยแบบจำลองข้อมูลอาคารจะเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มสร้างตัวแบบจำลองรวมถึงขั้นตอนการจัดเก็บและบริหารจัดการไว้ในฐานข้อมูลโครงการและอนุญาตให้ทุกคนในโครงการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ จึงกลายเป็นการมองเห็นข้อมูลที่อธิบายถึงตัวโครงการข้อมูลของแบบจำลองสารสนเทศจะถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (Data Base) แทนที่จะอยู่ในรูปแบบที่จะต้องใช้ในการนำเสนอเท่านั้น ตัวสร้างแบบจำลองจะแสดงข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปและจัดการข้อมูลเพื่อนำข้อมูลออกมาเสนอเพื่อให้ผู้ดูเข้าใจแบบได้มากที่สุด (Autodesk, 2545) การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศ ใน

การออกแบบก่อสร้างในปัจจุบัน มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในหลายประเทศและใน อนาคตยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการสำรวจและเปรียบเทียบระดับการประยุกต์ใช้ แบบจำลองสารสนเทศในสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2552 พบว่ามีการ ประยุกต์ใช้งานเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 28 เป็นร้อยละ 48 หรือเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 75 ภายในระยะเวลา เพียง 2 ปี จากการสำรวจองค์กรสถาปนิก 100 อันดับแรกของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า 45 จาก 48 องค์กรที่ดำเนินการสำรวจหรือประมาณร้อยละ 94 มีการใช้งานและเห็นตรงกันว่าระบบ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร BIM มีประโยชน์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม (National Institute of Building Sciences (NIBS), 2553) การทำงานของระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารจึงเป็น การสร้างแบบจำลองอาคารขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบบจำลองอาคารนี้ประกอบขึ้นจาก องค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร (Building Component) เช่น เสา ผนัง พื้น หลังคา ประตู หน้าต่าง ซึ่ง องค์ประกอบต่างๆ จะประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก(Graphics) ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น ขนาด ระยะ สี วัสดุ เป็นต้นและข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) เช่น ข้อมูลผู้ผลิต รุ่น ราคา เป็นต้น ซึ่งระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะทำการเก็บแบบจำลองอาคารพร้อมข้อมูลสารสนเทศ ทั้งหมดรวมไว้ที่ฐานข้อมูลกลางของระบบ ระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะสามารถ แสดงผลแบบจำลองอาคารให้อยู่ในรูปของมุมมอง (View) ลักษณะต่างๆ ที่เหมาะสมตามการใช้งาน ได้ เช่น มุมมองรูป 2 มิติ ได้แก่ ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด หรือมุมมองรูป 3 มิติ ได้แก่ รูปทัศนียภาพ รูปไอโซเมตริก เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในรูปของตารางรายการข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาตรวัสดุ พื้นที่ใช้สอย จากแบบจำลองอาคารได้อีกด้วย และเนื่องจากระบบการทำแบบจำลอง สารสนเทศอาคารจัดเก็บข้อมูลแบบจำลองอาคารทั้งหมดรวมอยู่ในฐานข้อมูลกลาง ดังนั้นเมื่อ ผู้ใช้งานทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขส่วนใดในแบบจำลองอาคาร การแก้ไขก็จะส่งผลไปยังฐานข้อมูล กลางการแสดงผลแบบจำลองอาคารในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย (ภาพประกอบ 2.23) ระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารยังมีการสร้างความสัมพันธ์ ตัวแปร (Parameter) ระหว่างองค์ประกอบในแบบจำลองอาคาร ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดและระยะ ต่างๆ ของงานออกแบบได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น (สมาคมสถาปนิกสยาม, 2558)



ภาพประกอบ 23 รูปแบบการนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ BIM

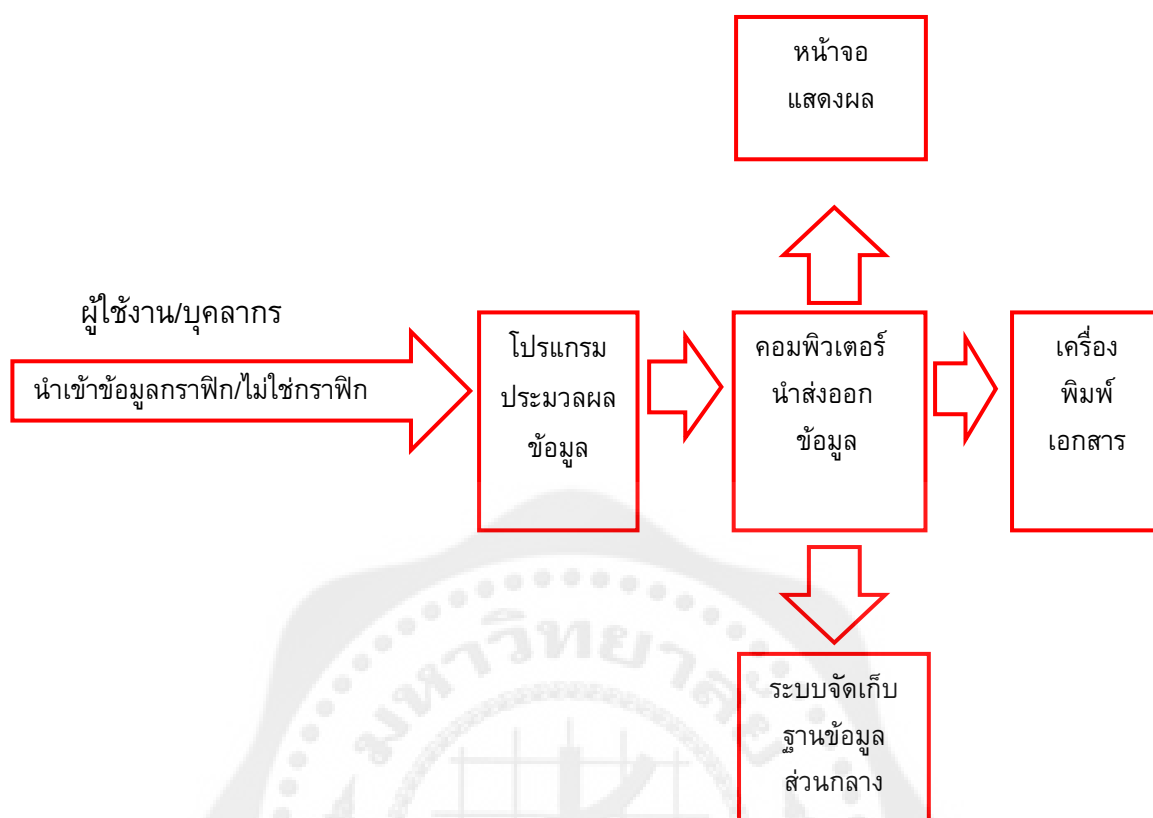
2.5.4 บุคลากรเครื่องมือและอุปกรณ์

ระบบสารสนเทศอาคารประกอบไปด้วยส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ บุคลากรผู้ใช้งาน โปรแกรมสำเร็จรูปของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร คอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน โดยแสดงความสัมพันธ์กันของส่วนที่เกี่ยวข้องดังภาพประกอบ 24 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อจำกัดและคุณสมบัติดังนี้

1. บุคลากร เป็นผู้ที่ชำนาญการการใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารและประยุกต์ใช้งานกับโปรแกรมอื่นๆ เช่นโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD มีความเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างทั้งในรูปแบบการก่อสร้างระบบทั่วไปและระบบโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

2. โปรแกรม คือส่วนที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นำส่งเข้ามาสู่คอมพิวเตอร์ประมวลผลตามวัตถุประสงค์จากนั้นจะส่งผลที่ได้ไปแสดงและจัดเก็บยังฐานข้อมูลส่วนกลางของระบบ ปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่แพร่หลายกันมาก อาทิ Allplan ArchiCAD และ Autodesk Revit เป็นต้น

3. คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ในการประมวลผลข้อมูลร่วมกับโปรแกรม และจัดเก็บเอกสารข้อมูล แสดงผลทั้งในส่วนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ยังรวมไปถึงการส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์เอกสาร และสามารถส่งไปยังฐานข้อมูลส่วนกลาง โดยคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่จะรองรับการทำงานระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แนะนำตามภาพประกอบ 25 สำหรับโปรแกรม Autodesk Revit



ภาพประกอบ 24 การส่งต่อข้อมูลสารสนเทศกับบุคลากร เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้งาน

Autodesk Revit 2017	
Host Operating	Mac [®] OS X [®] 10.10.3 "El Capitan"
System & Hardware	MacBook Pro [®] 10,1; iMac [®] 14,1 or newer
Memory	16 GB
CPU Type	2.7 GHz quad-core Intel [®] Core i7™ recommended
Virtualization Software	Parallels Desktop [®] 11 for Mac or newer
Virtual Machine Operating System*	Microsoft [®] Windows [®] 7 SP1 64-bit: Enterprise, Ultimate, Professional, or Home Premium Microsoft [®] Windows [®] 8.1 64-bit: Enterprise, Pro, or Windows 8.1 Microsoft [®] Windows [®] 10 64-bit: Enterprise, or Pro
Virtual Machine	Microsoft [®] Internet Explorer [®] 7.0 (or later)
Virtual Machine Memory	8 GB RAM
Virtual Machine Video Adapter	512 MB video memory minimum dedicated to the Microsoft [®] Windows [®] Virtual Machine.
Video Adapter	NVIDIA [®] GeForce [®] GT 650M - 2,880 × 1,800 with 24-bit color Intel [®] Iris Pro - 1,920 x 1080 with 32-bit color or newer (see Virtual Video Adapter note)
Disk Space	Minimum 40 GB free disk space; recommend 100 GB free disk space available
Media	Download or installation from USB key
Pointing Device	MS-Mouse or 3Dconnexion [®] compliant device
Connectivity	Internet connection for license registration and prerequisite component download

ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างแนะนำคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่รองรับการทำงาน
ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในกระบวนการวิจัยระบบแบบจำลองสารสนเทศมีการวิจัยในส่วนของงานดังกล่าว ในปี พ.ศ.2554 ซีเอส เซม และคนอื่นๆ (2554) ได้ศึกษาวิจัยในประเทศเกาหลีโดยการนำระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในการออกแบบและการก่อสร้างสะพาน พบว่าสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตและลดความเสี่ยงในกระบวนการทำงานสามารถทำงานร่วมกันได้ระหว่างการออกแบบและการก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนโครงการก่อสร้างสะพานไปจนถึงขั้นตอนการก่อสร้างแบบจำลองข้อมูลสะพานที่จะถูกแก้ไขไปก่อนการก่อสร้างจริงจะเกิดขึ้น

โรซาน่า ทาคิม (2556) ทำการวิจัยการสร้างแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ในประเทศมาเลเซีย เพื่อพัฒนาในกระบวนการทำงานในด้านการก่อสร้าง โดยการศึกษาจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 5 กลุ่ม ทั้งหน่วยงานสาธารณะและหน่วยงานเอกชน ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโดยการใช้แบบจำลองข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศพบว่าอาคารทำให้อุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพโดยมีปัจจัยในการนำไปใช้ในระดับชาติ เกิดระเบียบนโยบายมาตรฐานอุตสาหกรรมเป็นประโยชน์ในการแข่งขันทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมก่อสร้างมีความสะดวกในการใช้งาน และในองค์กรเกิดความโปร่งใสในโครงการ

เฟอร์นันโด จี (2556) ได้ทำการศึกษาโครงการที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ประเทศอังกฤษในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยการรวบรวมข้อมูลที่ใช้แบบสำรวจในลักษณะที่ช่วยให้สามารถรวบรวมคุณภาพและปริมาณเกี่ยวกับโครงการที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร จากการศึกษาพบว่าการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารทำให้เวลาในการดำเนินการของโครงการลดลงเมื่อเทียบกับระบบวิธี CAD ประมาณร้อยละ 15-20

ที่ประเทศอินเดียในปี พ.ศ. 2557 โรแมส คาแนน ได้ทำการศึกษาแบบจำลองสารสนเทศอาคารในการนำวิเคราะห์การติดตั้งแบบหล่อคอนกรีตระบบการเลื่อนตัวในแนวดิ่งด้วยไฮดรอลิก (Slipform) ในอาคารสูงที่มีรูปแบบการหล่อที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถลดความผิดพลาดในการติดตั้งอุปกรณ์แบบหล่อคอนกรีตทำให้ลดค่าใช้จ่าย เวลาในการทำงาน คุณภาพและความปลอดภัย ที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารประกอบการวางแผนการทำงานล่วงหน้า

สำหรับประเทศไทยนั้นในปี พ.ศ. 2556 โชคชัย ทวีประโคนและคณะได้ทำการศึกษาการประยุกต์งานเขียนแบบ 3 มิติ ในงานก่อสร้างโดยประยุกต์กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ให้มีผลลักษณะของงานเขียนแบบมีความเสมือนจริง และทำการรวบรวมวิธีการเขียนแบบ 2 ชั้น 3 มิติ เพื่อสร้างแบบภาพ และทำการประเมินผลงานก่อนและหลังจากการประยุกต์การเขียนแบบ 3 มิติในงานก่อสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลจากการศึกษาพบว่าการประยุกต์งานเขียนแบบ 3 มิติในงานก่อสร้างสามารถสร้างภาพเสมือนจริงของแบบการมองเห็นภาพ 3 มิติ ทำให้เข้าใจถึงลักษณะของ พื้นผิว วัสดุก่อสร้าง ลดปัญหาความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากความเข้าใจผิดในการอ่านแบบการก่อสร้างได้

ในปี พ.ศ. 2556 ณัฐรดี ลั่นคำ ได้ศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศอาคารก่อสร้างทั่วไปในการนำมาประมาณราคาก่อสร้างเปรียบเทียบกับ การคำนวณด้วยมือ เพื่อศึกษาการทำงานของเทคโนโลยีระบบสารสนเทศอาคารโดยสร้างในลักษณะรูปแบบพื้นรูปด้านและรูป 3 มิติ พร้อมกับข้อมูลของวัสดุ ซึ่งการวิจัยหลังจากใช้งานพบว่า การเขียนแบบมีความสะดวกมากขึ้น ความผิดพลาดที่เกิดระหว่างการแก้ไขแบบลดลง และหมดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อนไปหากเทียบกับการเขียนแบบโดยโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD แบบเดิม ประหยัดเวลามากขึ้นแต่ทั้งนี้ตัวแปรสำคัญในการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคือการสร้างแบบจำลองให้ถูกต้อง ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญ อีกทั้งในเรื่องของเวลา การประมาณหาปริมาณวัสดุด้วยโปรแกรม Autodesk Revit นั้นใช้เวลาน้อยกว่าการคำนวณด้วยมือ แต่จะใช้เวลามากกว่าเมื่อรวมเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วย ซึ่งในการเรียนรู้โปรแกรมนี้ในช่วงแรกอาจเสียเวลามาก แต่หากใช้งานจนเกิดความชำนาญจะสามารถใช้ระยะเวลาได้คุ้มค่ากว่าการคำนวณด้วยมือ

ซึ่งในงานวิจัยที่ผ่านมา นั้นการใช้ประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศสามารถช่วยในการปรับปรุงรูปแบบการทำงานจากอดีตได้หลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาแบบจำลองสารสนเทศนำมาใช้ในงานของอาคารที่เป็นระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปทั้งหมด เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลเพื่อเป็นประโยชน์ต่อที่จะทำการใช้งานอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

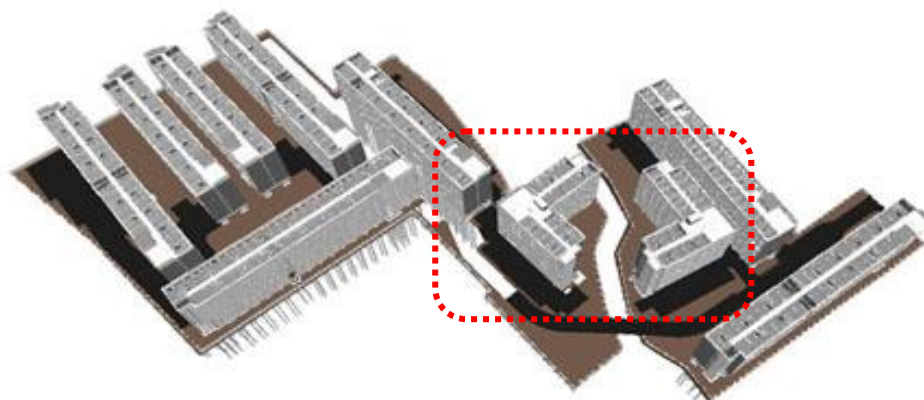
จากงานวิจัยที่ผ่านมา นั้น ทำให้ทราบถึงผลในการนำระบบแบบจำลองสารสนเทศมาช่วยในการก่อสร้างอาคารระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนของการบวนการทำแบบก่อสร้าง การประมาณราคา การผลิต การติดตั้งขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนบริหารงานก่อสร้างของอาคาร ดังนั้นจึงมีแนวทางการวิจัยและรายละเอียดดังแสดงต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลโครงการที่ทำการวิจัย

เจ้าของโครงการบริษัท เฮลิคซ์ จำกัด ก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยรวมสูง 8 ชั้น จำนวน 10 อาคาร ห้องพักรวม 1,932 ยูนิต พื้นที่โครงการก่อสร้างประมาณ 17 ไร่สถานที่โครงการ ถนนเจริญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร มูลค่างานรวม 1,200,000,000 บาท วันที่เริ่ม 1 กันยายน 2558 วันสิ้นสุด 12 ธันวาคม 2559 รวมระยะเวลาดำเนินการ 468 วัน ซึ่งอาคารที่ใช้ศึกษา เลือกอาคารจำนวน 2 หลัง ที่มีขนาดและพื้นที่ใช้สอยเท่ากันตามภาพประกอบ 26 และ 27



ภาพประกอบ 26 บริเวณที่ตั้งของโครงการที่ทำการวิจัย (Google map, 2015)



ภาพประกอบ 27 แบบจำลองอาคารของโครงการก่อนการก่อสร้าง

3.2 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

ศึกษาแบบก่อสร้างของงานโครงสร้างในองค์ประกอบอาคารของชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจากรูปแบบที่ได้จากการใช้ระบบทั่วไปและระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ครอบคลุมการวิจัยในกระบวนการทำแบบก่อสร้าง การประมาณราคา การผลิต การติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและการวางแผนบริหารงานก่อสร้างของอาคาร ในส่วนของปริมาณวัสดุต่างๆ เช่น คอนกรีต เหล็กเสริมแบบหล่อ ทำการวิจัยในโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น จำนวน 2 หลัง ที่ใช้ระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยในส่วนอาคารหลังที่ 1 ใช้รูปแบบระบบทั่วไปในการทำแบบก่อสร้างอาคารโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel และอาคารหลังที่ 2 ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit และทำการวิเคราะห์ข้อมูลชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในงานโครงสร้างเสา คาน พื้น ผนัง และบันไดของอาคารซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในส่วนของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้งานระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ผ่านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version) ของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบชั้นส่วนสำเร็จรูปเทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในระบบรูปแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version) ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel
3. ประยุกต์ใช้งานของฐานข้อมูลส่วนกลางจากระบบแบบจำลองสารสนเทศไปใช้ในส่วนของการวางแผนงานก่อสร้าง

3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

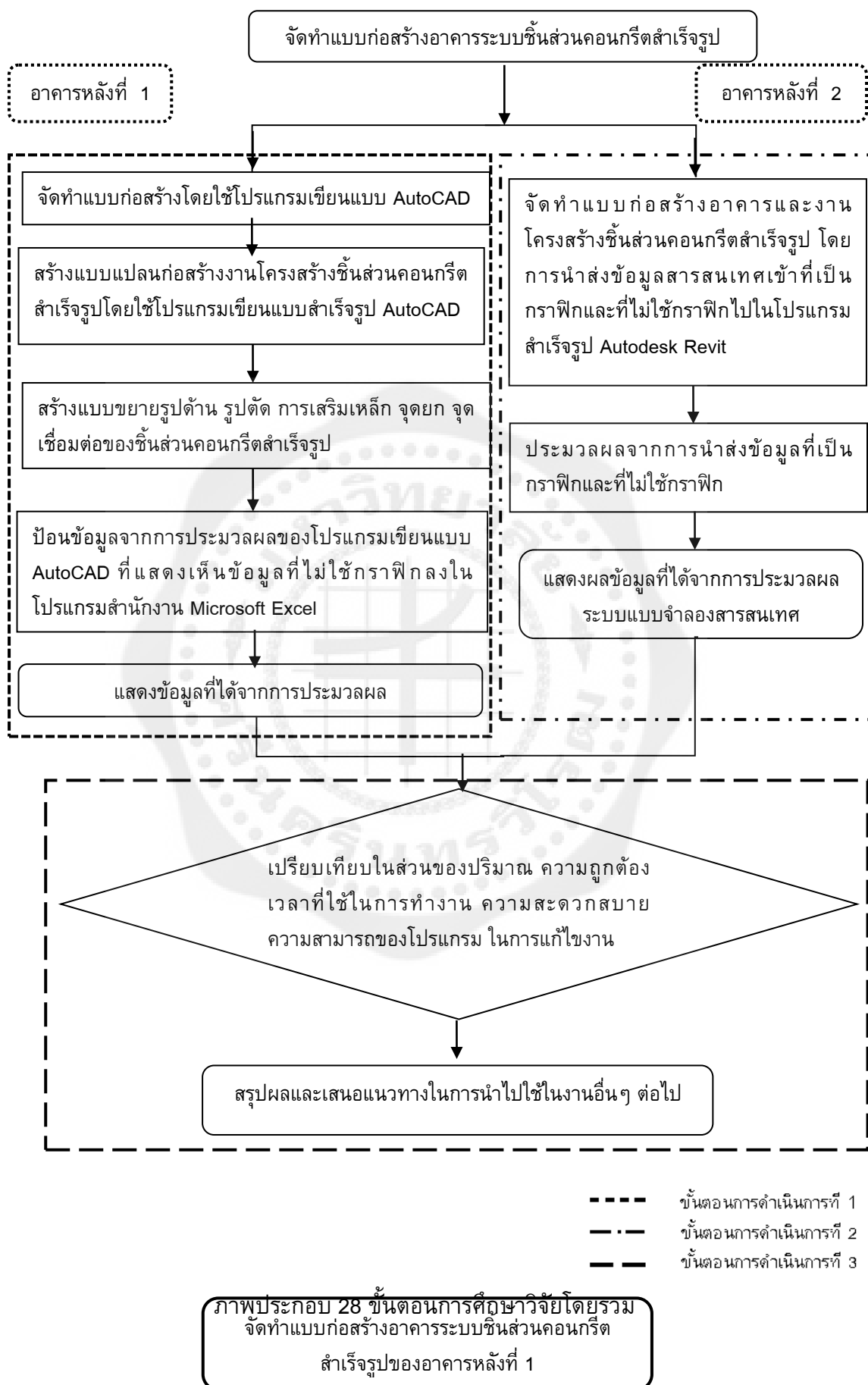
จากการศึกษาจัดทำรูปแบบก่อสร้างและแบบขยายรายละเอียดขององค์ประกอบของอาคารในส่วนต่างๆโดยใช้มาตรฐาน (เทิดธรรม ยอดพฤติการณ์, 2555) ในการทำแบบก่อสร้างและจัดทำแบบขยายขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น คอนกรีต เหล็กเสริม แบบหล่อ เพื่อนำมาอ้างอิงในการเตรียมงานของการประมาณราคา การผลิต การติดตั้งในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของทั้งสองอาคาร มีขั้นตอนการศึกษา (ภาพประกอบ 28) ดังนี้

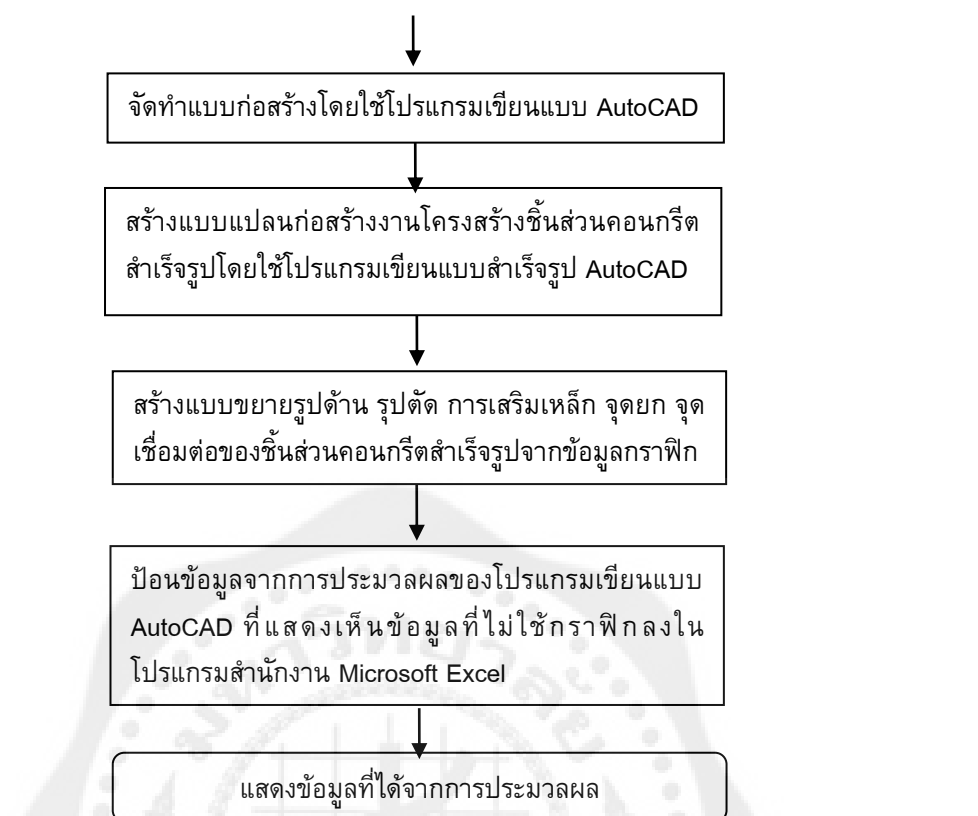
3.3.1. ในส่วนของอาคารหลังที่ 1 ศึกษาวิธีการทำแบบก่อสร้างอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (ภาพประกอบ 29 ถึง 30) ดำเนินการทำแบบแปลนโครงสร้างอาคารขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยกำหนดมิติ ความกว้าง ความยาวตามความต้องการของผู้ออกแบบและมาตรฐานงานเขียนแบบ ทำแบบแสดงรูปด้านอาคาร และรูปตัดอาคาร เพื่อแสดงมิติ ความลึก ความสูง และรายละเอียดต่างๆ ทำแบบขยายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนต่างๆ ของอาคารที่จำเป็น เช่น การเสริมเหล็ก จุดยกชิ้นงาน จุดเชื่อมต่อ ก่อนทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ออกแบบและตรวจสอบปริมาณวัสดุในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงาน โดยใส่ข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง จากการประมวลผลของโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ซึ่งผลข้อมูลที่ได้ในส่วนของแบบขยายเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะใช้ในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในชิ้นส่วน และงานประมาณราคา

3.3.2. ศึกษาการทำแบบก่อสร้างขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศในอาคารหลังที่ 2 เป็นวิธีการทำแบบก่อสร้างโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศโดยการนำส่งข้อมูลสารสนเทศต่างๆ เข้าโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (ภาพประกอบ 31 ถึง 32) ทำการสร้างแบบจำลองตัวอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นมา โดยเริ่มจากการทำแบบแปลนของตัวอาคารนำส่งข้อมูลสารสนเทศเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูปประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิกทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น ระยะ ขนาด วัตถุ สี เป็นต้น และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก เช่น ข้อมูลผู้ผลิต ราคา รุ่น เป็นต้น ประสานงานในส่วนแบบที่เกี่ยวข้องแสดงข้อมูลเป็นแบบ 3 มิติได้ ในส่วนของการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปยังสามารถตัด ขยายแบบก่อสร้างอาคารให้เห็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทุกมุมมอง โดยชิ้นส่วนโครงสร้างผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของตัวอาคารหลังที่ 2 ที่นำมาแยกพิจารณาเป็นกรณีศึกษา หลังจากโปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลจะแสดงผลออกมาเป็นตาราง แสดงแบบขยายรูปด้าน รูปตัดและรูป 3 มิติ ได้ทุกมุมมองและเมื่อเลือกชิ้นส่วนใดที่จะนำมาศึกษาแบบจำลอง จะแสดงชื่อรหัส ชิ้นส่วนนั้นประกอบด้วย หลังทำการเลือกชิ้นส่วนโครงสร้างผนังสำเร็จรูปของอาคารตามที่แสดงไว้ในแปลนแบบจำลองโครงสร้าง เพื่อนำมาทำการตรวจสอบงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนดังกล่าวของโครงสร้างผนังสำเร็จรูปโปรแกรมประมวลผลและแสดงผลของรายละเอียดรูปตัด ขยาย แบบ 2 มิติ และ 3 มิติของชิ้นส่วนโครงสร้างผนังสำเร็จรูปพร้อมผล ขนาด ชนิด และปริมาณวัสดุในชิ้นงาน

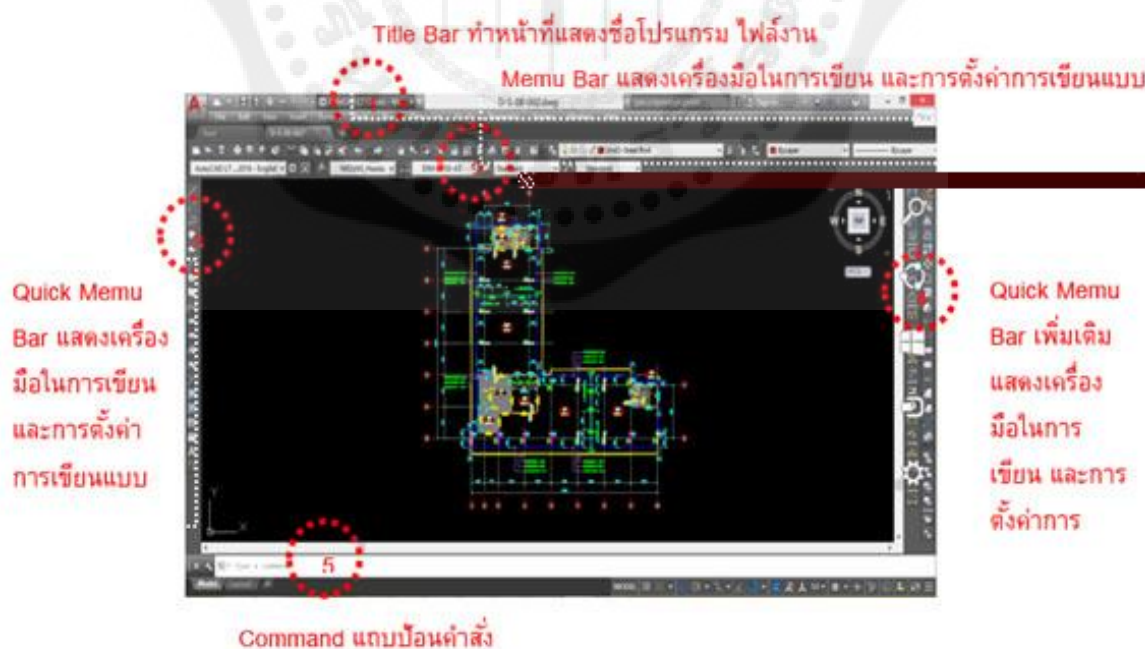
กระบวนการวิจัยในอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป





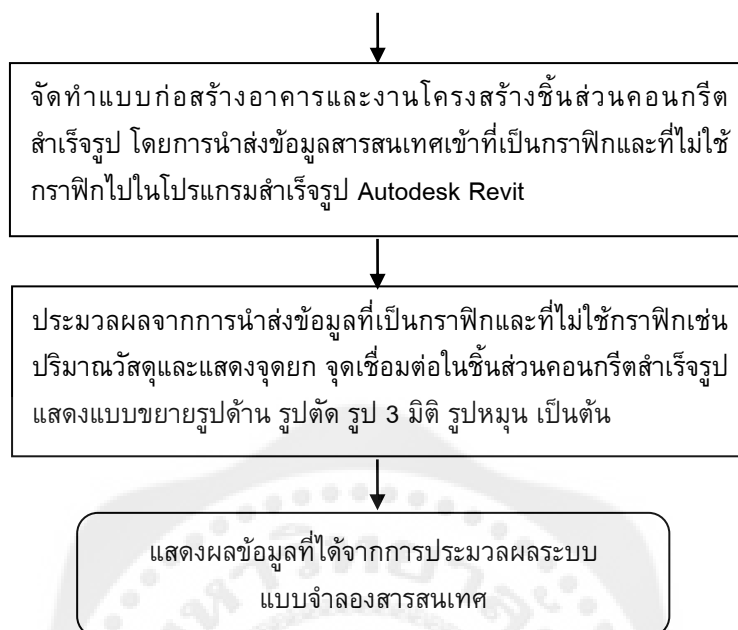


ภาพประกอบ 29 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยของอาคารหลังที่ 1

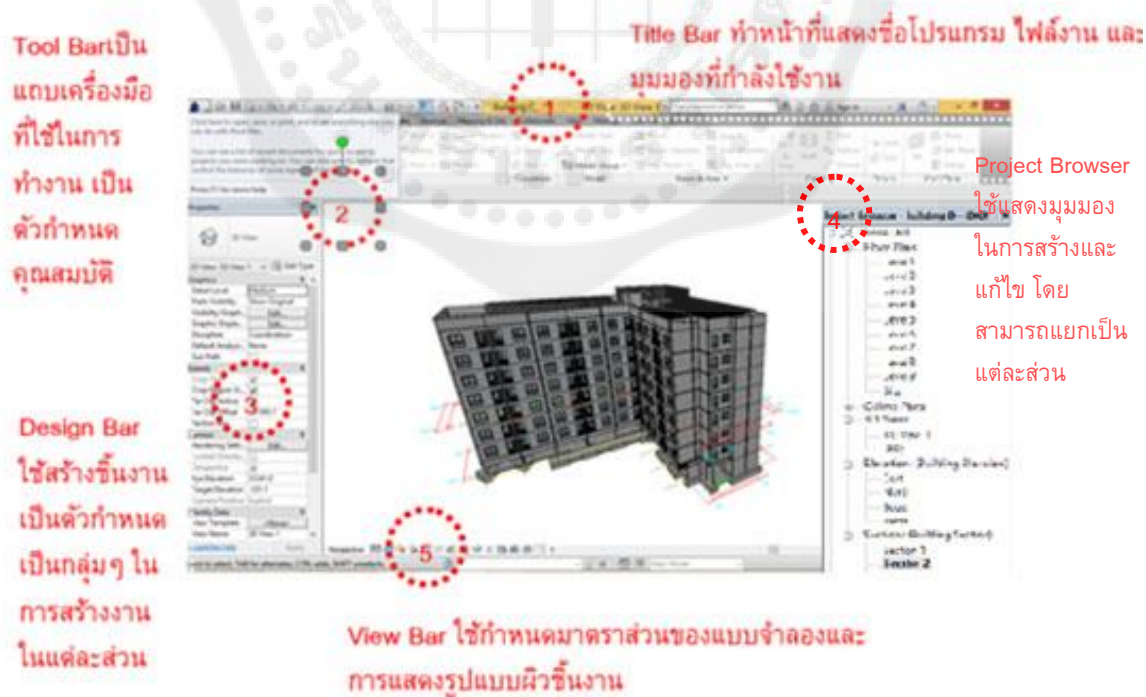


ภาพประกอบ 30 ส่วนประกอบคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD เบื้องต้น

จัดทำแบบก่อสร้างอาคารระบบชั้นส่วนคอนกรีต
สำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 2

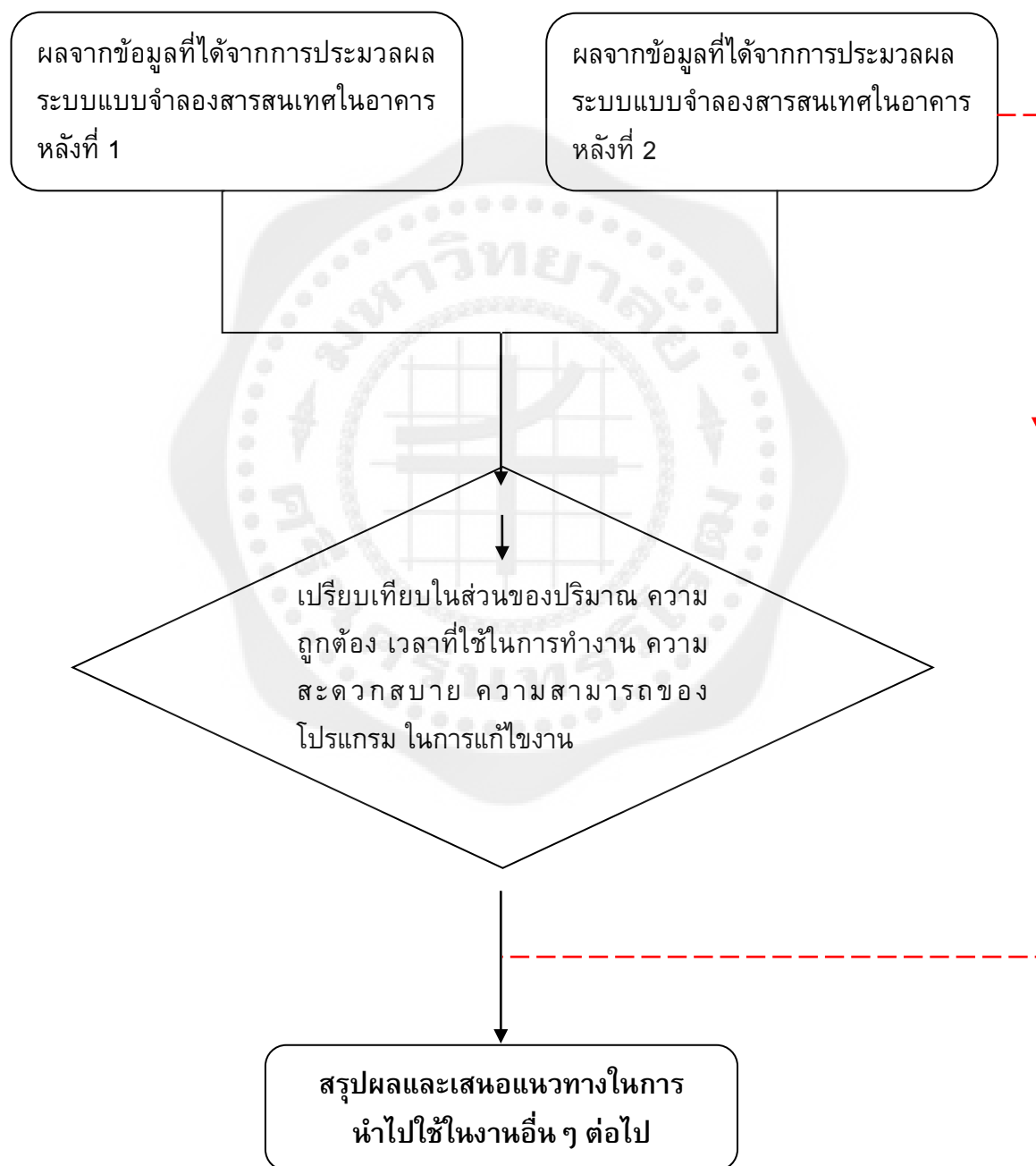


ภาพประกอบ 31 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยของอาคารหลังที่ 2



ภาพประกอบ 32 ส่วนประกอบคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit

3.3.3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการใช้งานของอาคารคอนกรีตระบบชั้นส่วนสำเร็จรูประบบรูปแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version) ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel เทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในระบบแบบจำลองผ่านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit ของการก่อสร้างอาคารหลังที่ 2 และนำรูปแบบระบบจำลองสารสนเทศไปประยุกต์ใช้งานของฐานข้อมูลส่วนกลางในส่วนของการวางแผนงานก่อสร้างแสดงดังภาพประกอบ 33



ภาพประกอบ 33 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลและนำไปประยุกต์ใช้ในส่วนอื่น ๆ

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

ในการวิจัยเป็นการนำโปรแกรมเครื่องมือและบุคลากรที่มาทำวิจัยโดยมีระบบการทำงานดังแสดงต่อไปนี้

1. ในขั้นตอนกระบวนการวิจัยเป็นการนำโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version) โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version) และโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาประกอบการทำวิจัย เพื่อนำข้อมูลทั้งในส่วนที่เป็นกราฟิกและที่ไม่ใช่กราฟิกเข้าไปจัดเก็บและวิเคราะห์

2. บุคลากร ต้องเป็นผู้ที่ชำนาญการการใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศและประยุกต์ใช้งานกับโปรแกรมอื่นๆ และเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างทั้งในรูปแบบการก่อสร้างระบบทั่วไปและระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

3. คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมโปรแกรมและจัดเก็บข้อมูลและแสดงผลออกมาทำการวิเคราะห์ทั้งในส่วนที่แสดงบนหน้าจอและอุปกรณ์พิมพ์เอกสาร

4. ข้อมูลนำส่งเข้าออกทั้งในส่วนของกราฟิก (ขนาด ระยะ สี) และที่ไม่ใช่กราฟิก เช่น ข้อมูลผู้ผลิต รุ่น ราคา เป็นต้น

ซึ่งผลการวิจัยที่แสดงออกมานั้นจะปรากฏในกระบวนการวิเคราะห์ผลที่ได้จากกระบวนการขั้นตอนอื่นๆ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 กระบวนการดำเนินงานวิจัย

กระบวนการวิเคราะห์ผลการวิจัยของทั้งสองอาคารโดยการทำแบบก่อสร้างและจัดทำแบบขยายรวมทั้งการประมาณการวัสดุในชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของงานโครงสร้างเสา คาน พื้น ผนัง และบันไดของอาคาร โดยมีรูปแบบกระบวนการดำเนินงานและผลการวิจัยดังนี้

4.1.1. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบก่อสร้างระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของทั้ง 2 หลัง ที่ใช้ระบบการทำแบบก่อสร้างแตกต่างกัน โดยอาคารหลังที่ 1 ใช้รูปแบบระบบทั่วไปในการทำแบบก่อสร้างอาคารโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ในการถอดปริมาตรวัสดุภายในชั้นส่วน และอาคารหลังที่ 2 ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit ซึ่งใช้เกณฑ์การวัดผลและวิเคราะห์ดังนี้

- ระยะเวลาของขั้นตอนในการสร้างแบบก่อสร้างอาคาร แบบขยายชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และลักษณะการนำส่งข้อมูลที่มีผลต่อระยะเวลาในการเขียนแบบ
- ความสะดวกสบายในส่วนของระบบขั้นตอนการใช้โปรแกรม การนำส่งข้อมูล การเขียน การแสดงผลของแบบก่อสร้าง ภาพตัดของอาคารและชั้นส่วนสำเร็จรูป มุมมองการใช้งานและการทำความเข้าใจแบบก่อสร้าง
- ความถูกต้องของแบบก่อสร้าง พิจารณาผลจากการเขียนและการแสดงผลออกของแบบก่อสร้างที่ออกมาจากระบบที่ใช้ในการทำแบบก่อสร้างซึ่งมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจากระบบที่ใช้งานแตกต่างกัน
- การแก้ไขชิ้นงาน ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบหากเกิดการผิดพลาดหรือมีการแก้ไขรูปแบบของแบบการก่อสร้าง ความสามารถในการแก้ไขแบบงานจากจุดๆหนึ่งซึ่งอาจมีผลต่อแบบอีกหลายๆ จุด การเชื่อมโยงกันของระบบที่ใช้ทำให้เกิดการแก้ไขได้ง่ายและถูกต้องตามส่วนประกอบของอาคารที่ได้แก้ไขไปแล้ว

4.1.2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของอาคารระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนของงานโครงสร้างเสา คาน พื้น ผนัง และบันไดของกระบวนการผลิตและติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยรวบรวมผลจากเกณฑ์การวัดผลและวิเคราะห์ของทั้ง 2 อาคารที่ใช้ระบบในการก่อสร้างที่ต่างกัน มาเปรียบเทียบ

โดยผลการศึกษาที่ได้นั้นเป็นการรวบรวมผลเฉพาะในโครงการก่อสร้างระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ทำการวิจัยเท่านั้น ไม่ได้ครอบคลุมในส่วน of โครงการอื่น ๆ

4.2 ผลการวิจัย

จากการดำเนินการจัดทำแบบก่อสร้างอาคาร ในโครงการที่ทำการวิจัยโดยเลือกรูปแบบของอาคารที่มีลักษณะรูปแบบของอาคารและพื้นที่ใช้สอยที่เหมือนกันเพื่อให้สะดวกต่อการเปรียบเทียบวิเคราะห์ผลในส่วนที่เกี่ยวข้องได้อย่างชัดเจนของแบบขยายรายละเอียดองค์ประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร และการถอดปริมาณวัสดุในส่วนของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป ซึ่งมีช่วงระยะเวลาก่อสร้างของอาคารในส่วนของการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1 ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 20 ธันวาคม 2558 ถึง 18 พฤษภาคม 2559 (ภาพประกอบ 34 ถึง 35) และอาคารหลังที่ 2 เริ่มดำเนินการ 20 กุมภาพันธ์ 2559 ถึง 19 กรกฎาคม 2559 โดยใช้ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เริ่มโครงการจนจบการติดตั้งระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นเวลามากกว่า 1 ปี เนื่องจากขั้นตอนในการทำแบบสำหรับก่อสร้างจะต้องจัดทำก่อนการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่โครงการประมาณ 3 เดือน ซึ่งมีวิธีการของแต่ละอาคารที่ทำการวิจัยโดยที่ขั้นตอนการวิจัยอาคารหลังที่ 1 นั้นได้ใช้รูปแบบระบบทั่วไปในการทำแบบก่อสร้างอาคารโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ในการจัดทำแบบก่อสร้างและการถอดปริมาณวัสดุภายในชิ้นส่วน ส่วนอาคารหลังที่ 2 ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit จัดทำแบบก่อสร้างอาคารและแบบขยายชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ก่อนนำผลการศึกษาจากทั้งสองอาคารนำมาวิเคราะห์การดำเนินการโดยในส่วนระยะเวลา ความสะดวกสบาย และการแก้ไขซึ่งมีผลการวิจัยโดยในแต่ละอาคารตามลำดับดังนี้



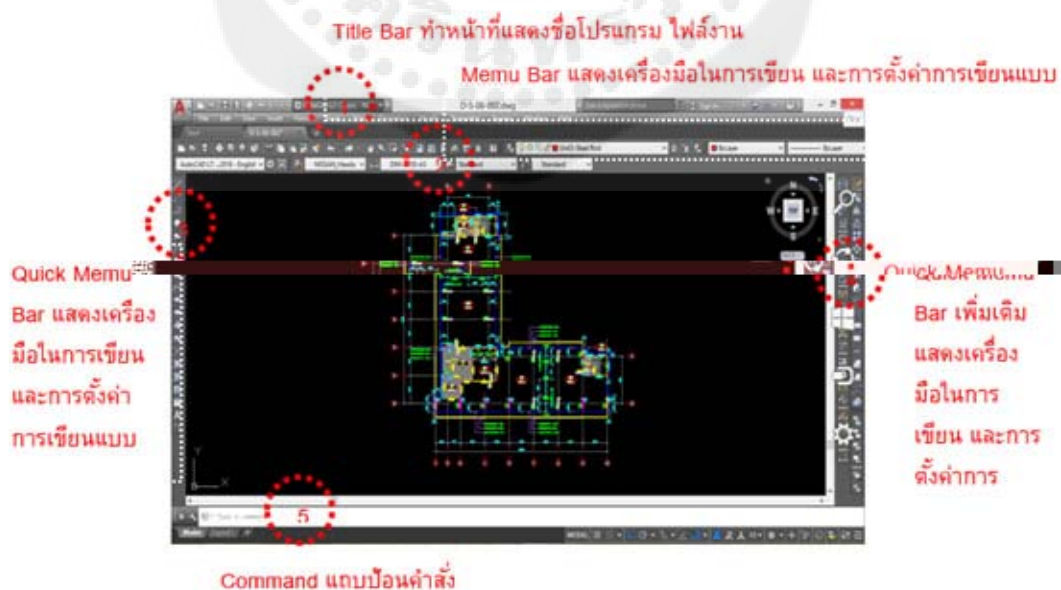
ภาพประกอบ 34 ผังแสดงอาคารของโครงการ



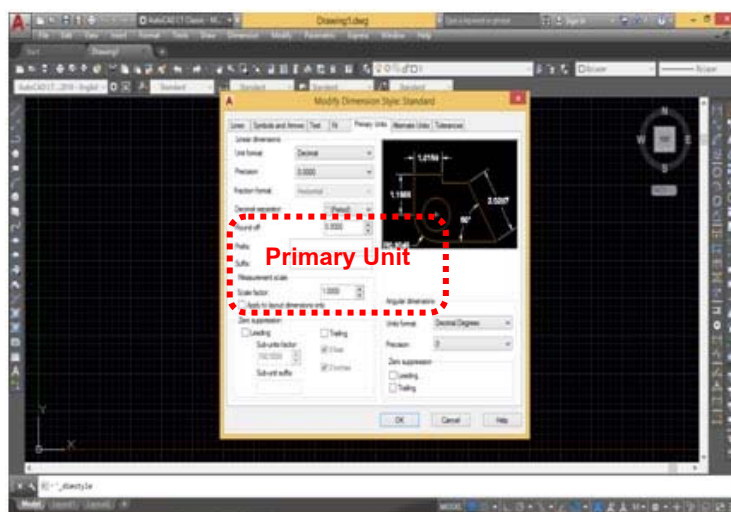
ภาพประกอบ 35 ภาพถ่ายทางอากาศของอาคารทั้ง 2 หลังเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ

4.2.1 ผลการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 1

จากผลที่ได้จากการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 1 ในรูปแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ในการทำแบบก่อสร้างตัวอย่างการใช้คำสั่งในโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบที่ 36 และ 37 โดยใช้รูปแบบมาตรฐานในการเขียนแบบ (มาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง) เป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการอ้างอิงเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในรูปแบบของแบบก่อสร้างได้ชัดเจน ดังนี้



ภาพประกอบ 36 ส่วนประกอบคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD เบื้องต้น



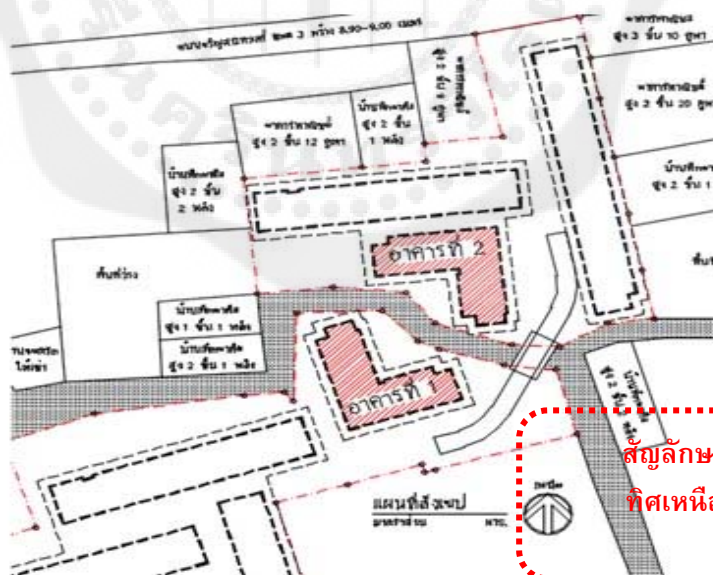
เมนู คำสั่งการปรับตั้ง
มาตราส่วนของ
โปรแกรมโดยเข้าที่
Primary Unit และ
ปรับตั้งค่าของหน่วย
และจำนวนหลักของ
ทศนิยม

ภาพประกอบ 37 การกำหนดมาตราส่วนการเขียนของโปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD

1. ข้อมูลพื้นฐานในการเขียนแบบโครงการ

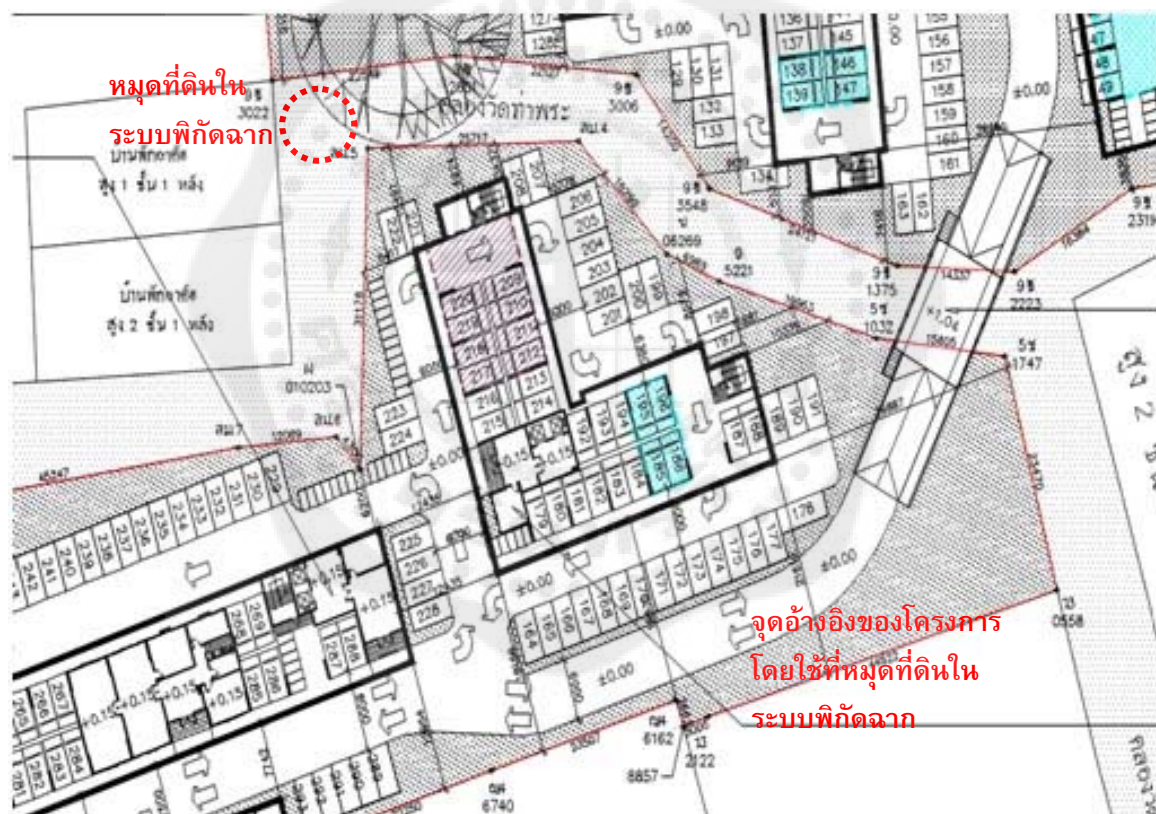
ก. การแสดงตำแหน่งทิศทางและการวางอาคารกับผังแปลนของโครงการ

ในการกำหนดสัญลักษณ์แสดงทิศเหนืออ้างอิงกับทิศเหนือจริงของโครงการและในแบบแปลนงานนั้นต้องมีทิศทางของทิศเหนือกำกับ เพื่อใช้อ้างอิงการวางอาคารอื่นให้สอดคล้องกันดังภาพประกอบที่

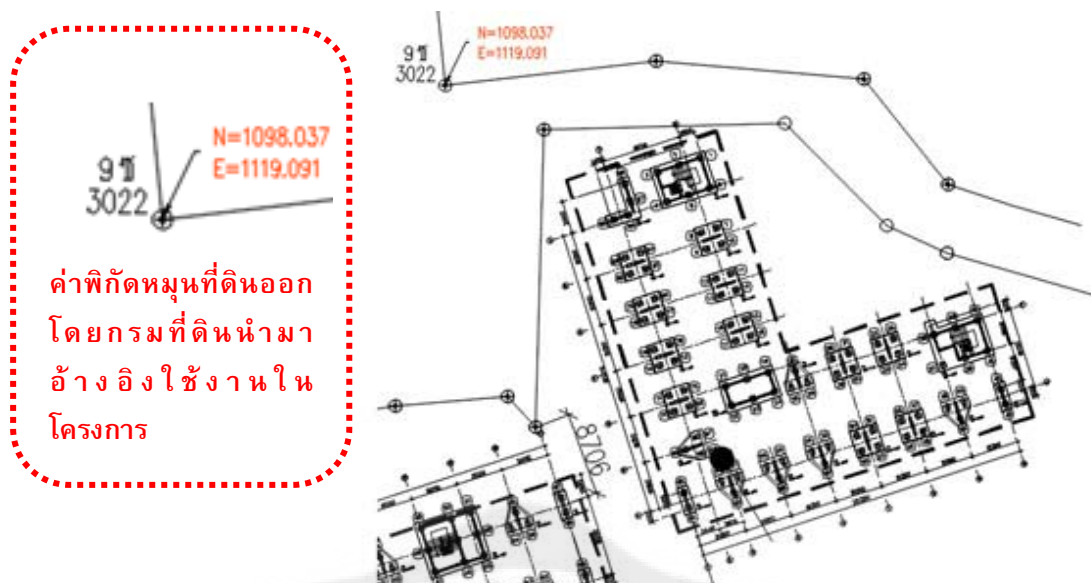


ภาพประกอบ 38 แสดงตำแหน่งทิศทางและการวางอาคารกับผังแปลนของโครงการ

ขั้นตอนต่อมาเป็นกระบวนการเขียนแบบ ของตัวอาคารที่ต้องการใช้งานในการวางผังตัวอาคารกับผังของโครงการที่ได้รับกรรมสิทธิ์ที่ดินและตรวจสอบกับที่ดินข้างเคียงกับระยะร่นถอยแล้วของอาคาร จะเริ่มหลังจากทำการวิเคราะห์สถานที่เพื่อสร้างอาคารและการจัดวางอาคารโดยเริ่มทำการเขียนกรอบผังที่ดินตามแนวกรรมสิทธิ์ของโครงการที่ทำการวิจัยโดยกำหนดจุดอ้างอิงของโครงการที่หมดที่ดินในระบบพิกัดจากนำมาใช้ในการอ้างอิงการวางตำแหน่งตัวอาคาร แสดงดังภาพประกอบ 39 ตรวจสอบระยะร่นถอยของตัวอาคารตามแปลนแบบตัวอาคารกับผังโครงการที่ได้รับการอนุมัติผังการก่อสร้างที่ครอบกับโฉนดที่ดินของโครงการและโฉนดที่ดินข้างเคียงแล้ว เพื่อยืนยันการกำหนดตำแหน่งของตัวอาคาร ซึ่งถูกนำไปใช้ในการทำแบบก่อสร้างต่อเนื่องในส่วนของแบบแปลนงานเสาเข็ม ฐานราก ผังพื้น รูปด้าน รูปตัดอาคาร เพื่อนำมาทำแบบขยายชั้นส่วนสำเร็จที่ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลในการทำแบบในส่วนดังกล่าวมาประกอบกัน



ภาพประกอบ 39 ตรวจสอบขอบเขตระยะร่นถอยของตัวอาคารกับที่ดินข้างเคียง



ภาพประกอบ 41 ระบบพิกัดใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งตัวอาคารกับผังโครงการ

ง. มาตรฐานของแบบก่อสร้างที่แสดง

ในขั้นตอนการเขียนแบบก่อสร้างของอาคารที่ทำการวิจัยนั้น มาตรฐานที่เลือกใช้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบ โดยเลือกกำหนดมาตรฐาน ดังแสดงตามตารางที่ 1 ซึ่งต้องมีขนาดเหมาะสมพอดีในการแสดงเส้น ตัวอักษรและตัวเลขสัญลักษณ์ต่างๆ ง่ายต่อการอ่านค่าและเข้าใจแบบก่อสร้าง

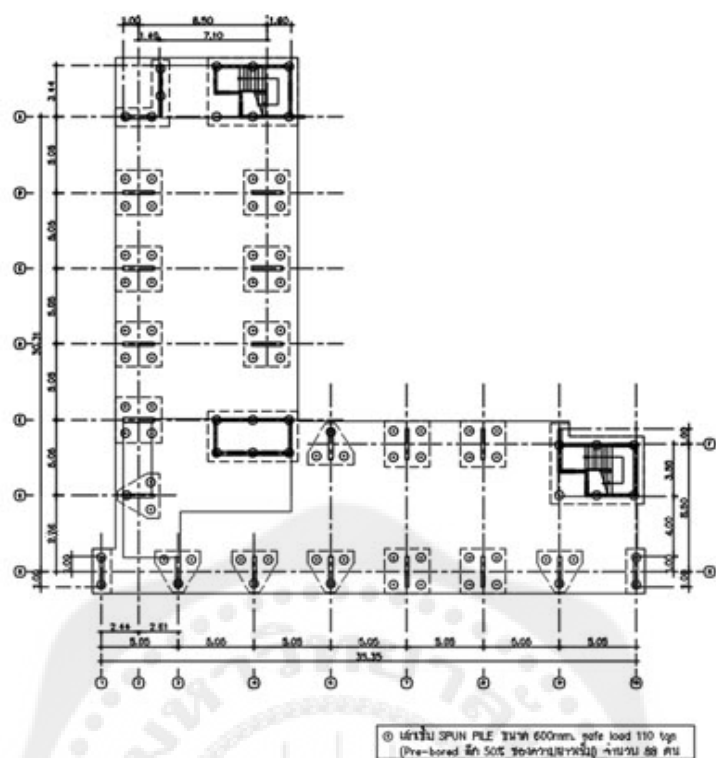
ตาราง 1 มาตรฐานที่ใช้ในการทำแบบก่อสร้างของอาคารที่ทำการศึกษาในโครงการ

รายการแบบก่อสร้างที่อาคาร	มาตรฐานที่ใช้ในการทำวิจัย
1. ผังบริเวณ	1:500
2. ผังงานเสาเข็ม ผังพื้นอาคาร	} 1:100
รูปด้านอาคาร	
รูปตัดอาคาร	
3. แบบขยายประกอบอาคาร	} 1:50 หรือ 1:25
- รูปด้าน รูปตัด	
- แบบขยายชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น งานเสาคาน พื้น ผนัง และบันไดของอาคาร	

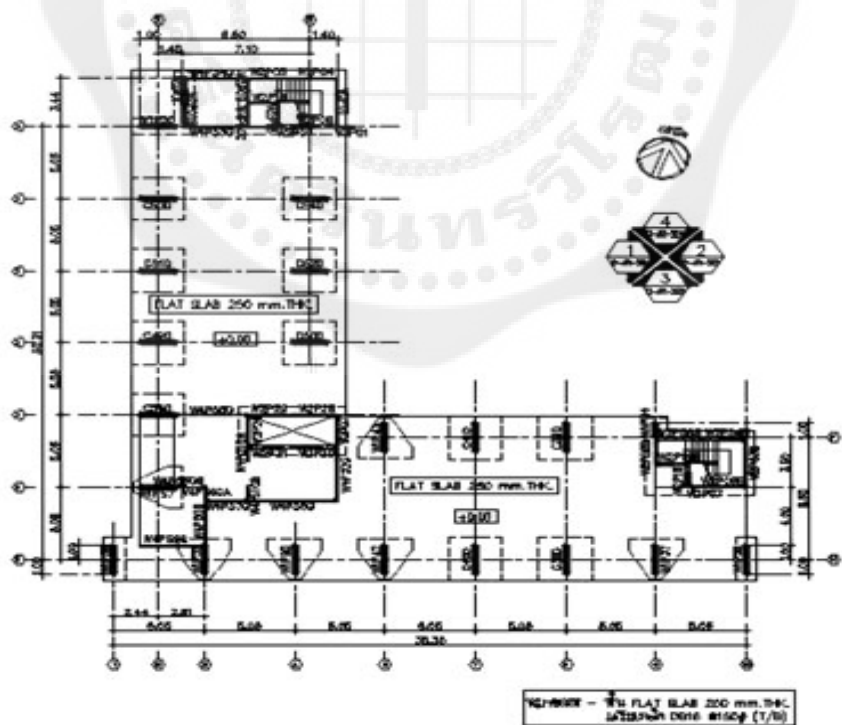
หลังจากที่ได้ปรับตั้งค่าต่างๆ และกำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบสำหรับก่อสร้างแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปจะเป็นกระบวนการในการจัดทำแบบในส่วนของการแปลนผังกว้าง เสาเข็ม แปลนผังกว้าง รูปด้าน รูปตัด และแบบขยายโครงสร้างชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงวัสดุภายในของโครงสร้างอาคาร โดยการนำข้อมูลในส่วนของการกำหนดมิติ ความกว้าง ความยาว โดยผู้ออกแบบในงานของแบบสถาปัตยกรรมและแบบงานโครงสร้างเพื่อนำไปถอดปริมาณเตรียมการในการจัดตั้งงบประมาณการก่อสร้างโดยนำโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการถอดปริมาณวัสดุ

2. แบบแปลนงานเสาเข็มและผังกว้างอาคารหลังที่ 1

งานเสาเข็มฐานรากนั้นต้องการข้อมูลจากผู้ออกแบบโครงสร้างในการเลือกฐานรากที่จะรองรับอาคารและการกำหนดขนาด ความยาวและจำนวนปริมาณเสาเข็ม รูปแบบวิธีการติดตั้งเสาเข็ม จะต้องทำการเจาะสำรวจชั้นดินในโครงการเพื่อทราบประเภทของชั้นดินต่างๆ และนำไปสู่การออกแบบเสาเข็มรับน้ำหนักของตัวอาคาร และต้องนำส่งข้อมูลผลจากการสำรวจให้แก่วิศวกรผู้ออกแบบงานโครงสร้างเพื่อตรวจสอบกำหนดขนาดและความยาวเสาเข็มและกำหนดฐานรากในการรับน้ำหนักของตัวอาคารก่อนนำข้อมูลที่ได้จากผู้ออกแบบงานโครงสร้างไปเขียนแบบก่อสร้างในโปรแกรมเขียนแบบเพื่อสร้างแบบสำหรับการก่อสร้างในผังโครงการที่ได้รับการอนุญาตก่อสร้างและต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งโดยวิศวกรผู้ออกแบบ เมื่อผ่านกระบวนการอนุมัติรูปแบบแล้วสามารถนำแบบแปลนที่ได้นั้นไปจัดเตรียมตำแหน่งในการทำงานติดตั้งเสาเข็ม (ภาพประกอบ 42) และจะต้องทำแบบขยายเพิ่มเติมของแบบโครงสร้างในส่วนที่ไม่ชัดเจนยากแก่ความเข้าใจในมุมมองแบบแปลน โดยทำแบบขยายจุดต่อกันของชั้นส่วนสำเร็จรูปหรือโครงสร้างอื่นๆ เช่น แบบขยายฐานรากจะต้องมีรูปแบบการฝากเหล็กเสริมที่ทำหน้าที่เป็นเหล็กเดือยรับส่วนต่อโครงสร้างหรือการเตรียมจุดยึดเพื่อติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งสามารถนำแบบก่อสร้างผังแปลนงานเสาเข็ม ดังภาพประกอบ 42 ไปคำนวณหาปริมาณเสาเข็ม ขนาดเสาเข็ม เหล็กเสริมคอนกรีต ไม่แบบที่ใช้ตามรูปแบบที่แสดงในแบบก่อสร้าง ส่วนการเขียนแบบแปลนอาคารนั้นจะแสดงรายละเอียดผังกว้างให้ครบทุกชั้นและทุกส่วนโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง เช่น ตำแหน่งของงาน เสา คาน พื้น บันได ช่องลิฟต์ ช่องบันได เป็นต้น โดยมีตัวเลขที่แสดงอ้างอิงระดับจากระดับภายนอกของโครงการมาแสดงในส่วนในระดับพื้นของอาคารแปลนด้วย และใช้มาตราส่วนแสดงตามรูปแบบมาตรฐานของงานแบบแปลนที่ใช้ ที่นำมาใช้ดังกล่าวข้างต้น และมีเครื่องหมายกำกับแสดงทิศเส้นและเครื่องหมายแสดงแนวตัดและทิศทางการมองรูปด้านตามทิศทางการมองจากแบบแปลนดังภาพประกอบ 43



ภาพประกอบ 42 แบบแปลนงานเสาเข็มโครงสร้างอาคาร



ภาพประกอบ 43 แบบแปลนงานพื้นโครงสร้างอาคาร

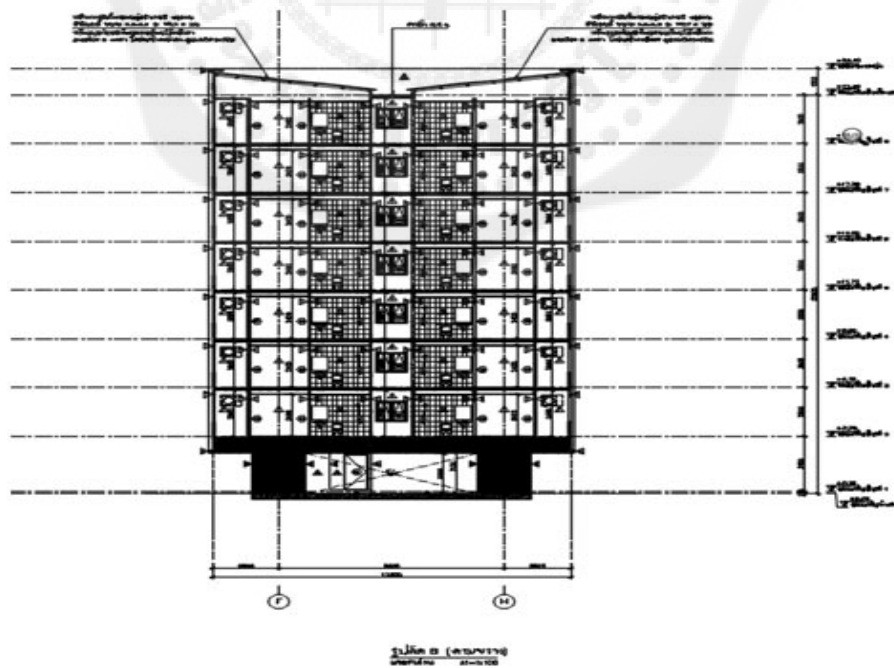
แบบแปลนงานพื้นโครงสร้างอาคาร ต้องนำมาประสานงานกันกับแบบของตัวฐานรากของอาคารเพื่อกำหนดตำแหน่งของโครงสร้างที่รับกำลังที่ถ่ายลงสู่ฐานรากตามที่วิศวกรผู้ออกแบบงานโครงสร้างได้กำหนดไว้ และต้องประสานงานกับแบบงานสถาปัตยกรรมในส่วนขนาด มิติ ความหนาตามรูปแบบที่สถาปนิกผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมต้องการ โดยต้องกำหนดจุดอ้างอิงให้เป็นจุดๆ เดียวกันโดยใช้เส้นกริด (Grid Line) ของตัวอาคารอ้างอิงเดียวกันและระดับความสูงของอาคารเพื่อให้ตัวอาคารมีความสอดคล้อง ป้องกันไม่ให้เกิดคลาดเคลื่อนและเป็นการเตรียมแบบสำหรับการทำชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งยังต้องใช้การทำแบบรูปด้านและรูปตัดของตัวอาคารอีกครั้ง เพื่อกำหนดมิติในส่วนของความสูง ช่องเปิดหน้าต่าง ประตูและบัวตกแต่งในบางส่วนของชิ้นงานตามรูปด้านที่แสดงในงานสถาปัตยกรรม

3. แบบรูปด้านอาคาร-รูปตัดอาคาร

การสร้างรูปด้านอาคารต้องอ้างอิงเส้นและระดับจากงานสถาปัตยกรรมกับส่วนของแปลนงานโครงสร้างที่ได้จัดทำไว้ โดยยึดถือขนาด มิติ ความกว้าง ความสูง ความยาว มาจัดทำแบบรูปด้านของอาคาร ส่วนการทำแบบรูปตัดของอาคารนั้นเป็นส่วนสำคัญเพราะจะเป็นส่วนที่แสดงให้เห็นส่วนของภายในอาคารและมิติต่างๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยรูปด้าน และต้องอาศัยประสบการณ์และความเข้าใจในแบบของผู้ออกแบบเพื่อแสดงออกมา ซึ่งถ้ารูปแบบไม่สอดคล้องกันกับแบบงานสถาปัตยกรรมจะต้องปรับแก้ โดยตรวจสอบจากการประสานงานของแบบงานสถาปัตยกรรมและโครงสร้างอาคารดังกล่าว และอาจยึดรูปแบบการตกแต่งผนัง เช่น บัวตกแต่งและเส้นร่องที่แสดงความสวยงามประกอบด้วย ซึ่งจะต้องนำไปประสานงานกับแบบงานโครงสร้างที่ติดตั้งมากับแผ่นชิ้นส่วนสำเร็จรูปดังภาพประกอบ 44 ที่เป็นรูปด้านของอาคารที่มีรูปแบบแนวเส้นร่องและบัวติดผนังที่ได้จากการทำแบบตามมุมมอง เมื่อนำแปลนอาคารและแบบรูปด้านมาประสานงานกันในการทำแบบก่อสร้างที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมเขียนแบบ AutoCAD ในการดำเนินการสร้างแบบขยายแปลนและแบบขยายรูปตัดโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของอาคารจากแบบแปลนอาคารโดยโปรแกรมเขียนแบบ AutoCAD ที่ได้ดำเนินการไปแล้ว เพื่อให้เห็นรายละเอียดของโครงสร้างอาคารและเพิ่มเติมรายละเอียดเข้าไปในส่วนของมิติ ขนาด ระดับอ้างอิงต่างๆ โดยทำการทำรูปตัดของส่วนแปลนอาคารตามแนวนอนและแนวขวางของอาคารโดยผู้เขียนแบบจะต้องทำความเข้าใจมิติจากแปลนที่แสดงในแบบงานสถาปัตยกรรมและรูปด้านอาคารกับส่วนของงานโครงสร้าง โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้เขียนแบบสร้างเป็นรูปตัดออกมาเพื่อนำไปประกอบกับแปลนงานโครงสร้างอีกที ทำให้ได้ในส่วนของมิติความสูงมาทำงานในส่วนอื่นเมื่อมองจากภาพประกอบที่ 45 จะพบว่าสามารถมองเห็นองค์ประกอบภายในของตัวห้องพัก ขนาดระยะห่าง ช่องเปิดประตู ขอบเขตบริเวณห้องน้ำ หรือห้องพักและตัวอาคารได้



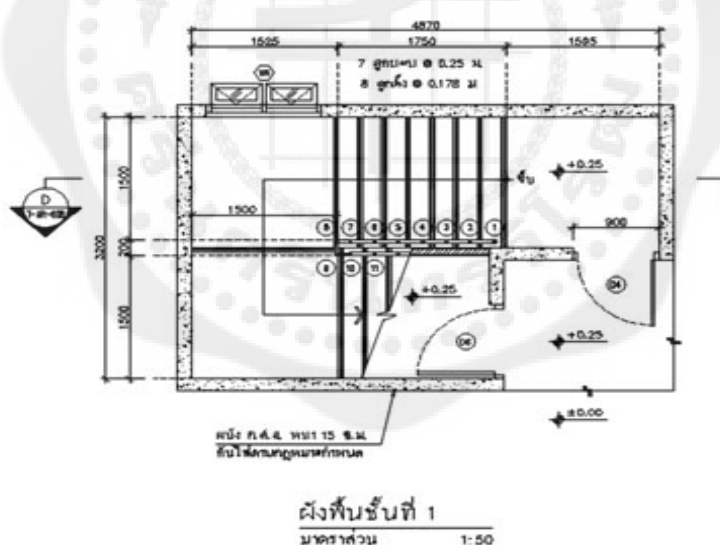
ภาพประกอบ 44 แบบรูปด้านอาคารมุมมองรูปด้าน 1 (ด้านหน้า)



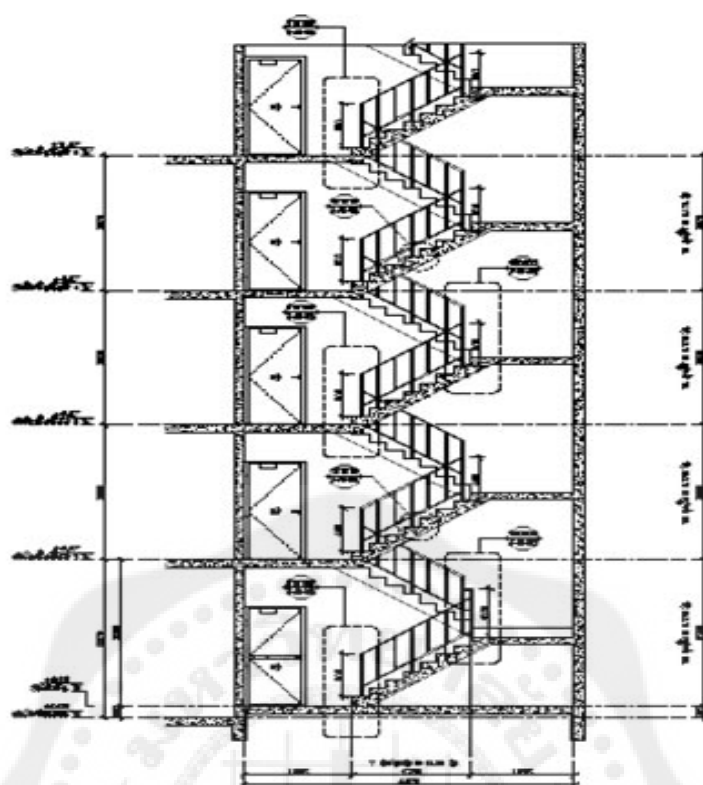
ภาพประกอบ 45 รูปตัด B ของอาคารหลังที่ 1

4. แบบขยายรายละเอียดโครงสร้างของอาคาร

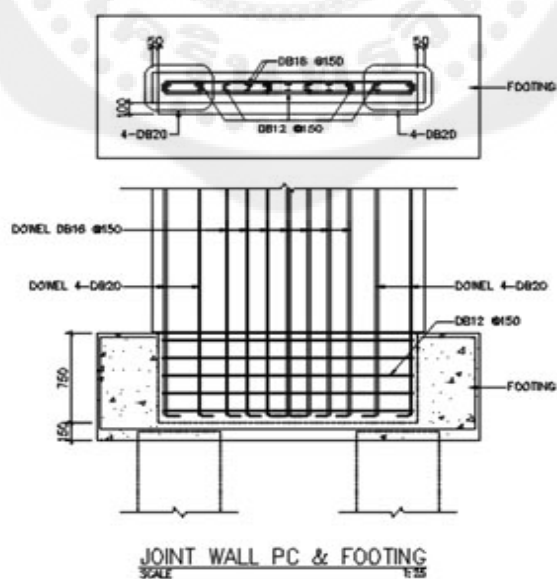
การสร้างแบบขยายในส่วนของตำแหน่งของจุดต่อเพื่อที่จะกำหนดในการทำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปตามที่ผู้ออกแบบงานโครงสร้างได้กำหนดไว้ เพื่อนำไปใช้ประกอบการทำแบบหล่อสำหรับผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปต่อไป ดังภาพประกอบ 46 แบบขยายงานบันไดซึ่งในส่วนของแปลนผังรวมของตัวอาคารนั้นไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดได้เนื่องจากมาตราส่วนของแปลนผังรวม ซึ่งในแบบขยายนั้นสามารถเห็นได้ถึงขนาด มิติ ของห้องโถงบันไดในตัวอาคารได้ชัดเจนและสามารถนำไปขึ้นแบบขยายรูปตัดให้เห็นถึงแนวตั้งของงานบันไดที่แสดงระดับพื้น ลูกขึ้น ระดับความสูงของขั้นต่างได้ชัดเจนขึ้นจากแบบแปลนผังรวมดังภาพประกอบที่ 47 ที่แสดงแบบขยายรูปตัดบันได และการทำแบบขยายสามารถช่วยให้ผู้ทำการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทำการติดตั้งและเข้าใจรูปแบบได้ชัดเจน เช่น กรณีการติดตั้งชิ้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูปดังภาพประกอบ 48 แสดงให้เห็นลักษณะการติดตั้งและการเตรียมเหล็กเสริมและคำนวณปริมาณคอนกรีตที่ใช้ในส่วนของจุดเชื่อมต่อโครงสร้าง และยังใช้ในการทำแบบขยายแปลนและรูปตัดของห้องพักที่จะต้องแสดงเป็นรูปแบบขยายจากงานสถาปัตยกรรม ดังภาพประกอบ 49 และ 50 โดยนำมาเขียนเป็นแบบขยายแปลนห้องที่เป็นงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอีกทีเพื่อทำการจัดแบ่งแผ่นของผนังสำเร็จรูปออกมาเป็นแบบเพื่อใช้ในการผลิตและติดตั้งดังภาพประกอบ 51



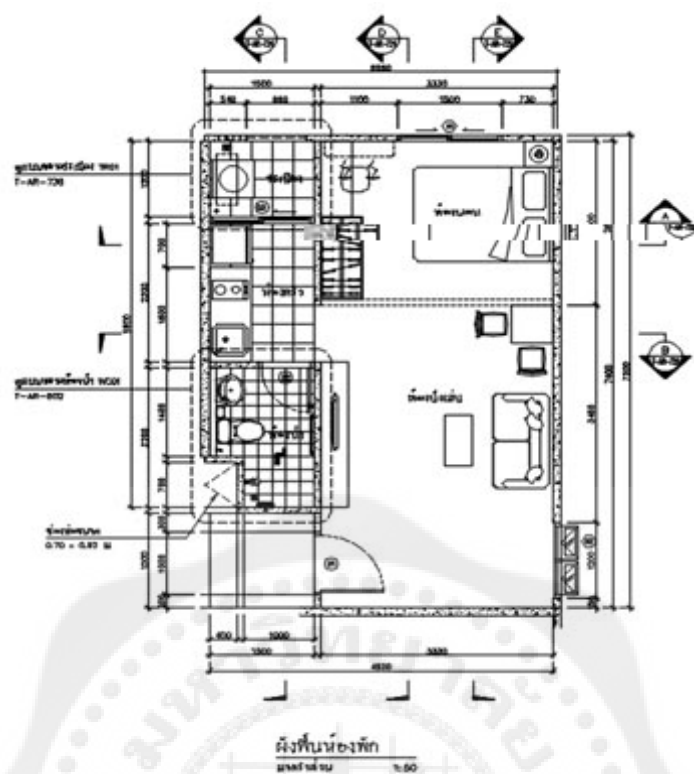
ภาพประกอบ 46 แบบขยายแปลนงานบันได



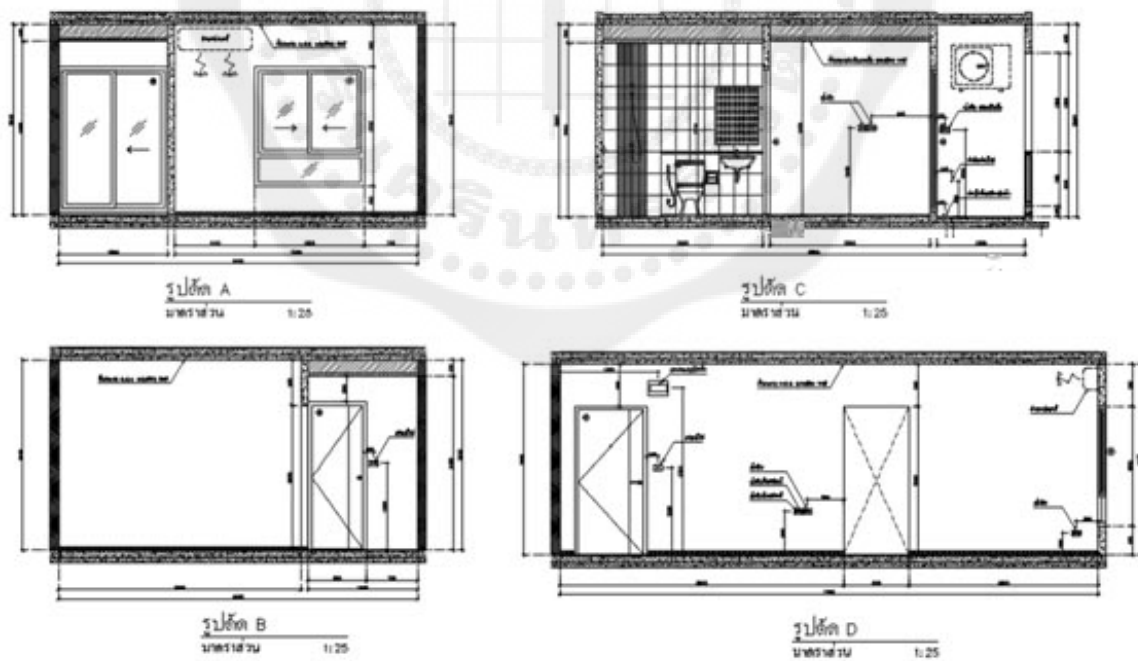
ภาพประกอบ 47 แบบขยายรูปตัดงานบันได



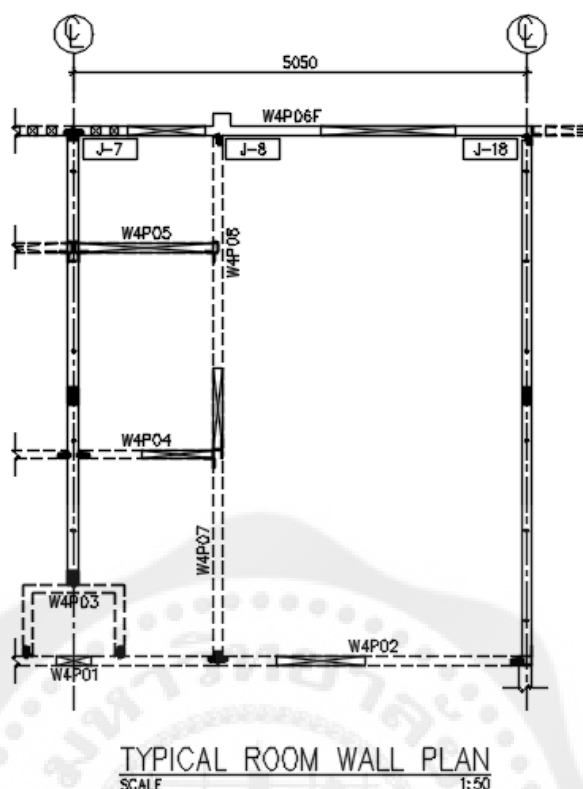
ภาพประกอบ 48 แบบขยายรูปตัดแสดงจุดต่อของโครงสร้างพื้นกับชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูป



ภาพประกอบ 49 แบบขยายแปลนงานห้องพักตามรูปแบบงานสถาปัตยกรรม



ภาพประกอบ 50 แบบขยายรูปตัดงานห้องพักตามรูปแบบงานสถาปัตยกรรม



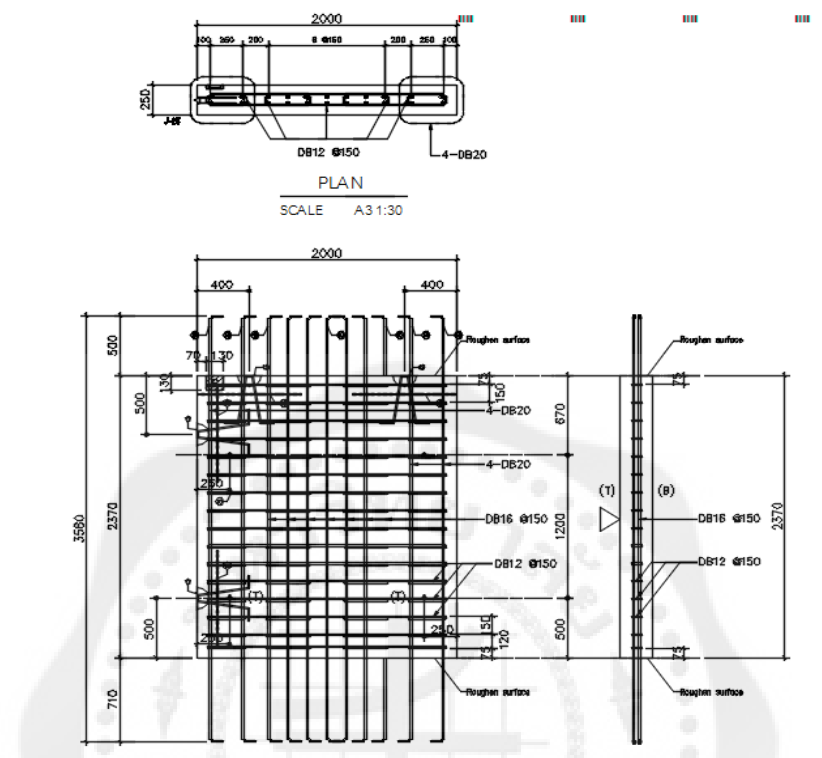
ภาพประกอบ 51 แบบขยายแปลนงานโครงสร้างชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปงานห้องพัก

5. แบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

หลังจากที่ได้สร้างแบบแปลนโครงสร้าง รูปด้าน รูปตัด แบบขยายโครงสร้างและขยายแปลนของตัวอาคารแล้ว แบบก่อสร้างทั้งหมดนั้นจะช่วยให้ในการทำแบบก่อสร้างสำหรับการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปไปในตัว จากมิติข้อมูลต่างๆ เช่น ขนาด ชั้นงาน รูปร่าง จุดต่อของชั้นงาน การวางเหล็กเสริม จุดยกแผ่น โดยต้องแสดงออกมาด้วยในแบบตามรูปตัดที่แสดง เพื่อนำมาจัดทำแบบขยายชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ งาน เสา คาน พื้น ผนัง และบันไดของโครงสร้างตัวอาคาร (ภาพประกอบ 52 ถึง 56) โดยทุกชิ้นส่วนนั้นจะต้องผ่านการตรวจสอบแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ก่อนนำไปผลิต โดยวิศวกรผู้ออกแบบเพื่อตรวจดูโครงสร้างของชิ้นส่วน น้ำหนัก จุดยก เป็นต้น และดำเนินการตรวจสอบปริมาณเพื่อถอดแบบและราคาต่อไปก่อนจะนำไปส่งสู่ขั้นตอนการผลิตต่อไป

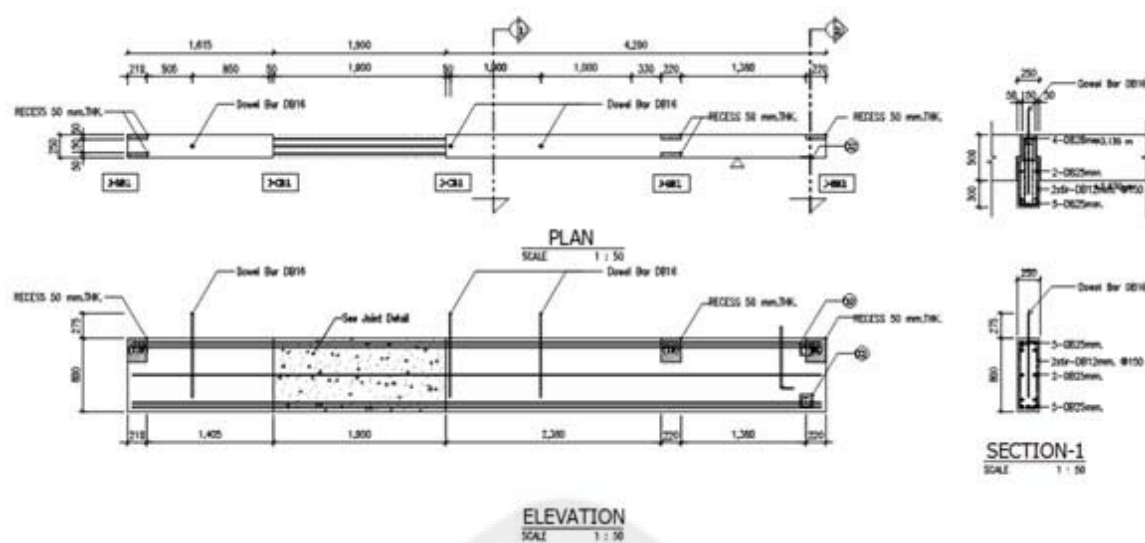
เสาคอนกรีตสำเร็จรูป ในระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของตัวอาคารที่ได้ทำการศึกษา นั้นเป็นโครงสร้างที่รับกำลังชิ้นส่วนหนึ่งที่รับแรงที่กระทำในแนวแกนลงสู่เสา และถ่ายลงสู่ระบบของฐานรากต่อไป ในการออกแบบต้องคำนึงถึงการรับน้ำหนักที่จะต้องลงตามแกน ซึ่งถ้าเกิดการรับน้ำหนักจากแรงที่เอียงศูนย์จะเกิดปัญหาของแรงกระทำและการรับโมเมนต์ที่ไม่เท่ากัน จึงต้องตรวจสอบในระยะของแนวการอ้างอิงของกริด ซึ่งถ้าไม่มีการตรวจสอบอาจทำให้เกิดปัญหาอีกมากตามมา ในส่วนของแบบขยายชิ้นส่วนของเสานั้นจะแสดงส่วนประกอบของงานต่าง ๆ ได้แก่ ขนาน

มิติ จุดยกแผ่น และวัสดุโครงสร้างเหล็กเสริมภายในชิ้นส่วนโครงสร้างเสาสำเร็จรูปเพื่อนำไปถอดปริมาณ และเตรียมงานในส่วนอื่นๆ ต่อไป



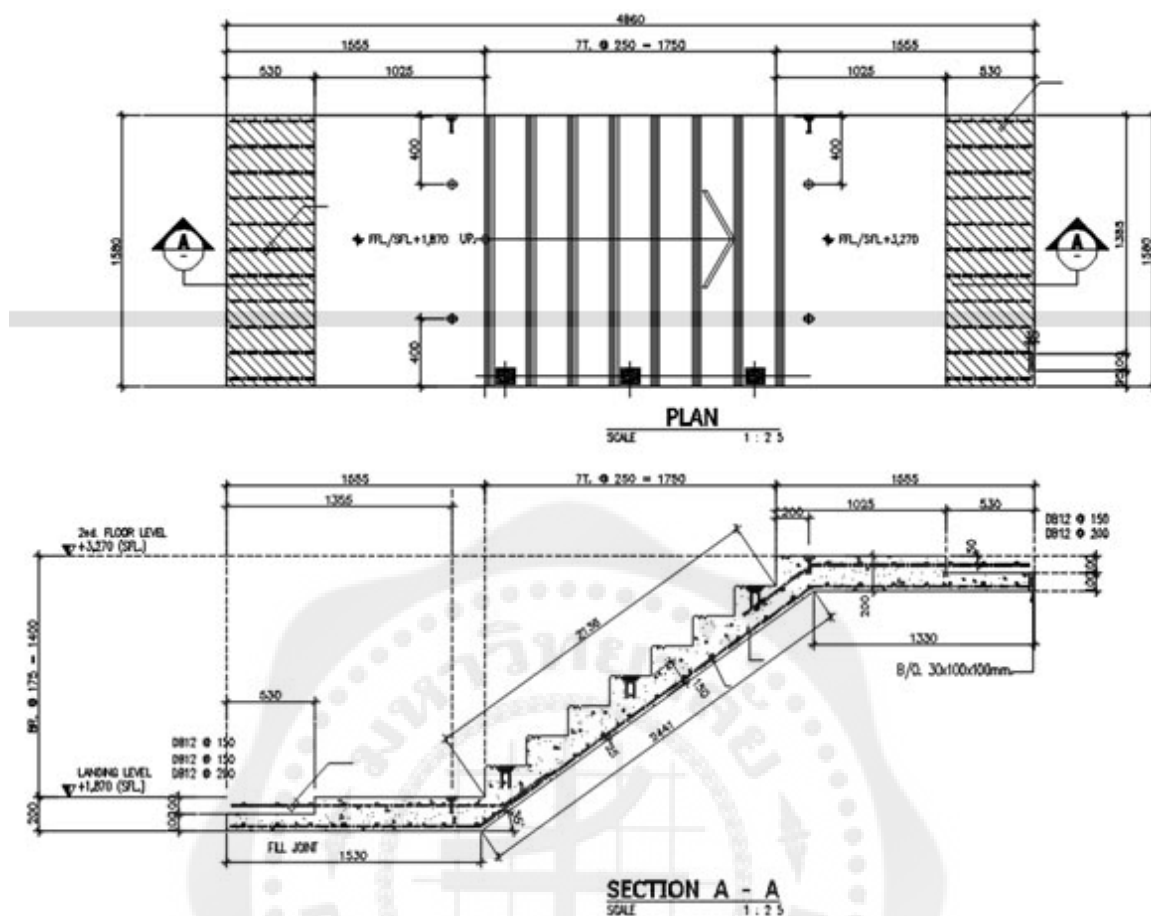
ภาพประกอบ 52 แบบขยายชิ้นส่วนเสาสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

คานคองกรีตสำเร็จรูป เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างที่ออกแบบรับน้ำหนักจากโครงสร้างผนังอาคาร คานจะทำหน้าที่ถ่ายน้ำหนักที่กระทำนั้นลงตำแหน่งที่รองรับโครงสร้าง คือ เสาหรือผนังรับแรงต่อไป โดยต้องตรวจสอบผลของแรงและโมเมนต์ที่กระทำกับชิ้นส่วนดังกล่าว เช่น ระยะการโก่งตัว โมเมนต์ที่กระทำ โดยตัวอาคารที่ได้ทำการศึกษานั้น คานที่ออกแบบใช้ระบบการออกแบบระบบคานช่วงเดี่ยวางบนจุดต่อของโครงสร้าง ซึ่งการทำแบบขยายชิ้นส่วนของคานนั้นจะแสดงส่วนประกอบของงานต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด มิติ จุดยกแผ่น และวัสดุโครงสร้างเหล็กเสริมภายในชิ้นส่วนโครงสร้างคานสำเร็จรูปเพื่อนำไปถอดปริมาณ และเตรียมงานต่อไป



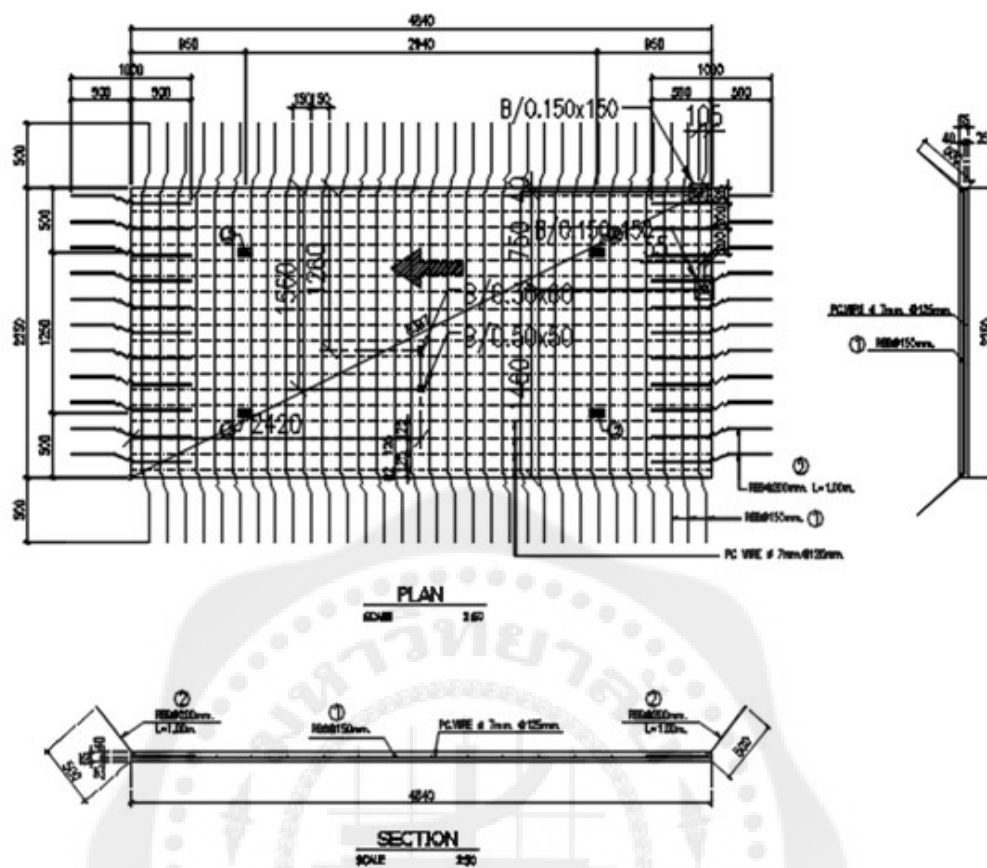
ภาพประกอบ 53 แบบขยายคานชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

บันไดสำเร็จรูป การออกแบบโครงสร้างงานบันไดนั้นในส่วนของการศึกษาใช้บันไดแบบท้องเรียบที่ใช้ปลายบันไดแต่ละข้างพาดที่ผนังรับแรง ซึ่งจะต้องมีจุดเชื่อมต่อของโครงสร้างทั้งสอง โดยใช้หลักการออกแบบเหมือนกับการออกแบบพื้นทางเดียว (One Way Slab) ในการตรวจสอบรายการคำนวณของผู้ออกแบบนั้นจะต้องตรวจสอบในส่วนของการเกิดโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนกระทำกับตัวโครงสร้างบันไดสำเร็จรูปและผนังชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วย ส่วนของแบบขยายชิ้นส่วนของบันได จะแสดงส่วนประกอบของงานต่าง ๆ ได้แก่ ขนาน มิติ จุดยกแผ่น จุดต่อโครงสร้างและวัสดุโครงสร้างเหล็กเสริมภายในชิ้นส่วนโครงสร้างบันไดสำเร็จรูปเพื่อนำไปถอดปริมาตร และเตรียมงานในส่วนอื่นๆ ต่อไป



ภาพประกอบ 54 แบบขยายบันไดชั้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

แบบขยายผนังสำเร็จรูป ผนังรับรับแรงชั้นส่วนสำเร็จรูปของอาคารที่ทำการศึกษาคือเป็นลักษณะผนังที่รับแรงกระจายจากด้านบนของตัวผนัง (Bearing Wall) เสมือนเป็นโครงสร้างเสาแต่มีความหนาของตัวผนังที่บางกว่ากับเสาทำให้เกิดพื้นที่โล่งกว่า ทำให้สามารถออกแบบพื้นที่ใช้สอยได้มากกว่าการใช้เสาในการรับแรง การทำแบบขยายชั้นส่วนของผนังจะแสดงส่วนประกอบของงานต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด มิติ จุดยกแผ่น และวัสดุโครงสร้างเหล็กเสริมภายในชั้นส่วนโครงสร้างผนังสำเร็จรูปเพื่อสามารถนำไปถอดปริมาณ และเตรียมงานผลิตและติดตั้งต่อไป



ภาพประกอบ 56 แบบขยายพื้นชั้นสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

6. การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป

หลังจากที่แบบผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ผ่านการตรวจสอบความสมบูรณ์ของโครงสร้างจากวิศวกรควบคุมการผลิตแล้ว จะส่งผ่านกระบวนการต่อไปยังฝ่ายตรวจสอบปริมาณของเหล็กเสริมในแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และฝ่ายถอดปริมาณราคาซึ่งจะใช้ประสบการณ์ของผู้ประมาณราคาพิจารณาปริมาณวัสดุและนำโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานดังภาพประกอบ 57 ถึง 61 โดยใส่ข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง จากการประมวลผลของโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ซึ่งผลข้อมูลที่ได้ในส่วนของแบบขยายเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะถูกใช้ในงานตัด ตัด ประกอบเหล็กเสริม (Bar Cut List) แสดงดังตารางที่ 2 ที่แสดงปริมาณรวมงานเหล็กเสริม และงานประมาณราคาจากจำนวนน้ำหนักของเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป

Volume Steel Precast - Microsoft Excel

PDF Architect 4 Creator

Calculation Sheet:

1 CALCULATION SHEET:

2 ตารางแสดงปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนสำเร็จรูป

3 PROJECT : อาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น (อาคาร 1)

4 PRODUCT: Precast Wall TYPE W 1

5 รูปแบบกองคอนกรีตสำเร็จรูป เหล็กเสริม L (mm) Set Σ L(mm) Weight/m(Kg/m) Σ Weight(kg)

W1	CODE	Ø	Simbol No.					
	W1P48	RB6	10	0	9		0.222	-
		RB9	19	440	4	1,760	0.499	0.878
		DB12	30	800	32	25,600	0.888	22.733
			31	930	32	29,760	0.888	26.427
			32	3600	16	57,600	0.888	51.149
		DB16	40	3700	8	29,600	1.578	46.709
		DB20	50	3700	14	51,800	2.468	127.842
								275.738

ภาพประกอบ 57 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนเสาสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

Volume Steel Precast - Microsoft Excel

PDF Architect 4 Creator

Calculation Sheet:

1 CALCULATION SHEET:

2 ตารางแสดงปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนคานสำเร็จรูป

3 PROJECT : อาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น (อาคาร 1)

4 PRODUCT: Precast Wall TYPE B 01

5 รูปแบบกองคอนกรีตสำเร็จรูป เหล็กเสริม L (mm) Set Σ L(mm) Weight/m(Kg/m) Σ Weight(kg)

Beam	CODE	Ø	Simbol No.					
	B-01	DB12	str	1874	39	73,086	0.888	64.900
			str	1667	6	10,002	0.888	8.882
			str	1367	6	8,202	0.888	7.283
		DB16	40	900	4	3,600	1.578	5.681
		DB25	50	7615	12	91,380	3.853	352.087
								438.833

ภาพประกอบ 58 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนคานสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

Volume Steel Precast - Microsoft Excel

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW PDF Architect 4 Creator

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

Calculation Sheet:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	CALCULATION SHEET:									
2	ตารางแสดงปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนสำเร็จรูป									
3	PROJECT : อาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น (อาคาร 1)									
4	PRODUCT: Precast Wall TYPE Str_PC2									
5	รูปแบบวงคองกรีตสำเร็จรูป	เหล็กเสริม	L (mm)	Set	Σ L(mm)	Weight/m(Kg/m)	Σ Weight(kg)			
6	Stair	CODE	Ø	Symbol No.						
7		STR-PC2	DB12	11	5240	11	57,640	0.888	51,184	
8				12	1530	47	71,910	0.888	63,856	
9				13	1800	11	19,800	0.888	17,562	
10				14	1790	11	19,690	0.888	17,485	
11									150,108	
12										
13										
14										

Sheet1 (2) W-2 W-1 Beam-1 Str-1 W-4-06 Sheet1

ภาพประกอบ 59 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนบันไดสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

Volume Steel Precast - Microsoft Excel

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW PDF Architect 4 Creator

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

Calculation Sheet:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	CALCULATION SHEET:											
2	ตารางแสดงปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนผนังสำเร็จรูป											
3	PROJECT : อาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น (อาคาร 1)											
4	PRODUCT: Precast Wall TYPE W_4P06											
5	รูปแบบวงคองกรีตสำเร็จรูป	เหล็กเสริม	L (mm)	Set	Σ L(mm)	Weight/m(Kg/m)	Σ Weight(kg)					
6	Wall	CODE	Ø	Symbol No.								
7		PSP3	RB6	1	3250	32	104,000	0.222	23,088			
8			RB9	2	1000	22	22,000	0.499	10,978			
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15										34,066		
16												
17												

PSP3-01 Sheet1 (2) W-2 W-1 Beam-1 Str-1 W-4-06 Sheet1

ภาพประกอบ 60 ตารางปริมาณงานเหล็กเสริมในชั้นส่วนผนังสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

1. กรณีแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคารและแบบขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ระยะเวลา

ในโครงการอาคารที่ได้ทำการศึกษาในอาคารหลังที่ 1 นี้ ใช้ระยะเวลาในการทำแบบก่อสร้างดังกล่าวประมาณ 90 วัน ซึ่งเป็นการนำส่งข้อมูลรูปกราฟิกแสดงออกมาเป็นแบบอาคารซึ่งเป็นลักษณะแทนการใช้ระบบเขียนแบบด้วยมือ จึงใช้เวลาในกระบวนการทำงานเร็ว แต่มีปัจจัยที่อาจทำให้ระยะเวลาเพิ่มขึ้นได้หากเกิดความผิดพลาด และกรณีต้องการทำแบบขยายหรือรูปตัดเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระยะเวลาทำงานเพิ่มตามไปด้วย

ความสะดวกสบาย

ข้อมูลแบบรูปกราฟิกของระบบรูปแบบทั่วไปเป็นแบบก่อสร้างแทนการเขียนแบบด้วยมือ ในขั้นตอนการใช้โปรแกรม การนำส่งข้อมูล การเขียน การแสดงผลของแบบก่อสร้าง ภาพตัดหรือมุมมองต่าง ๆ ของอาคารเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจรูปแบบการก่อสร้างของอาคาร แต่ต้องทำการเขียนแบบขึ้นมาใหม่ทุกครั้ง ซึ่งจะมีผลต่อระยะเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น

ความถูกต้อง

การเขียนและการแสดงผลออกของแบบก่อสร้างแยกออกมาจากระบบที่ใช้ในการทำแบบก่อสร้าง ซึ่งมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบของระบบที่ใช้งานขึ้นอยู่กับการตรวจสอบของผู้ออกแบบและผู้เขียนเป็นหลักตามมาตรฐานการเขียนแบบยากต่อการตรวจสอบพบโดยระบบ

การแก้ไข

ความผิดพลาดหรือการแก้ไขรูปแบบของแบบการก่อสร้างนั้น ความสามารถในการแก้ไขแบบงานจากจุดๆ หนึ่งซึ่งอาจมีผลต่อแบบอีกหลายๆ จุด การเปลี่ยนแปลงแก้ไขจำเป็นต้องไปแก้ไขส่วนต่างๆ ที่มีผลกระทบกับแบบก่อสร้างตามไปด้วย อาจเกิดความล่าช้าหรือความผิดพลาดต่อเนื่องได้เนื่องจากฐานข้อมูลไม่ได้เชื่อมโยงกันกับส่วนประกอบของอาคารที่ได้แก้ไขไป

สรุปการวัดผลการใช้งาน

ผลการวิจัยรูปแบบในการจัดทำแบบก่อสร้างขึ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูประบบทั่วไป ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD สามารถสรุปการวัดผลเทียบด้านระยะเวลาในการทำงาน ความสะดวกสบาย ความถูกต้องและการแก้ไขของกระบวนการทำงาน ของรายการการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดตัวอาคารและขึ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปได้ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 สรุปการวัดผลการใช้งานโดยทำแบบก่อสร้างจากระบบทั่วไปของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

รายการ	การวัดผล	ผลประเมิน
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัด อาคาร แบบขยายแบบชิ้นส่วน คอนกรีตสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน ความสะดวกสบาย ความถูกต้อง การแก้ไข	● ○ ○ ○

เกณฑ์การวัดผล

△ พอใช้

○ ดี

● ดีมาก

2. กรณีการหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

ระยะเวลา

โครงการอาคารที่ได้ทำการศึกษาอาคารหลังที่ 1 นี้ ใช้เวลาดำเนินการประมาณ 30 วัน คำนวณปริมาณของเหล็กเสริมจากแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานและตรวจสอบ ซึ่งต้องบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็น เช่น ขนาด ความยาว น้ำหนักและปริมาณเหล็กจากการคำนวณลงไปก่อนประมวลผล

ความสะดวกสบาย

มีรูปแบบตารางในการแสดงผลและใช้สูตรการคำนวณสำเร็จของโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ช่วยในการคิดปริมาณเหล็กเสริม แต่กระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมนั้นจะต้องรอข้อมูลแบบก่อสร้างจากการเขียนแบบและบันทึกข้อมูลที่จำเป็นก่อนเริ่มกระบวนการทำงาน

ความถูกต้อง

ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่างๆ เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้เขียน ในการนำมาถอดปริมาณเหล็กเสริมจึงอาจเกิดความผิดพลาดได้จากแบบก่อสร้างที่มีความไม่ชัดเจน

การแก้ไข

เมื่อมีการแก้ไขแบบก่อสร้างและองค์ประกอบในชิ้นส่วนใดๆ ต้องตามไปแก้ไขส่วนที่แสดงในโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ตามไปด้วยจึงต้องใช้เวลาพอสมควร

สรุปการวัดผลการใช้งาน

ผลการวิจัยรูปแบบในการจัดทำแบบก่อสร้างชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูประบบทั่วไป ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ในกระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น สามารถสรุปการวัดผลเทียบด้าน

ระยะเวลาในการทำงาน ความสะดวกสบาย ความถูกต้องและแก้ไขของกระบวนการทำงานแสดงดังตารางที่ 4

ตาราง 4 สรุปการวัดผลการหาปริมาณหลักเสริมจากระบบทั่วไปของชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รายการ	เกณฑ์วัดผล	ผลประเมิน
การหาปริมาณหลักเสริม ในชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน	△
	ความสะดวกสบาย	△
	ความถูกต้อง	△
	การแก้ไข	△

เกณฑ์การวัดผล

△ พอใช้

○ ดี

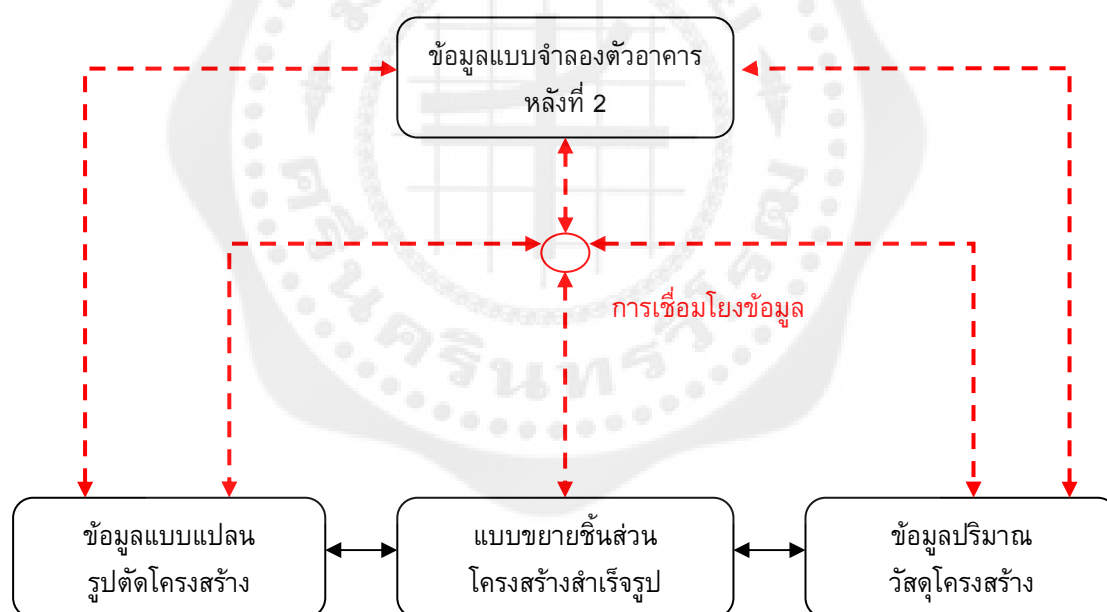
● ดีมาก

4.2.3 ผลการวิจัยการดำเนินการอาคารหลังที่ 2

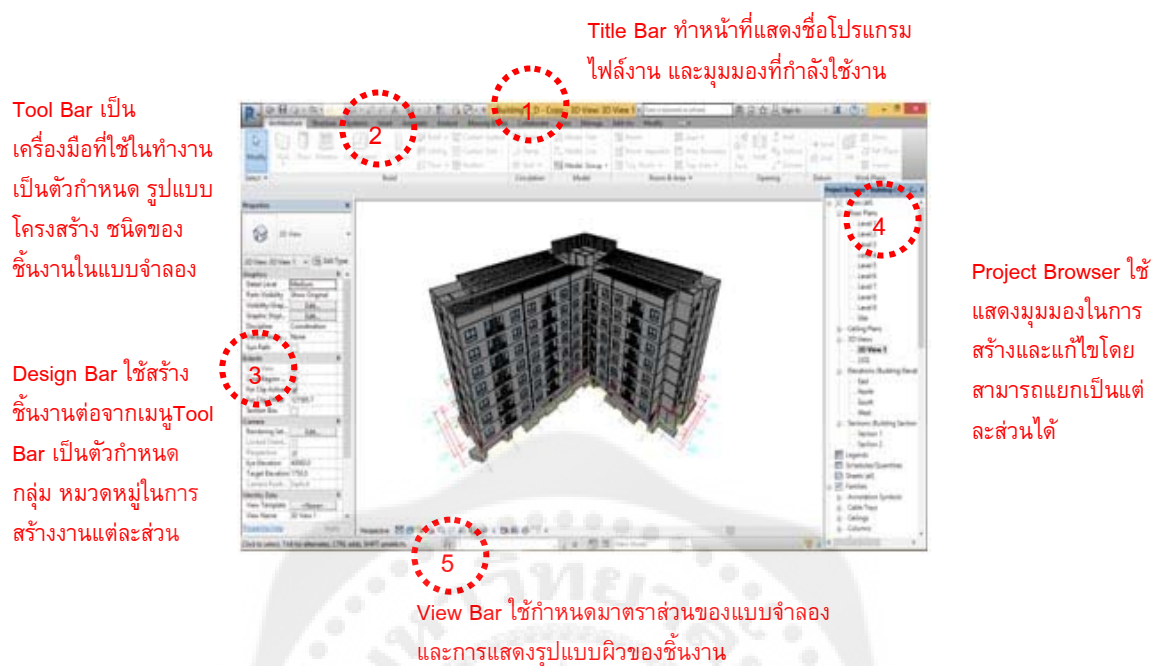
การทำแบบก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศในอาคารหลังที่ 2 เป็นวิธีการทำแบบก่อสร้างโดยนำส่งข้อมูลต่างๆ ทั้งในรูปแบบกราฟิกทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น ระยะ ขนาด วัตถุ สี เป็นต้น และไม่ใช้รูปแบบกราฟิก เช่น ข้อมูลผู้ผลิต ราคา เป็นต้น นำเข้าสู่ในระบบแบบจำลองสารสนเทศของอาคารที่ทำการวิจัยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit ซึ่งจะทำให้การสร้างแบบจำลองตัวอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นมา โดยเริ่มจากการทำแบบแปลนของตัวอาคารนำส่งข้อมูลสารสนเทศเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูป ประสานงานในส่วนแบบที่เกี่ยวข้องแสดงผลและแสดงข้อมูลออกมา ในส่วนของการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปยังสามารถตัด ขยายแบบก่อสร้างอาคารให้เห็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทุกมุมมอง โดยชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปของตัวอาคารหลังที่ 2 ที่นำมาแยกพิจารณาเป็นกรณีศึกษา หลังจากโปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลจะแสดงผลออกมาเป็นตาราง แสดงแบบขยายรูปด้าน รูปตัดและรูป 3 มิติ ได้ทุกมุมมองและเมื่อเลือกชิ้นส่วนใดที่จะนำมาศึกษาแบบจำลองจะแสดงชื่อรหัสชิ้นส่วนนั้นประกอบหลังทำการเลือกชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปของอาคาร ตามที่แสดงไว้ในแปลนแบบจำลองโครงสร้างเพื่อนำมาทำการตรวจสอบงานหลักเสริมในชิ้นส่วนดังกล่าวของโครงสร้างสำเร็จรูป โปรแกรมประมวลผลและแสดงผลในรายละเอียดรูปตัด ขยาย แบบ 2 มิติ และ 3 มิติของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปพร้อมผล ขนาด ชนิด และปริมาณหลักเสริมโดย แต่เนื่องจากการวิจัยนั้นเป็นการทำการศึกษาในส่วนของตัวโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศกับตัวอาคารที่มุ่งเน้นไปที่ตัวงานแปลนอาคาร แบบขยายโครงสร้างและระบบชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 2 เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานของแบบก่อสร้างในส่วนของผังบริเวณและแบบแปลนตัวอาคารจึงใช้รูปแบบ

การนำส่งข้อมูลจากแปลนของงานที่ได้จากระบบการเขียนด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูปนำเข้ามาแปลงเข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศ

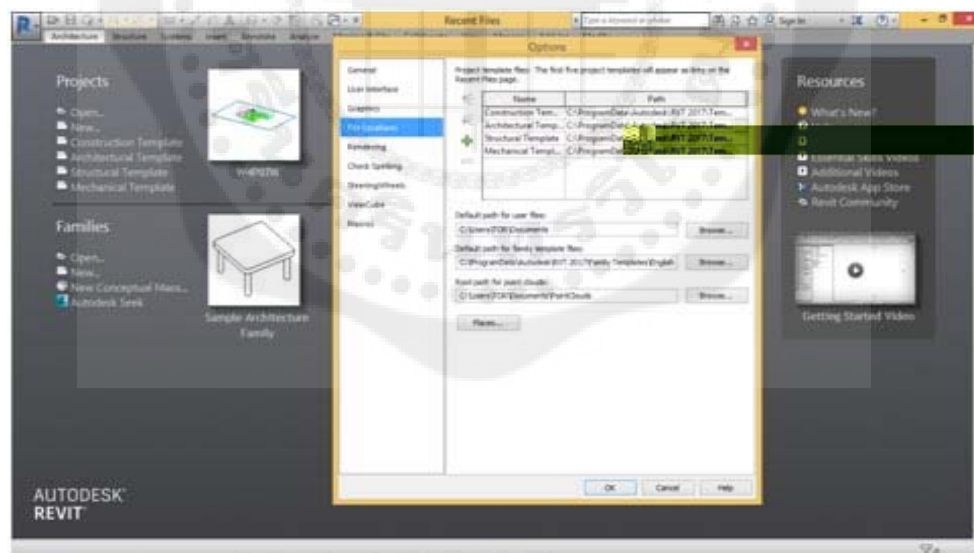
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม แบบจำลองระบบสารสนเทศกับอาคารหลังที่ 2 ถูกดำเนินการวางแผนการจัดการไฟล์งานข้อมูลของอาคารตามภาพประกอบ 63 เนื่องจากแบบจำลองที่นำมาใช้งานนั้นเมื่อดำเนินการทั้งโครงการจะมีปริมาณฐานข้อมูลที่ใหญ่มาก ทำให้การเปิดใช้งานผ่านโปรแกรมไม่สะดวก จึงได้จัดทำฐานข้อมูลในส่วนของตัวอาคารโครงสร้างหลัก และมีไฟล์ย่อยในส่วนของการรายละเอียดตัวชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปอีกที เพื่อความสะดวกในการทำงาน ในการเริ่มต้นการนำส่งข้อมูลที่ประกอบในการออกแบบนั้นได้กำหนดการอ้างอิงไฟล์โดยต้องป้อนค่าต่างๆ เพื่ออ้างอิงให้กับตัวอาคารก่อนการเริ่มการเขียนรูปร่างโมเดลโดยเลือกที่เมนู Option แสดงเมนูคำสั่งดังภาพประกอบ 64 ถึง 65



ภาพประกอบ 62 แผนการจัดการไฟล์งานข้อมูลของอาคารที่ 2



ภาพประกอบ 63 เมนูคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit เบื้องต้น



ภาพประกอบ 64 การจัดระบบการทำงานของข้อมูลโดยการแยกประเภทของชิ้นงานประกอบของอาคาร

มาตรฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ การกำหนดมาตรฐานการทำงานในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศนั้นถูกใช้เพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ในการใช้รูปแบบการสร้างแบบจำลองซึ่งใช้ระบบการจัดเก็บประเภทคนละแบบกันนั้น ทำให้ไม่สามารถนำมาประสานงานกันได้ เช่นระบบการอ้างอิงของกริด ระดับชั้นแปลนอาคาร ระยะจุดอ้างอิงหรือแม้แต่มาตราส่วนของการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมจะเสียระยะเวลาในการปรับแก้ไขมากขึ้น จึงควรกำหนดและทำให้เป็นแนวทางเดียวกันซึ่งในกระบวนการทำงานโดยอ้างอิงรูปแบบมาตรฐานการทำงานโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศที่นำมาใช้ในอาคารหลังที่ 2 ที่ทำการศึกษาเลือกใช้จากมาตรฐานแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย(Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558 เพื่อนำมาเป็นตัวกำหนดการทำงานได้แก่ การจัดรูปแบบของงานข้อมูลกราฟิก เช่น สัญลักษณ์แสดงวัสดุ ขนาดของเส้นหรือสีที่มีลักษณะคล้ายกับการใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD การกำหนดหน่วยที่จะใช้ในการป้อนข้อมูล และมาตราส่วนการแสดงผลข้อมูลของโปรแกรมสารสนเทศที่ใช้กับอาคารตัวอย่าง

ข้อมูลที่ใช้ประกอบในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ ในส่วนข้อมูลที่ต้องใช้ในการขึ้นรูปแบบของแบบจำลองสารสนเทศอาคารของอาคารที่ทำกรวิจัยนั้น ต้องใช้ข้อมูลจากผู้วิศวกรผู้ออกแบบอาคารที่เป็นระบบของภาพกราฟิกที่เป็น 2 มิติ แบบแปลนอาคาร และรูปด้านของอาคารเนื่องจากในโครงการที่ทำการศึกษาในกระบวนการขั้นตอนการออกแบบผู้ออกแบบใช้ระบบการทำงานโดยระบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD มาทำงานในขั้นตอนดังกล่าวเพื่อดำเนินการต่อไปในส่วนของการทำผังแปลนของตัวอาคาร แปลนงานพื้นอาคาร แบบแสดงรูปด้าน-รูปตัดอาคาร แบบขยายรายละเอียดโครงสร้าง จุดต่อและแบบขยายแผ่นชิ้นส่วนโครงสร้างของคอนกรีตสำเร็จรูป และนำส่งข้อมูลในส่วนที่ไม่ใช้กราฟิก เช่น ชนิด ราคา และคุณสมบัติของวัสดุในชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปมาประกอบและถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลของแบบจำลองสารสนเทศของอาคารที่ 2 ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนกระบวนการทำแบบจำลองสารสนเทศ

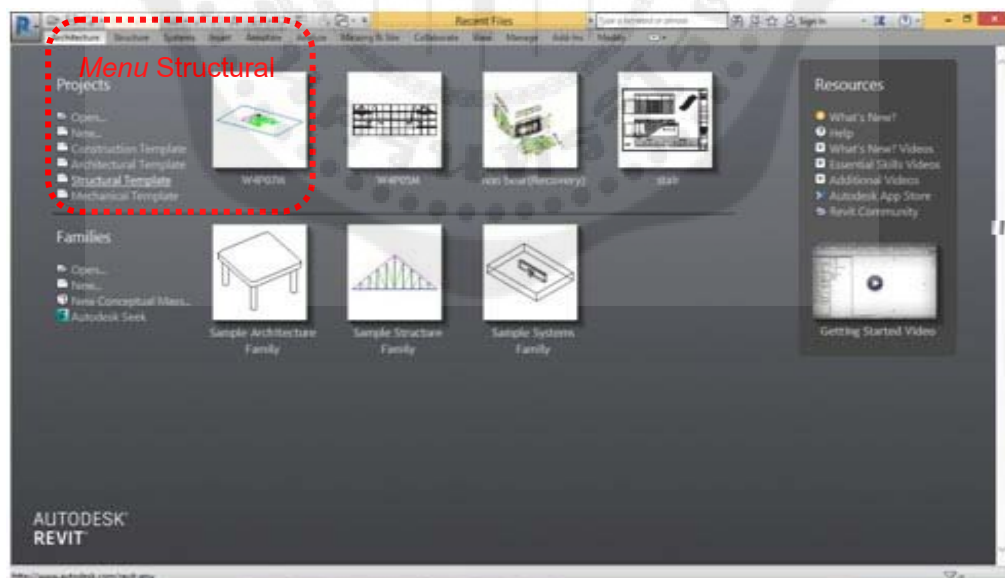
การกำหนดระดับขั้นตอนของการทำแบบในการก่อสร้าง กระบวนการขั้นตอนการทำงานระบบสารสนเทศ โดยทั่วไปตามมาตรฐานของทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับสากลประเทศนั้นจะใช้การกำหนดระดับของการทำแบบไว้เป็นระดับความละเอียดของสิ่งที่นำเข้าไปในฐานข้อมูลของระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศของอาคาร ซึ่งนิยมเรียกสั้นๆว่า ระดับ LOD (Level of Detail) เป็นตัวกำหนด ซึ่งระดับนั้นจะมีค่าระดับที่ใช้ คือ ระดับ LOD 100 เป็นค่าระดับของแบบในขั้นตอนกระบวนการออกแบบซึ่งจะมีลักษณะเป็นร่างของตัวอาคารที่เป็นลักษณะของการทำแนวคิดของการออกแบบระดับ LOD 200 คือแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นจากแบบที่เป็นระดับ LOD 100 ซึ่งจะมีการแสดงให้เห็นถึงขนาด มิติ ความกว้าง ความยาว จุดที่ติดตั้ง ระดับ LOD 300 จะเป็นระดับที่แสดงให้เห็นความละเอียดขึ้นมาซึ่งจะมีการแยกประเภทของวัสดุ และข้อมูลของรายละเอียด เช่น สี หรือรูปแบบของชนิดชิ้นส่วนของโครงสร้างสำเร็จรูปออกมาระดับ LOD 350 จะเป็นแบบก่อสร้างที่สามารถนำไปผลิตและติดตั้งจริงได้ โดยจะมีความละเอียดของชิ้นส่วนโครงสร้าง

คอนกรีตสำเร็จรูปเพิ่มเติมมา เช่น พื้นที่ ปริมาตร ตำแหน่งการติดตั้ง ส่วนระดับ LOD 400 นั้นจะเป็นความละเอียดเหมือนรูปแบบของระดับ LOD 350 ซึ่งจะอยู่ในส่วนของการทำแบบก่อสร้างหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากแบบที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ในระดับ LOD 350

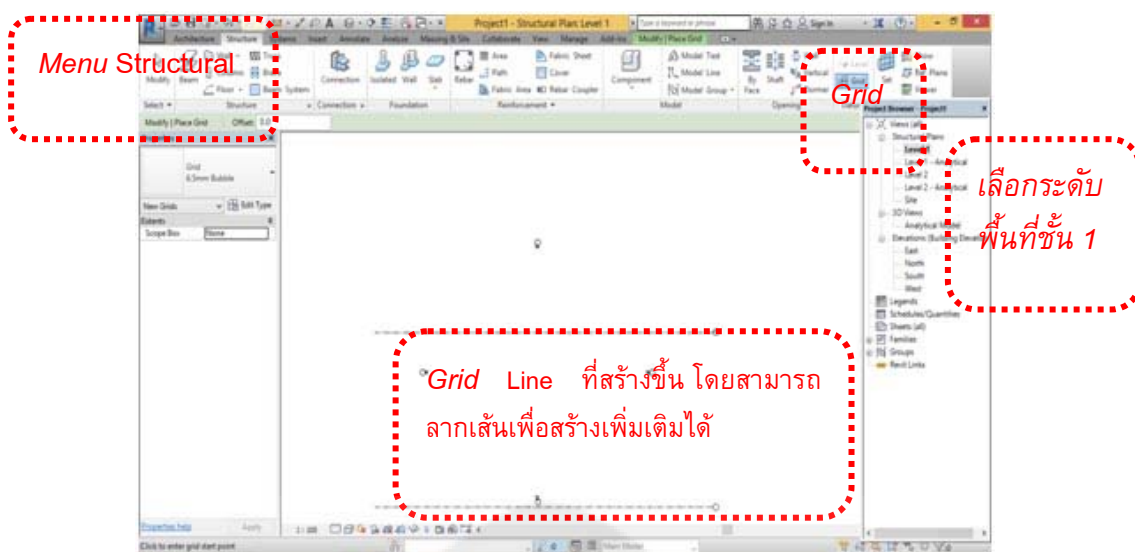
ในส่วนของโครงการอาคารที่ทำการศึกษานั้นได้ใช้ระดับในการทำแบบก่อสร้างไว้ที่ระดับ LOD 350 ซึ่งเป็นแบบที่อยู่ในระดับที่สามารถนำไปก่อสร้าง เตรียมงาน และผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปได้ โดยมีรายละเอียดในการทำแต่ละรูปแบบดังต่อไปนี้

ขั้นตอนกระบวนการทำแบบจำลองสารสนเทศ

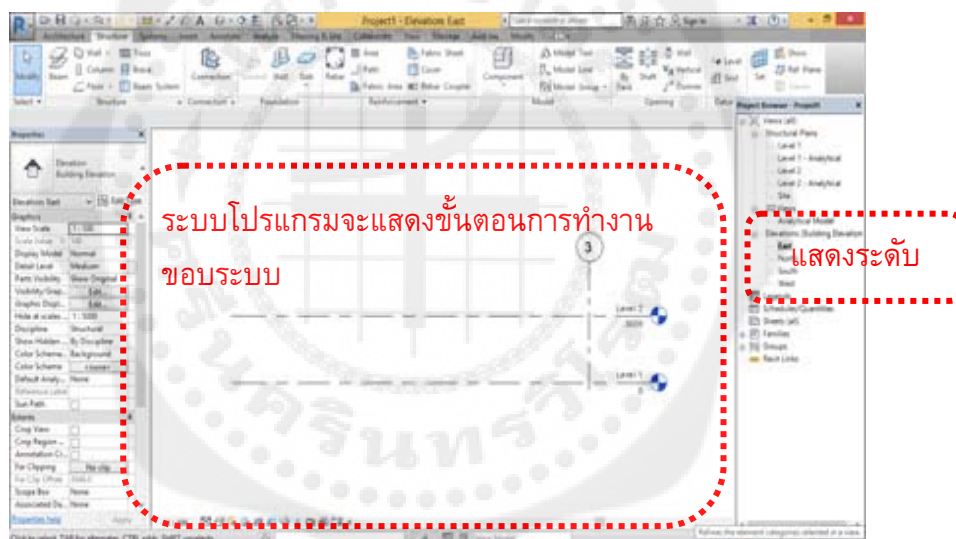
1. เริ่มการสร้างแบบจำลองตัวอาคารหลังที่ 2 โดยทำการเลือกใช้การขึ้นรูปแบบของโครงสร้างที่เมนู Structural Templates ซึ่งเป็นคำสั่งในหน้าจอเมนูดังภาพประกอบที่ 66 และ 67 แสดงในการทำแบบจำลองตัวอาคารหลังที่ 2 เพื่อใช้ในการใส่กริดอ้างอิงโครงสร้างเหล็กเสริมในชิ้นส่วนของโครงสร้างโดยโปรแกรม ระยะและเส้นกริดที่มาอ้างอิงนี้จะต้องสอดคล้องกับแบบงานสถาปัตยกรรมด้วยเพื่อไม่ให้เกิดการวางตำแหน่งของงานโครงสร้างผิดพลาด ไม่ตรงกับแบบงานสถาปัตยกรรม การควบคุมการดำเนินการในขั้นตอนดังกล่าวนี้จะมีเหมือนกันกับการทำแบบในระบบทั่วไปของอาคารที่ 1 แต่ในกรณีที่ใช้ระบบสารสนเทศของอาคารที่ 2 จะทราบได้ทันทีเพราะระบบจะแจ้งเตือนแสดงให้ทราบว่าเกิดการผิดพลาดจากการทำกริดอ้างอิงทั้งในแนวระนาบและแนวตั้ง ดังภาพประกอบ 68 ของอาคารหลังที่ 2 ที่ทำการวิจัยในโครงการ



ภาพประกอบ 65 การขึ้นรูปแบบของโครงสร้างที่เมนู Structural Templates



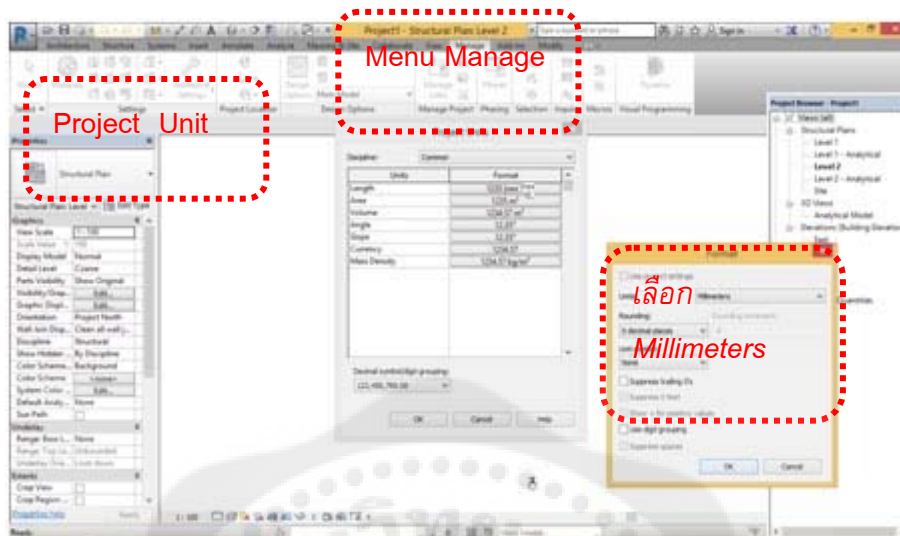
ภาพประกอบ 66 การสร้างเส้นกริดโดยใช้คำสั่ง ที่ Project Browser เลือกแปลนพื้นที่ชั้น 1



ภาพประกอบ 67 การทำระดับโดยใช้คำสั่ง ที่ Project Browser เลือกมุมมองรูปด้าน
เลือกมุมมองการใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit

มาตรฐานของแบบก่อสร้างที่แสดง ในขั้นตอนการเขียนแบบก่อสร้างของอาคารที่
ทำการศึกษา นั้น มาตรฐานที่เลือกใช้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบ โดยเลือก
กำหนดมาตรฐาน ซึ่งอ้างอิงมาตรฐานเดียวกันกับการใช้ระบบทั่วไป แต่การใช้ระบบสารสนเทศจะ
สามารถดึงชั้นงานออกมาและปรับขนาดของมุมมองได้โดยไม่ต้องใช้การเขียนขึ้นมาใหม่ หรือนำ
ชั้นงานนั้นออกมาขยายใหม่ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการทำแบบขยายที่จะต้องการสื่อให้เห็นชัดเจน
ขึ้นด้วยมาตรฐานที่ใหญ่ขึ้น สามารถดำเนินการโดยการตั้งค่าหน่วยวัดที่ใช้ในการทำแบบจำลอง

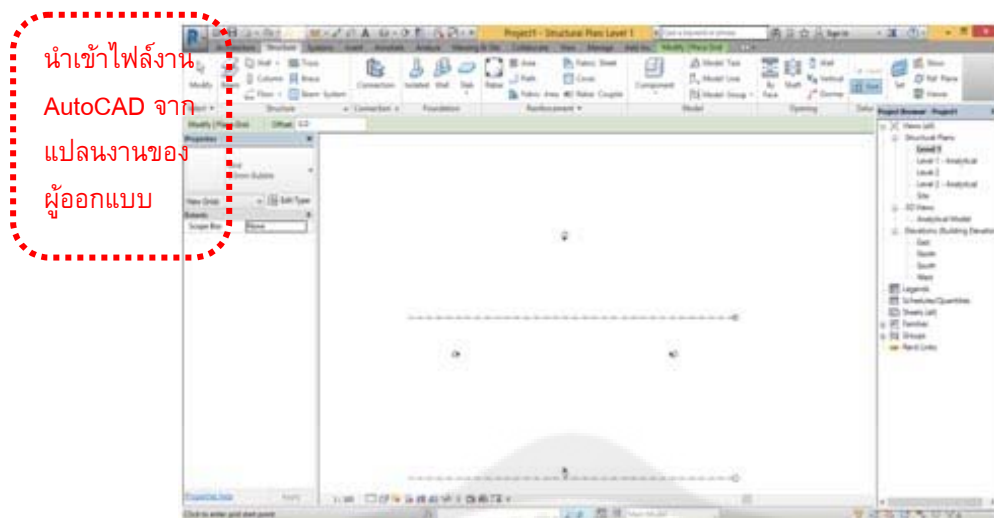
โดยใช้คำสั่งเมนู Setting เลือก Menu Manage เลือก Project Unit โดยเลือก Millimeters ดังภาพประกอบ 69 แสดงการใช้งานของโปรแกรมที่ตั้งค่าหน่วยวัดที่ใช้ในการทำแบบจำลอง



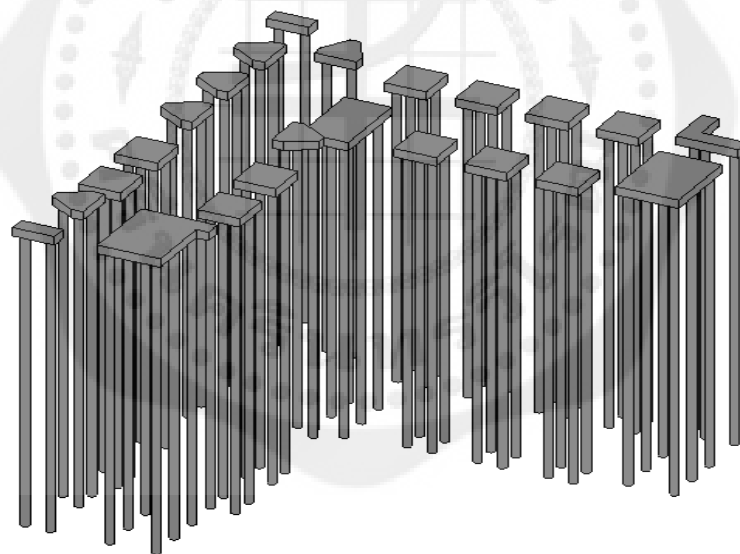
ภาพประกอบ 68 ตั้งค่าหน่วยวัดที่ใช้ในการทำแบบจำลองโดยใช้คำสั่งเมนู Setting

1. แบบแปลนงานเสาเข็มและผังพื้นอาคารหลังที่ 2

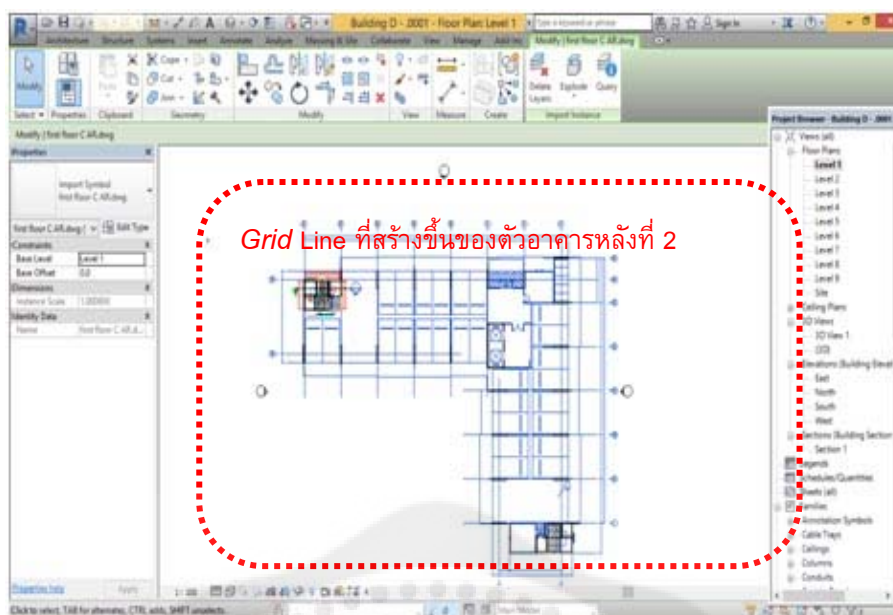
ในขั้นตอนการทำแบบแปลนของตัวอาคารนั้น เนื่องจากข้อมูลในส่วนของการวางผังโครงการและกลุ่มอาคาร ทางผู้ออกแบบได้ใช้ระบบการทำแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ในการวางผังแปลนโครงการและตัวอาคารอยู่แล้ว ดังนั้นเพื่อลดระยะเวลาในการทำแบบของตัวอาคารหลังที่ 2 ที่ต้องการขึ้นรูปใหม่ตั้งแต่กระบวนการดังกล่าวที่ผู้ออกแบบได้ดำเนินการไปแล้ว จึงใช้ระบบของโปรแกรมสารสนเทศในการนำแปลนดังกล่าวเข้ามาใช้งานโดยไม่ต้องขึ้นรูปใหม่ โดยการใช้คำสั่ง Menu Manage และใช้คำสั่ง Insert Cad เพื่อนำเข้าไฟล์งาน AutoCAD เข้ามาในโปรแกรม ดังภาพประกอบที่ 70 โดยต้องทำการจุดอ้างอิงในการวางตำแหน่งเดียวกันทุกแปลนชั้น ดังภาพประกอบที่ 71 และ 72



ภาพประกอบ 69 ตั้งค่านำเข้าไฟล์งาน AutoCAD จากแปลงงานของผู้ออกแบบ



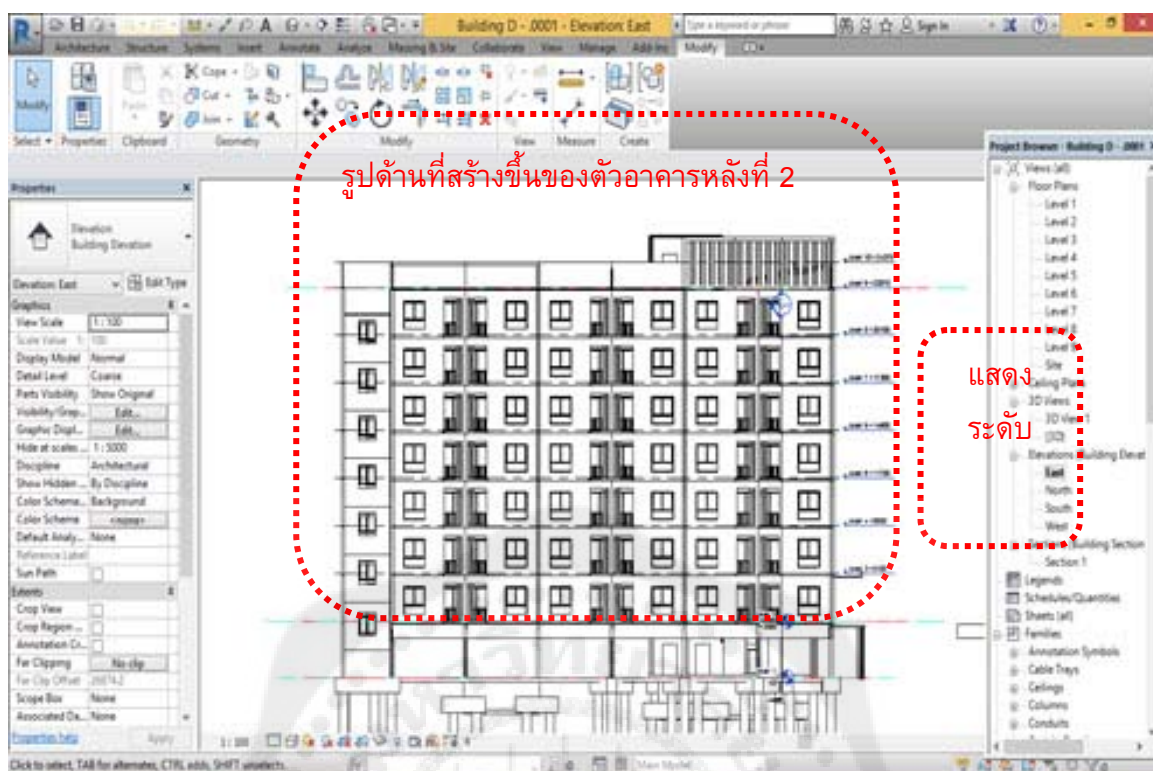
ภาพประกอบ 70 ผังเข็มของตัวอาคารหลังที่ 2 ในมุมมองแบบ 3 มิติ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit



ภาพประกอบ 71 แปลนของตัวอาคารหลังที่ 2 ที่นำเข้ามาในโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit

2. แบบรูปด้านอาคาร-รูปตัดอาคาร

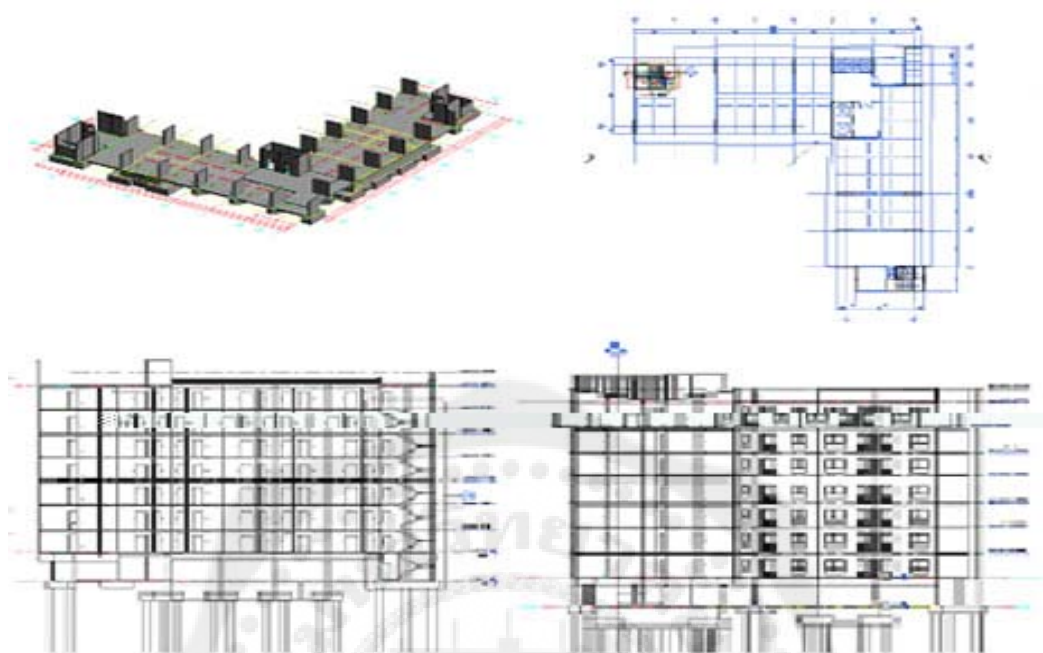
การสร้างรูปด้านอาคารต้องอ้างอิงเส้นและระดับจากงานสถาปัตยกรรมกับส่วนของแปลนงานโครงสร้างที่ได้จัดทำไว้ในระบบสารสนเทศของตัวอาคาร โดยยึดถือขนาด มิติ ความกว้าง ความสูง ความยาว มาจัดทำแบบรูปด้านของอาคาร สามารถหมุนดูได้ทุกทิศทาง โดยการใช้คำสั่ง Menu Manage และใช้คำสั่ง Insert Cad โดยต้องทำจุดอ้างอิงในการวางตำแหน่งเดียวกันทุกแปลนชั้น ดังภาพประกอบที่ 73 และ 74 ส่วนการทำแบบรูปตัดของอาคารนั้นจะสามารถทราบได้ทุกรูปตัดที่ต้องการ ระบบจะทำการตัดให้ทราบได้ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงให้เห็นในส่วนของภายในอาคารและมิติต่างๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ดังภาพประกอบที่ 75 ถึง 76 ซึ่งถ้ารูปแบบไม่สอดคล้องกับระบบแบบจำลองสารสนเทศจะทำการตรวจสอบจากการประสานข้อมูลของแบบโครงสร้างอาคารดังกล่าว รวมถึงยังยึดรูปแบบการตกแต่งผนัง เช่น บัวตกแต่งและเส้นร่องที่แสดงความสวยงามอีกด้วย ซึ่งจะต้องนำไปประสานงานกับแบบงานโครงสร้างที่ติดตั้งมากับแผ่นขึ้นส่วน



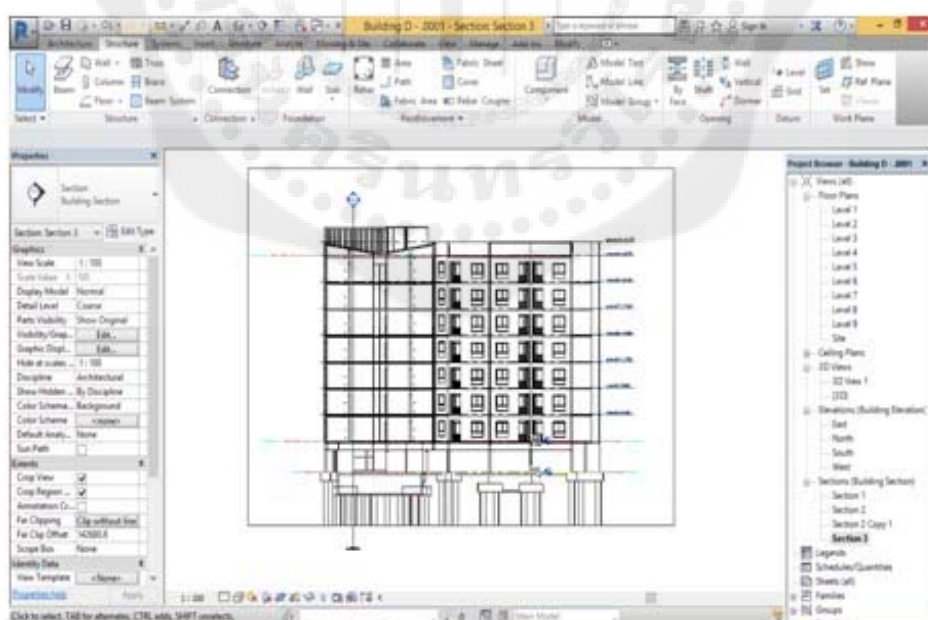
ภาพประกอบ 72 รูปด้านที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2



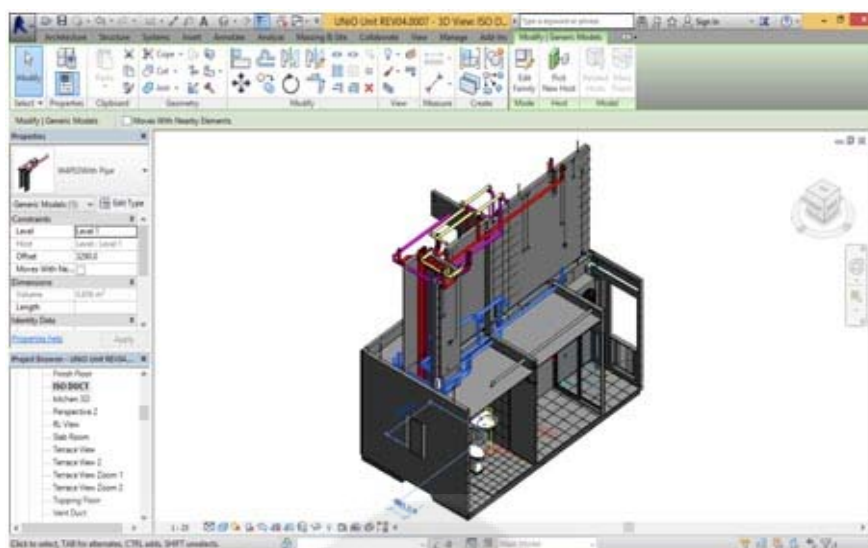
ภาพประกอบ 73 รูปด้านแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2



ภาพประกอบ 74 รูปตัดแนวระนาบแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2



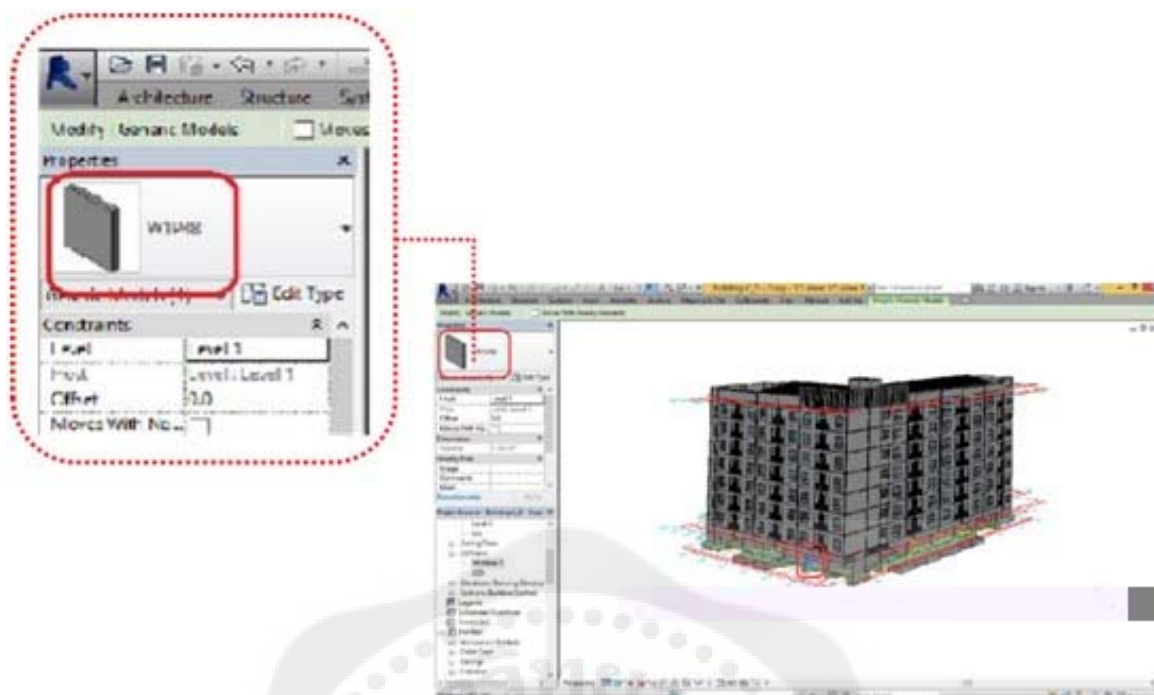
ภาพประกอบ 75 รูปตัดแนวตั้งแบบ 2 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2



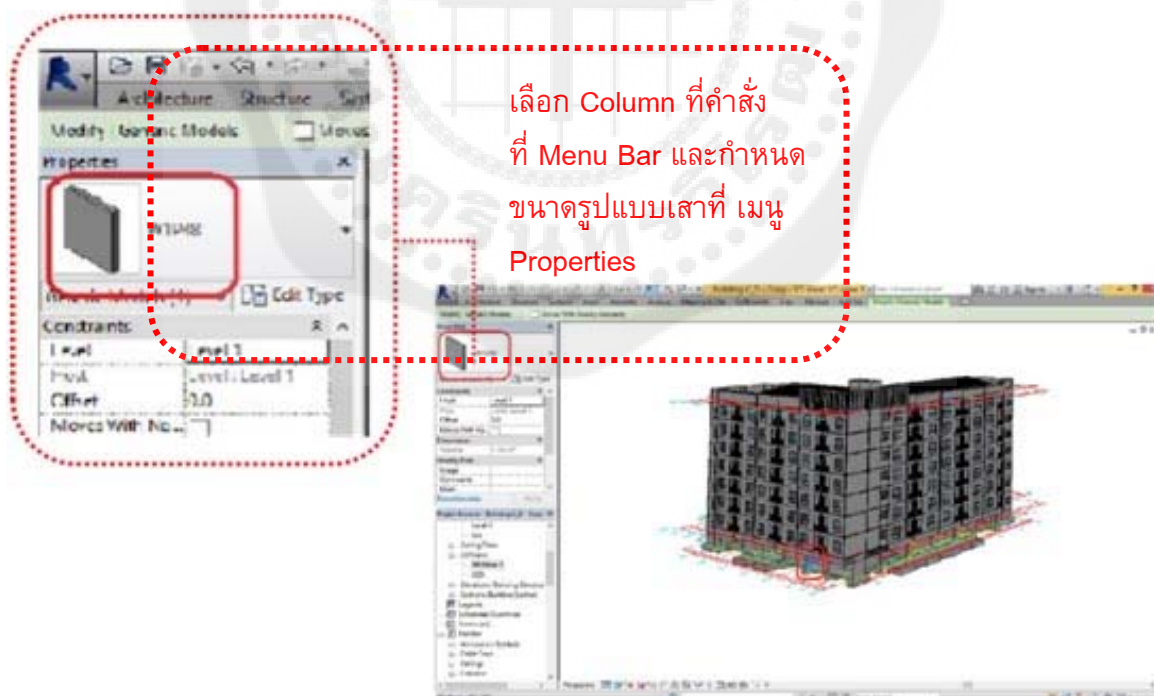
ภาพประกอบ 76 รูปตัดในส่วนของห้องพักแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นของตัวอาคารหลังที่ 2

3. แบบขยายรายละเอียดโครงสร้างของอาคารและแบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

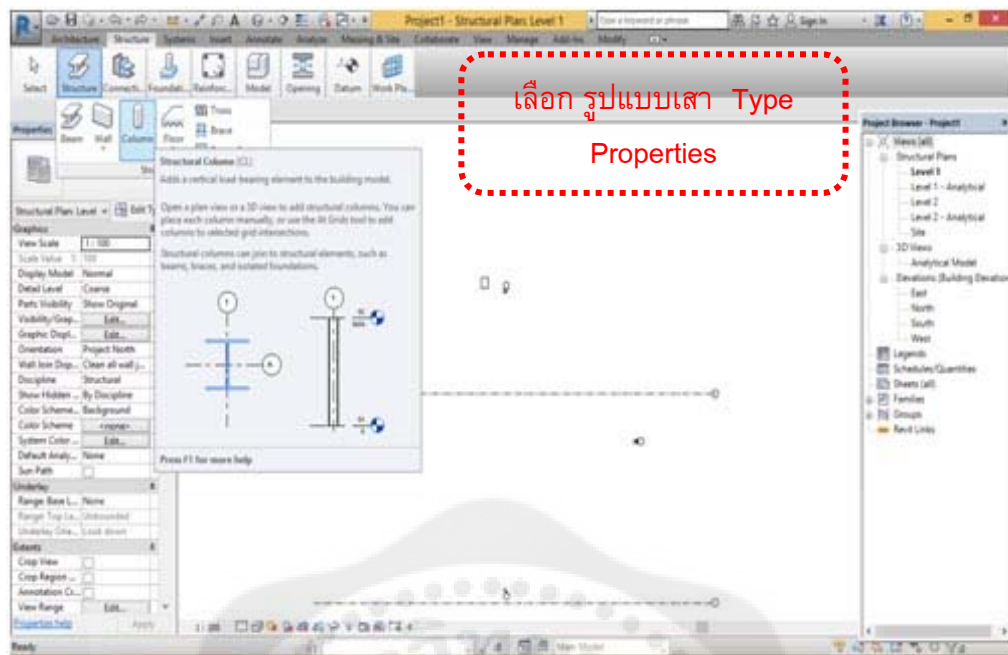
การทำแบบขยายรายละเอียดโครงสร้างของอาคาร ได้แก่ ชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปตามที่วิศวกรผู้ออกแบบงานโครงสร้างได้กำหนดไว้ สามารถดึงนำออกมาจากแบบจำลองของตัวอาคารที่ได้ดำเนินการไปแล้วได้เลย ดังภาพประกอบที่ 78 เพื่อนำไปใช้ทำประกอบการทำแบบขยายแบบสำหรับผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป สามารถช่วยให้ผู้ทำการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทำการติดตั้งและเข้าใจรูปแบบได้ชัดเจน เช่น กรณีการติดตั้งชิ้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูป แสดงให้เห็นลักษณะการตั้งและการเตรียมเหล็กเสริมและคำนวณปริมาณคอนกรีตที่ใช้ในส่วนของจุดเชื่อมต่อโครงสร้าง และยังใช้ในการทำแบบขยายแปลนและรูปตัดของห้องพักที่จะต้องเป็นรูปแบบขยายจากงานสถาปัตยกรรม ดังภาพประกอบที่ 79 และ 80 โดยนำมาทำเป็นแบบขยายแปลนห้องที่เป็นงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอีกทีเพื่อทำการจัดแบ่งแผ่นผนังสำเร็จรูปออกมาเป็นแบบสำหรับการผลิตและติดตั้งอีกครั้ง (ภาพประกอบที่ 81 ถึง 85) สร้างชิ้นส่วนเสา คาน บันได ผนังและ พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปจากตัวแบบจำลองอาคารที่ได้สร้างไว้แล้ว โดยใช้คำสั่งที่ Menu Bar เลือก Structural เลือก Column (ชิ้นงานโครงสร้างที่ต้องการแสดง)



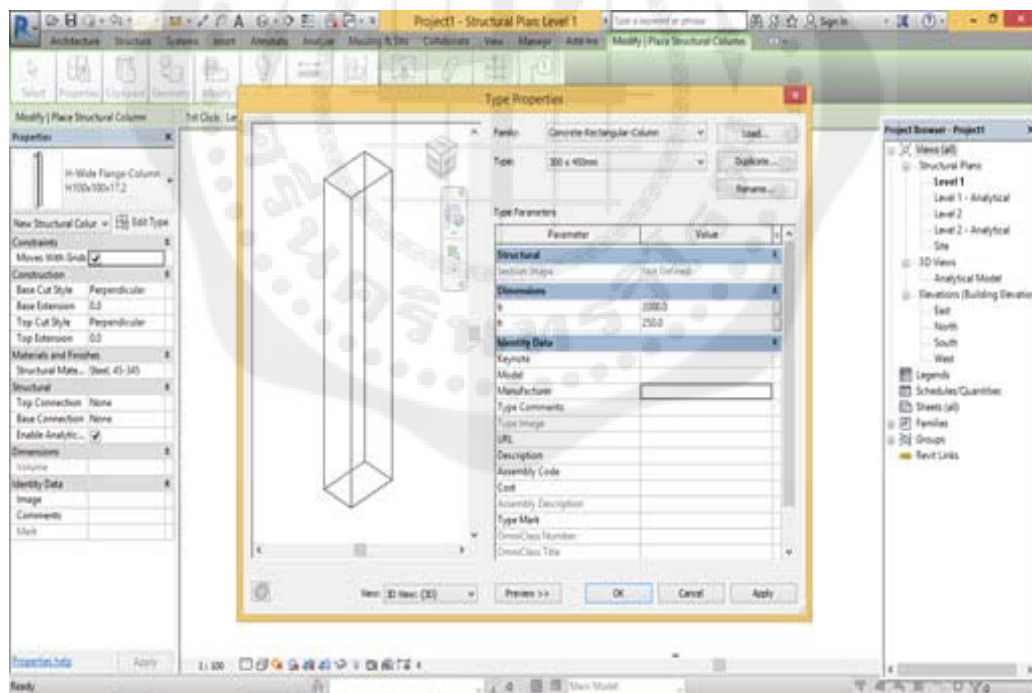
ภาพประกอบ 77 แบบจำลองโครงสร้างของตัวอาคารสามารถดึงชิ้นส่วนสำเร็จรูปออกมาทำเป็นแบบขยายใช้สำหรับการแบบผลิตชิ้นงาน



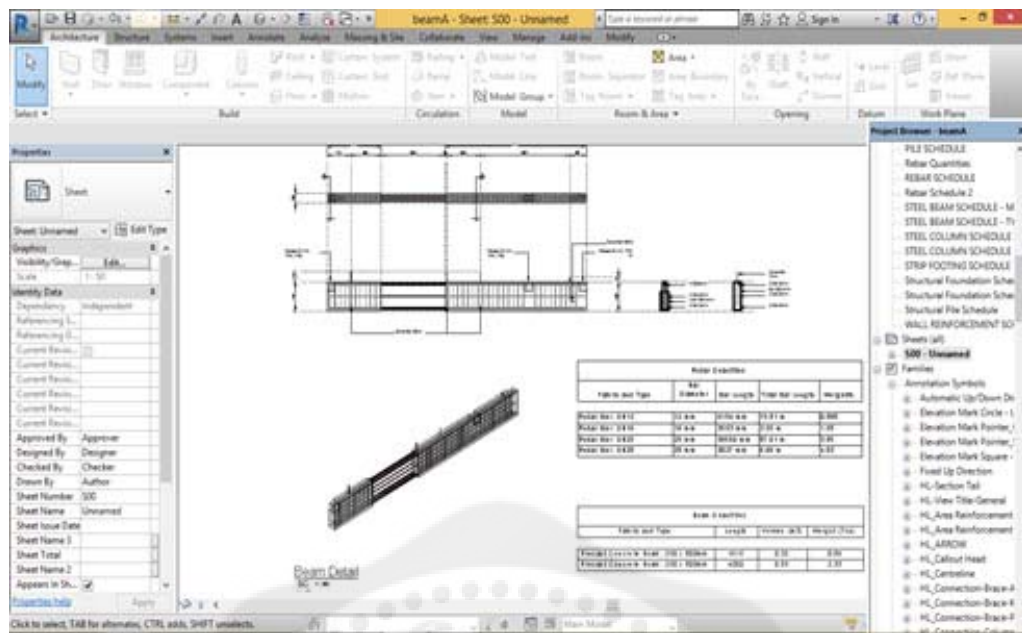
ภาพประกอบ 78 แบบโครงสร้างเสาชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากการใช้งานโปรแกรม



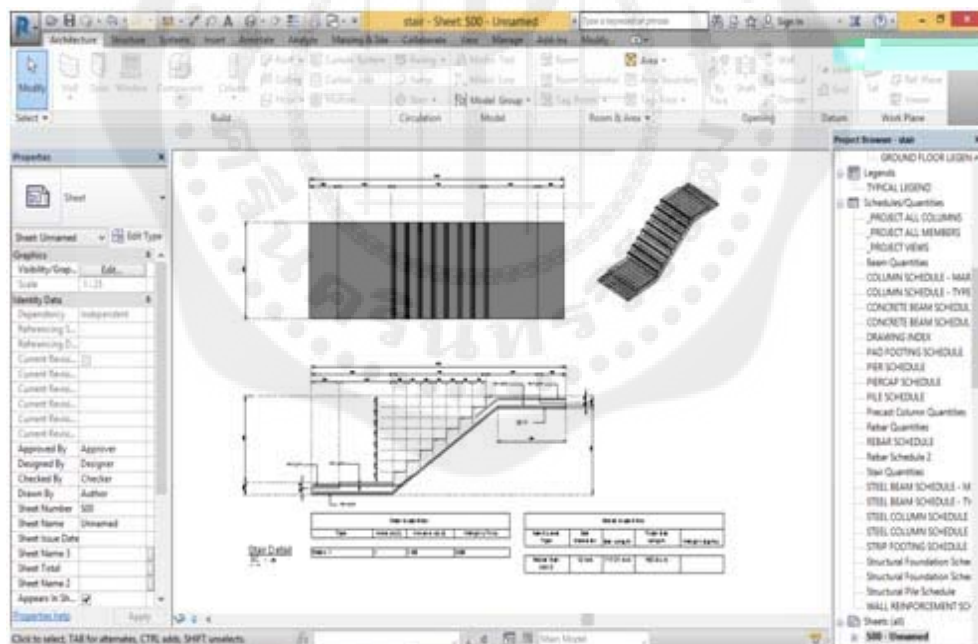
ภาพประกอบ 79 การขึ้นรูปขนาดมิติของเสาขึ้นส่วนสำเร็จรูป



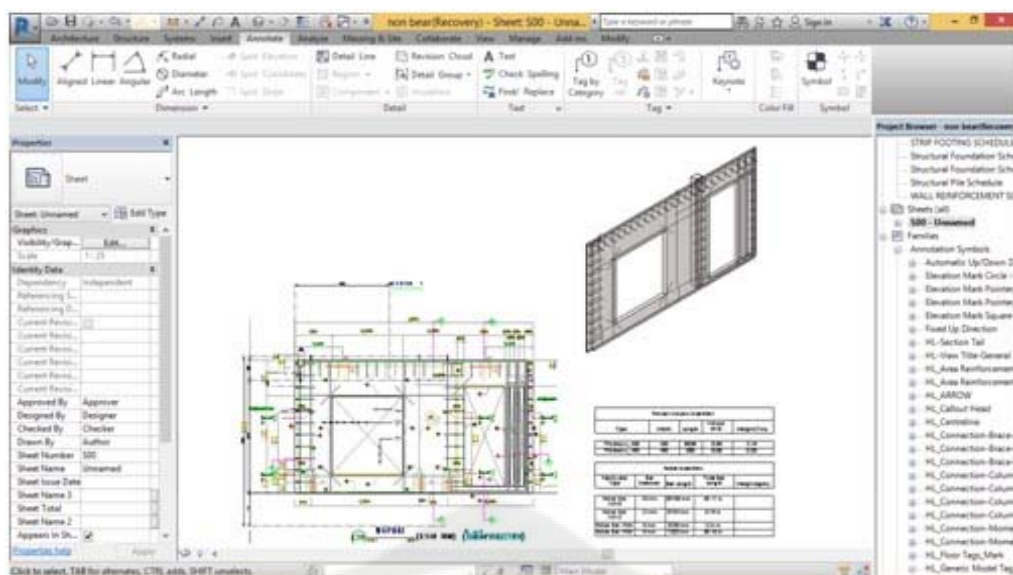
ภาพประกอบ 80 แบบขยายเสาขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



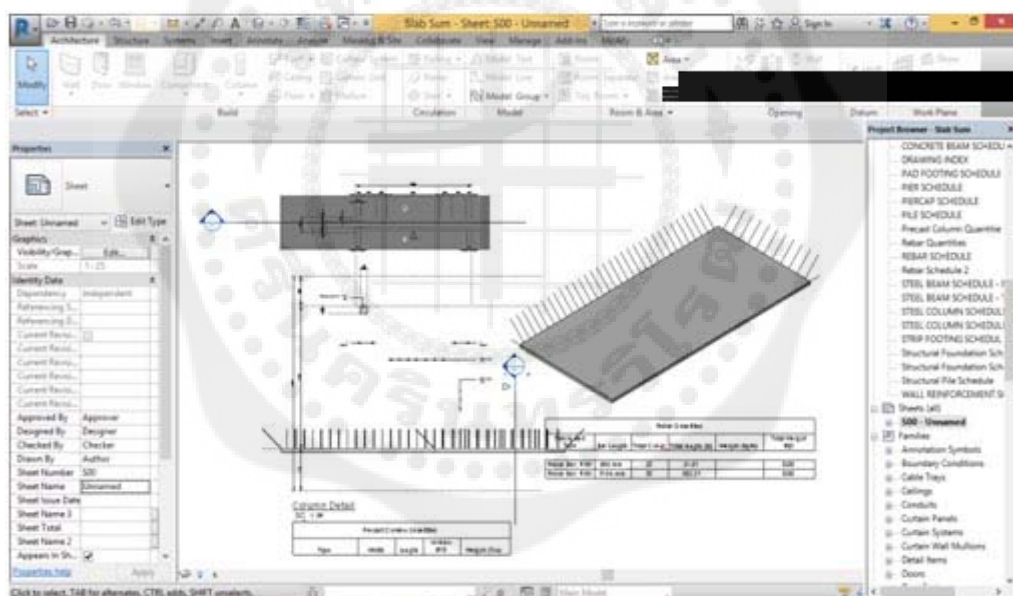
ภาพประกอบ 81 แบบขยายคานชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพประกอบ 82 แบบขยายบันไดชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพประกอบ 83 แบบขยายผนังขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพประกอบ 84 แบบขยายพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปสำเร็จรูป

4. การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป

ในกระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น อาคารที่ใช้ระบบสารสนเทศสามารถทำงานได้รวดเร็วและไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่นๆ มาช่วยในกระบวนการคำนวณ เพราะโปรแกรมจะวิเคราะห์และแสดงผลได้อัตโนมัติ ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเตรียมแบบก่อสร้างเพื่อการผลิต ติดตั้งและการวางแผนงานในอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป เนื่องจากแบบที่ได้จากระบบแบบจำลองสารสนเทศเป็นแบบที่แสดงขนาด รูปร่าง ปริมาณคอนกรีตเหล็กเสริม และตาราง Bar

Cut List ไว้แล้วและคำนวณผลัดโนมิติตามที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น จึงเป็นผลพลอยได้ ช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมแบบก่อสร้างเพื่อผลิต และการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น เหล็กเสริม ในชั้นส่วนสำเร็จรูปแสดงดังภาพประกอบ 86

The screenshot shows a software interface with a 'Rebar Takeoff' table and a list of rebar items. The table has columns: No., Description, Diameter, Qty, Length, Total Rebar Length, Kipperm, and Kg. The list of rebar items has columns: No., Description, Diameter, Qty, Length, Total Rebar Length, Kipperm, and Kg.

No.	Description	Diameter	Qty	Length	Total Rebar Length	Kipperm	Kg
18	R89	8 mm	4	0.67 m	0.01 m	0.499	3.00
19	R89	8 mm	4	0.80 m	3.20 m	0.499	1.60
30	DB12	12 mm	32	0.71 m	22.75 m	0.888	20.20
31	DB12	12 mm	32	0.81 m	25.95 m	0.888	23.04
32	DB12	12 mm	15	3.80 m	60.64 m	0.888	54.03
40	DB16	16 mm	8	3.75 m	30.03 m	1.578	47.39
50	DB20	20 mm	14	3.75 m	52.56 m	2.458	129.60
L2	R89	8 mm	4	1.06 m	4.23 m	0.499	2.11
Grand total:			119		205.57 m		200.97

ภาพประกอบ 85 ผลประมวลแสดงชนิด ขนาดและปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนผนังสำเร็จรูป

4.2.4 วิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนกระบวนการการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคาร แบบขยาย แบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และการหาปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนของอาคารหลังที่ 2 สามารถวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์การวัดดังนี้

1. กรณีแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคารและแบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

ระยะเวลา

ในโครงการอาคารที่ได้ทำการศึกษอาคารหลังที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 150 วันเป็นการสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบเป็นตัวอาคารและเพิ่มเติมข้อมูลสารสนเทศองค์ประกอบของอาคารลงไปในฐานข้อมูลกลาง ซึ่งสามารถแสดงแบบขยายหรือรูปตัดของตัวอาคารได้ทันทีเนื่องจากมาจากฐานข้อมูลเดียวกัน

ความสะดวกสบาย

แสดงผลได้ในมุมมองหลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ หรือ 3 มิติ และการดูภาพตัดหรือหมุนของตัวอาคารได้ทุกระนาบ เนื่องจากมีฐานข้อมูลที่มาจากแบบจำลองสารสนเทศของตัวอาคาร ไม่ต้องเสียเวลาในการสร้างทำแบบใหม่

ความถูกต้อง

มีกระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มงานก่อสร้างและสามารถตรวจสอบแบบที่ไม่ชัดเจนโดยใช้มุมมอง 3 มิติ เข้าช่วยทำให้ทราบปัญหาข้อผิดพลาดจากแบบได้ง่าย โปรแกรมในแบบจำลองสารสนเทศมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบให้ ทำให้ทราบได้ทันทีที่พบความผิดพลาด ซึ่งจะแก้ผลกระทบที่ได้ทำการแก้ไขในแบบจำลองด้วย เนื่องจากฐานข้อมูลเชื่อมโยงกัน

การแก้ไข

การเก็บฐานข้อมูลที่เป็นแบบก่อสร้างและข้อมูลและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ

สรุปการวัดผลการใช้งาน

ผลการวิจัยรูปแบบในการจัดทำแบบก่อสร้างขึ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปโดยการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ สามารถสรุปการวัดผลเทียบด้านระยะเวลาในการทำงาน ความสะดวกสบาย ความถูกต้องและแก้ไขของกระบวนการทำงาน ของรายการการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดตัวอาคารและขึ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปได้ดังตารางที่ 5

ตาราง 5 สรุปการวัดผลการใช้งานโดยทำแบบก่อสร้างจากแบบจำลองสารสนเทศของขึ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

รายการ	การวัดผล	ผลประเมิน
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคาร แบบขยายแบบขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน	○
	ความสะดวกสบาย	●
	ความถูกต้อง	●
	การแก้ไข	●

เกณฑ์การวัดผล

△ พอใช้

○ ดี

● ดีมาก

2. กรณีการหาปริมาณเหล็กเสริมในขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 2

ระยะเวลา

ในโครงการอาคารที่ได้ทำการศึกษาอาคารหลังที่ 2 นี้ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงจากการทำแบบจำลองและประสานงานกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถประมวลผลปริมาณเหล็กเสริมในขึ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทันทีโดยมีการคำนวณที่ละเอียดกว่า คำนวณได้ถึงระยะต่อทาบและระยะงอของเหล็กเสริม

ความสะดวกสบาย

มีรูปแบบตารางในการแสดงผล โดยเป็นการดึงฐานข้อมูลกลางของอาคารออกมา ทำให้ได้ปริมาณที่รวดเร็วพร้อมกับแบบจำลองชิ้นส่วนอาคารก่อสร้างนั้น

ความถูกต้อง

มีกระบวนการในการทำแบบจำลองชิ้นส่วนอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างทำให้ทราบปริมาณงานหลักเสริมมีเวลาในการปรับแก้ไขแบบในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุนและข้อผิดพลาดได้ง่าย

การแก้ไข

การเก็บฐานข้อมูลที่เป็นแบบก่อสร้างและข้อมูลและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ

สรุปการวัดผลการใช้งาน

ผลการวิจัยรูปแบบในการจัดทำแบบก่อสร้างชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปด้วยแบบจำลองสารสนเทศในกระบวนการหาปริมาณหลักเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น สามารถสรุปการวัดผลเทียบด้านระยะเวลาในการทำงาน ความสะดวกสบาย ความถูกต้องและแก้ไขของกระบวนการทำงานดังตารางที่ 6

ตาราง 6 สรุปการวัดผลการหาปริมาณหลักเสริมจากแบบจำลองสารสนเทศของโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป

รายการ	เกณฑ์วัดผล	ผลประเมิน
การหาปริมาณหลักเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน	●
	ความสะดวกสบาย	●
	ความถูกต้อง	●
	การแก้ไข	●

เกณฑ์การวัดผล

△ พอใช้

○ ดี

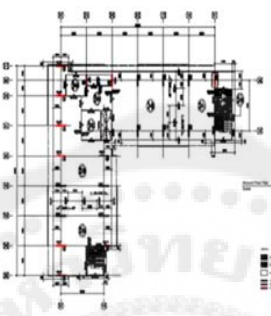
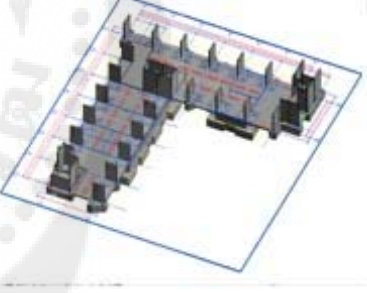
● ดีมาก

4.2.5 สรุปการเปรียบเทียบการจัดทำแบบก่อสร้างของทั้ง 2 ระบบ

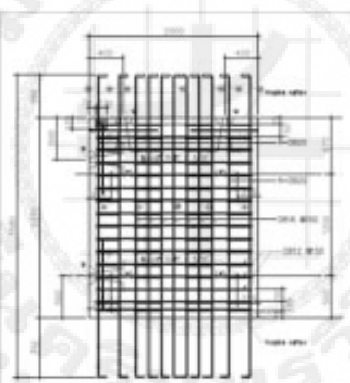
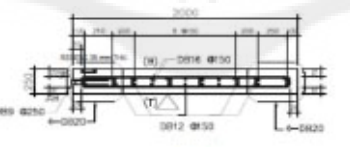
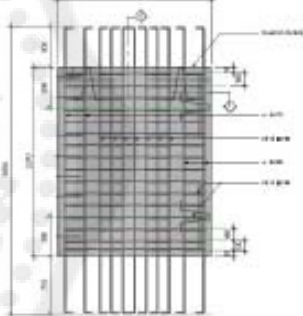
ในขั้นตอนกระบวนการการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดอาคาร แบบขยาย แบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และการหาปริมาณหลักเสริมในชิ้นส่วนของอาคารหลังที่ 2 นั้น สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบแสดงผลดังตารางที่ 7 (ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวลและอิทธิพร ศิริสวัสดิ์. 2560) ซึ่งแสดงสรุป

ถึงการเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบที่ใช้ในการการทำแบบก่อสร้างของทั้ง 2 อาคารในโครงการที่ทำการศึกษาครั้งนี้

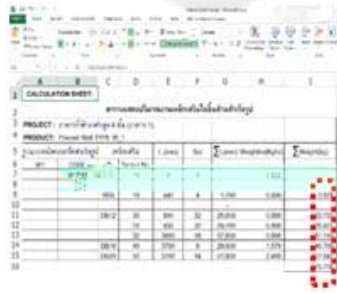
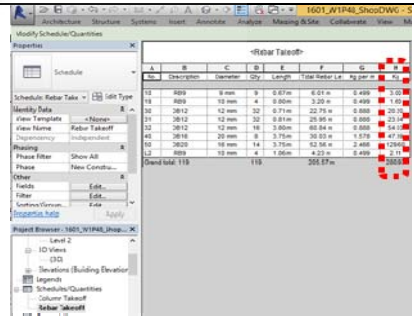
ตาราง 7 สรุปการเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบ

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของตัวอาคาร	รูปแบบ	 แบบแปลนอาคารแบบ 2 มิติ  แบบแปลนอาคารแบบ 3 มิติ	
	ระยะเวลา	ใช้เวลาประมาณ 90 วันเป็นการสร้างรูปกราฟิกแบบเรขาคณิต จึงใช้เวลาเร็วกว่า	ใช้เวลาประมาณ 150 วันเป็นการสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบเป็นตัวอาคารและเพิ่มเติมข้อมูลสารสนเทศองค์ประกอบของอาคารลงไปในฐานะข้อมูลกลาง
	ความสะดวกสบาย	แสดงรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตแทนการเขียนแบบด้วยมือ ในส่วนของภาพตัดหรือมุมมองต่างๆ ต้องเขียนแบบขึ้นใหม่ทุกครั้ง	แสดงผลได้ในมุมมองหลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ หรือ 3 มิติ และการดูภาพตัดหรือมุมมองของตัวอาคารได้ทุกระนาบ

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของตัวอาคาร	ความถูกต้อง	ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่าง ๆ เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบเป็นหลักตามมาตรฐานการเขียนแบบ	มีกระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มงานก่อสร้างและสามารถตรวจสอบแบบที่ไม่ชัดเจนโดยใช้มุมมอง 3 มิติ เข้าช่วยทำให้ทราบปัญหาข้อผิดพลาดจากแบบได้ง่าย
	การแก้ไข	กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขต้องไปแก้ไขส่วนต่างๆ ที่มีผลกระทบกับแบบก่อสร้าง ซึ่งอาจเกิดความล่าช้าหรือความผิดพลาดต่อเนื่องได้	การเก็บฐานข้อมูลที่เป็นแบบก่อสร้างและข้อมูลและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ
	รูปแบบ (เฉพาะชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป)	 แบบขยายรูปด้านชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป  แบบขยายรูปตัดชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป —  แบบขยายแบบ 3 มิติของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ
การทำแบบขยายแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของชั้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	ระยะเวลา	ใช้เวลาประมาณ 1 วันต้องสร้างแบบขึ้นมาใหม่โดยต้องใช้การประสานงานกันของแบบก่อสร้างส่วนอื่นๆ ของอาคารมาประกอบเพื่อจัดทำเป็นแบบขยายขึ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงแบบได้จากการทำแบบจำลองแลประสานงานกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถดึงโครงสร้างขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกมาเป็นแบบขยายขึ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปได้ทันที
	ความสะดวกสบาย	แสดงรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตแทนการเขียนแบบด้วยมือ ในส่วนของภาพตัดหรือหมุนมุมมองต่างๆ ต้องเขียนแบบขึ้นใหม่ทุกครั้ง	สามารถแสดงผลให้อยู่ในมุมมองได้หลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ หรือ 3 มิติ และการดูภาพตัดหรือหมุนของโครงสร้างขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอาคารได้ทุกระนาบ
	ความถูกต้อง	ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่างๆเขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบเป็นหลักตามมาตรฐานการเขียนแบบ	มีกระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างและสามารถตรวจสอบแบบที่ไม่ชัดเจนโดยใช้มุมมอง 3 มิติเข้าช่วยทำให้ทราบปัญหาข้อผิดพลาดจากแบบก่อนทำงาน
	การแก้ไข	การที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขต้องไปแก้ไขส่วนต่างๆ ที่มีผลกระทบกับแบบก่อสร้าง ซึ่งอาจเกิดความล่าช้าหรือความผิดพลาดต่อเนื่องได้	การเก็บฐานข้อมูลแบบก่อสร้างและข้อมูลสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ
การหาปริมาณเหล็กเสริมในชั้นส่วนสำเร็จรูป	รูปแบบ	 = 275.73 กิโลกรัม/ชั้น สำหรับชั้นส่วนเสาคอนกรีตสำเร็จรูปมีความแตกต่างร้อยละ 1.86	 = 280.97 กิโลกรัม/ชั้น

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ
การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ระยะเวลา	ใช้เวลาประมาณ 1 วันคำนวณปริมาณของเหล็กเสริมจากแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานและตรวจสอบ ซึ่งต้องบันทึกข้อมูลที่จำเป็นลงไปก่อนประมวลผล	ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงได้จากการทำแบบจำลองและประสานงานกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถประมวลผลปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทันทีโดยมีการคำนวณที่ละเอียดกว่าคำนวณถึงระยะต่อทาบและระยะงอของเหล็กเสริม
	ความสะดวกสบาย	มีรูปแบบตารางในการแสดงผลและใช้สูตรการคำนวณของโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ช่วยในการคิดปริมาณเหล็กเสริม แต่กระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมนั้นจะต้องรื้อแบบจากการเขียนแบบและบันทึกข้อมูลที่จำเป็นก่อนเริ่มกระบวนการทำงาน	มีรูปแบบตารางในการแสดงผล โดยเป็นการดึงฐานข้อมูลกลางของอาคารออกมา ทำให้ได้ปริมาณที่รวดเร็วพร้อมกับแบบจำลองชิ้นส่วนอาคารก่อสร้างนั้น
	ความถูกต้อง	ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่างๆ เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบ ในการนำมาถอดปริมาณเหล็กเสริม จึงอาจเกิดความผิดพลาดได้จากแบบที่มีความไม่ชัดเจน	มีกระบวนการในการทำแบบจำลองชิ้นส่วนอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างทำให้ทราบปริมาณงานเหล็กเสริมมีเวลาในการปรับแก้ไขแบบในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุนและข้อผิดพลาดได้ง่าย
	การแก้ไข	การแก้ไขแบบและองค์ประกอบในชิ้นส่วนต้องตามไปแก้ไขส่วนที่แสดงในโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ไปด้วยจึงต้องใช้เวลาพอสมควร	การเก็บฐานข้อมูลที่เป็นแบบก่อสร้างและข้อมูลและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ

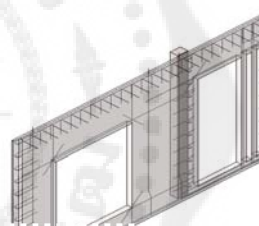
4.2.6 วิเคราะห์การผลิต และการติดตั้งจริง

ในขั้นตอนต่อมาซึ่งเป็นการเตรียมแบบก่อสร้างเพื่อการผลิต ติดตั้งและการวางแผนงานในอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น เนื่องจากแบบก่อสร้างที่ได้จากระบบแบบจำลองสารสนเทศเป็นแบบที่แสดงขนาด รูปร่าง ปริมาณคอนกรีตเหล็กเสริม และตาราง Bar Cut List ไว้แล้วในแบบที่แสดงและคำนวณผลอัตโนมัติตามที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ จึงลดระยะเวลาในการเตรียมแบบเพื่อผลิต และการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น เหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป การวางแผนงาน การกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุ และค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรมจะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้รวดเร็ว และสามารถแสดงการติดตามโครงการผ่านโปรแกรมระบบแบบจำลองสารสนเทศ แสดงเป็นระบบภาพ แบบจำลองอาคาร 3 มิติตามช่วงเวลานั้นๆ ได้ว่าโครงการเกิดความล่าช้าในส่วนใดทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่าระบบทั่วไปที่ซับซ้อนมองไม่เห็นภาพแบบจำลองดังภาพประกอบ 87 ถึง 88 ซึ่งจากการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นนั้นสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

การผลิต ณ โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

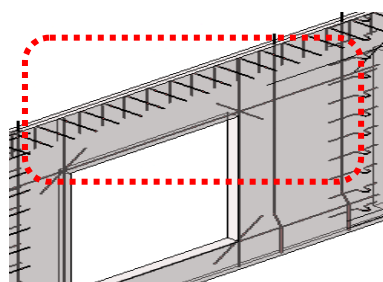


การใช้แบบจำลองสารสนเทศ



Precast Column Quantities				
Type	Width	Length	Volume (m3)	Weight (Ton)
Thickness 100	100	5035	0.90	2.15
Thickness 150	150	200	0.08	0.20

Rebar Quantities				
Family and Type	Bar Diameter	Bar Length	Total Bar Length	Weight (kg/m)
Rebar Bar DB10	10 mm	35169 mm	35.17 m	
Rebar Bar DB12	12 mm	8753 mm	8.75 m	
Rebar Bar RB6	6 mm	3238 mm	3.24 m	
Rebar Bar RB9	9 mm	7203 mm	39.10 m	



ภาพประกอบ 86 การผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการแสดงในแบบจำลองสารสนเทศ

การวิเคราะห์ผลจากข้อมูล

การเตรียมแบบหล่อชิ้นงานรวมวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น จุดยก คอนกรีต เหล็กเสริม การตัดเหล็กเสริม (Cut Length) มีความแม่นยำถูกต้องตามรูปแบบ สามารถทำงานได้รวดเร็วเนื่องจากแบบที่แสดงเป็นระบบ 2 มิติและ 3 มิติ สามารถแสดงเป็นแบบขยายให้ครบถ้วนเข้าใจได้ง่าย ลดเวลาในการทำแบบขยาย รวมถึงปริมาณวัสดุที่ต้องทำการคำนวณใหม่จากระบบทั่วไป

รูปแบบการติดตั้ง

การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป
เสาคอนกรีตสำเร็จรูป



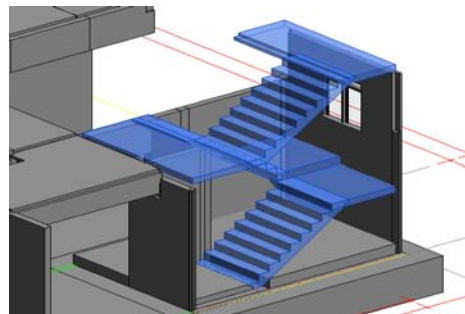
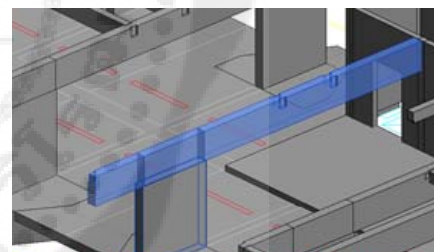
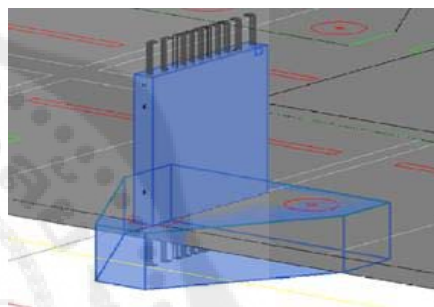
คานคอนกรีตสำเร็จรูป



บันไดคอนกรีตสำเร็จรูป

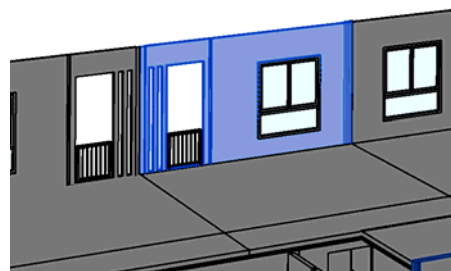


การใช้แบบจำลองสารสนเทศ

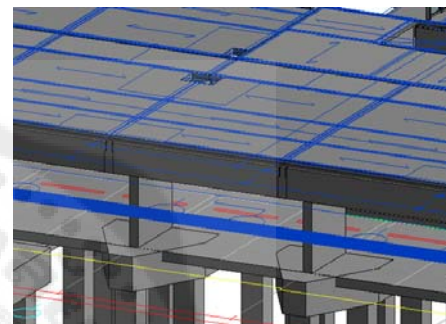


ภาพประกอบ 87 การติดตั้งโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการแสดงในแบบจำลองสารสนเทศ

ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป



พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป



ภาพประกอบ 87 (ต่อ) การติดตั้งโครงสร้างชั้นส่วนสำเร็จรูปและการแสดงในแบบจำลองสารสนเทศ

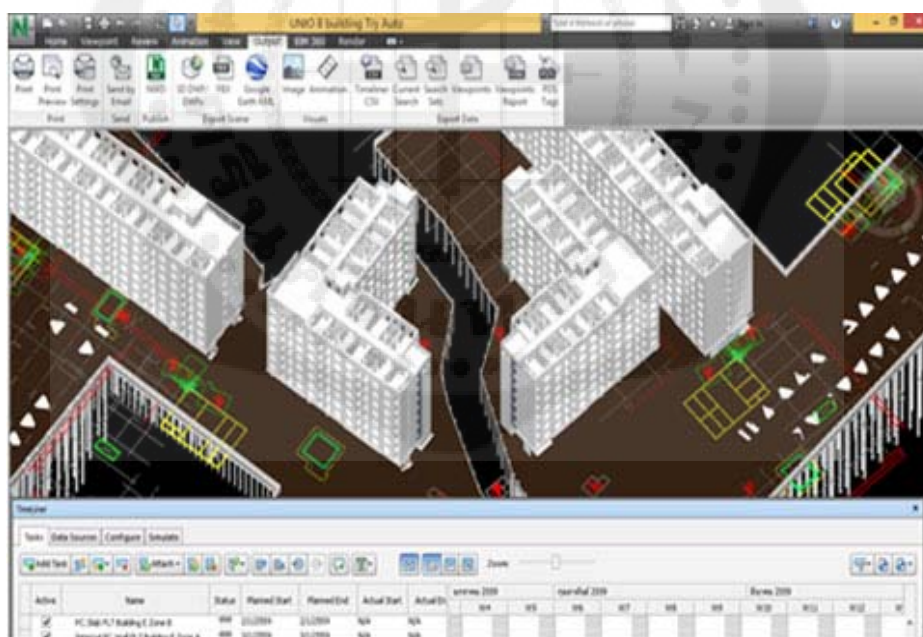
การวิเคราะห์ผลจากข้อมูล

การเตรียมการติดตั้งชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น จุดต่อของชั้นงาน การดำเนินการติดตั้งได้ง่ายเนื่องจากสามารถหมุนหรือตัดรูปแบบต้องการให้เห็นเป็นระบบ 2 มิติและ 3 มิติ เช่น จุดต่อของชั้นงานกับโครงสร้างอื่นๆ ของอาคาร ช่วยลดระยะเวลาในการติดตั้งและอุปกรณ์ที่เสียหายเนื่องจากการความไม่เข้าใจรูปแบบการติดตั้ง

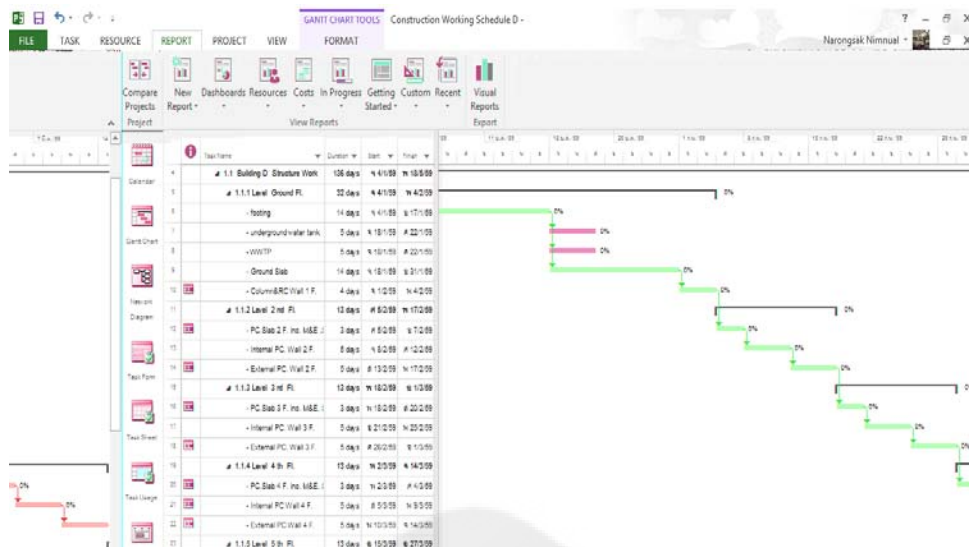
รูปแบบการติดตามการวางแผนงานก่อสร้าง



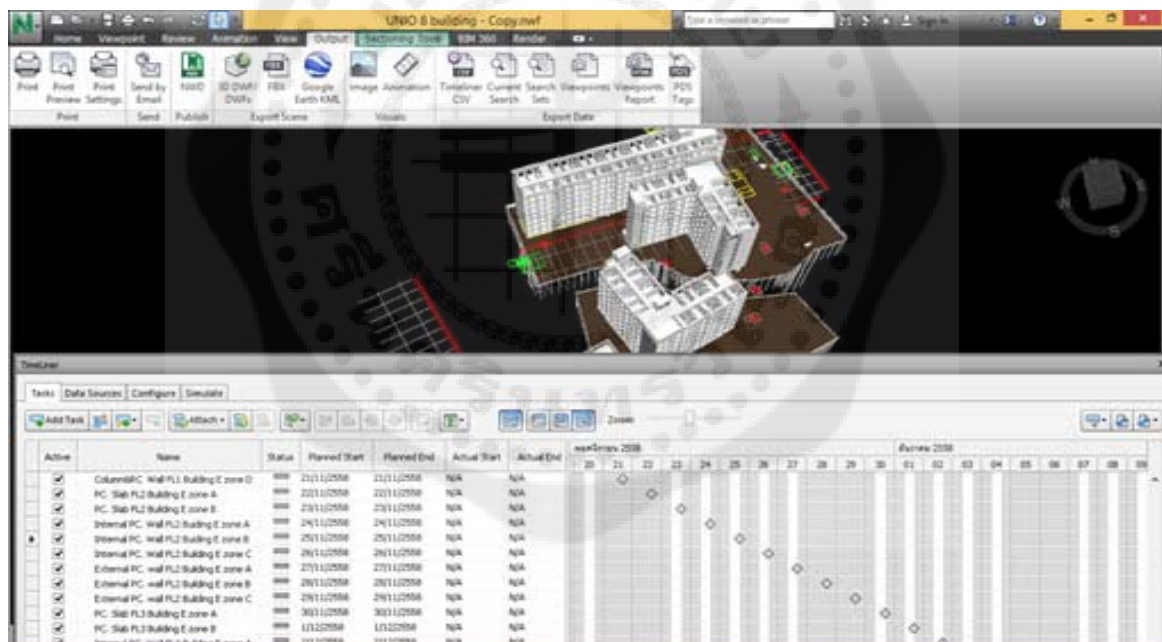
ภาพประกอบ 88 โครงการก่อสร้างตามแผนการก่อสร้าง



ภาพประกอบ 89 ติดตามการก่อสร้างโครงการด้วยแบบจำลองสารสนเทศ



ภาพประกอบ 90 รูปแบบที่ใช้ติดตามแผนการก่อสร้างทั่วไป



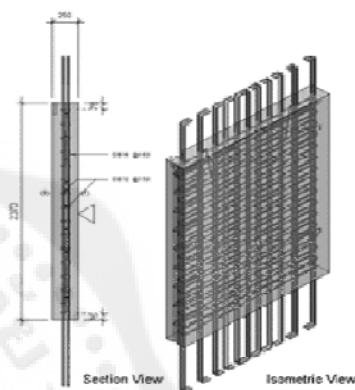
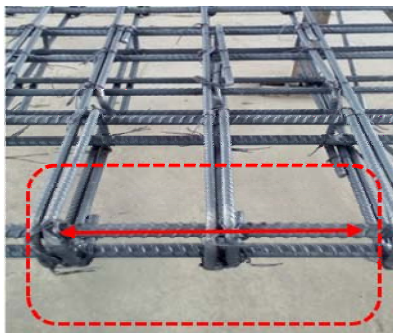
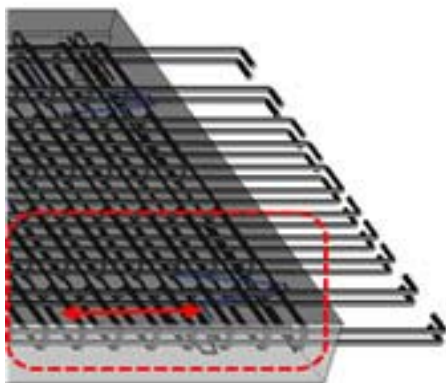
ภาพประกอบ 91 รูปแบบที่ใช้ติดตามแผนการก่อสร้างด้วยแบบจำลองสารสนเทศ

การวิเคราะห์ผลจากข้อมูล

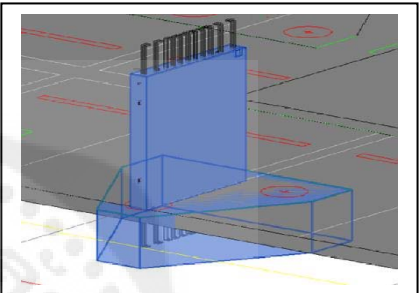
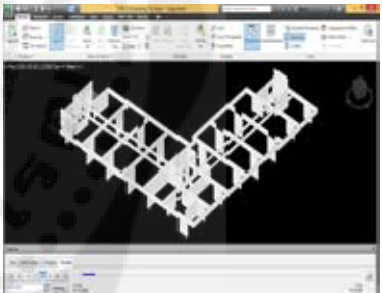
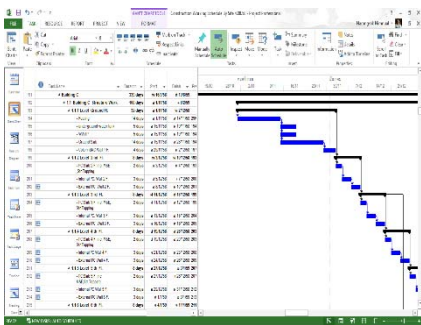
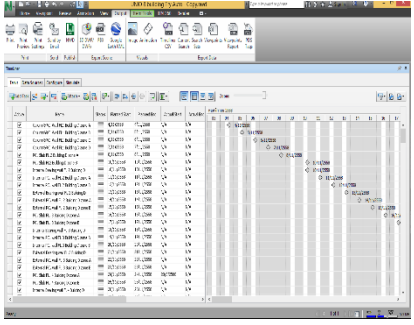
การวางแผนงานงานก่อสร้างโดยกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรม จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้ และสามารถแสดงการติดตามความคืบหน้าของโครงการเป็นภาพ 3 มิติของอาคาร และองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนจริง

ได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานการก่อสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับ การก่อสร้างจริง ดังภาพประกอบ 89 ถึง 92

ตาราง 8 เปรียบเทียบรูปแบบการจัดทำแบบของระบบแบบจำลองสารสนเทศกับการดำเนินงานก่อสร้างจริง

รายการ	การผลิต ณ โรงงานผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ																																																																																																														
รูปแบบ																																																																																																																
		<table><tr><th>No.</th><th>RB9</th><th>No.</th><th>DB12</th><th>No.</th><th>DB16</th><th>No.</th><th>DB20</th></tr><tr><td>10</td><td>RB9 1-150mm @ 150 mm</td><td>32</td><td>DB12 1-150 mm @ 150 mm</td><td>40</td><td>DB16 1-150 mm @ 150 mm</td><td>50</td><td>DB20 1-150 mm @ 150 mm</td></tr><tr><td>11</td><td>RB9 1-150mm @ 150 mm</td><td>31</td><td>DB12 1-150 mm @ 150 mm</td><td>39</td><td>DB16 1-150 mm @ 150 mm</td><td>49</td><td>DB20 1-150 mm @ 150 mm</td></tr></table> <table><tr><th colspan="3">Total Rebar</th><th colspan="3">Rebar Takec</th></tr><tr><th>Longo</th><th>Kg per m</th><th>Kg</th><th>No.</th><th>Description</th><th>Diameter</th><th>Qty</th><th>Length</th></tr><tr><td>8.01 m</td><td>0.499</td><td>3.00</td><td>10</td><td>RB9</td><td>9mm</td><td>9</td><td>0.67 m</td></tr><tr><td>3.20 m</td><td>0.499</td><td>1.60</td><td>11</td><td>RB9</td><td>10 mm</td><td>4</td><td>0.80 m</td></tr><tr><td>22.75 m</td><td>0.343</td><td>20.20</td><td>30</td><td>DB12</td><td>12 mm</td><td>32</td><td>0.71 m</td></tr><tr><td>25.95 m</td><td>0.343</td><td>23.04</td><td>31</td><td>DB12</td><td>12 mm</td><td>32</td><td>0.81 m</td></tr><tr><td>60.84 m</td><td>0.343</td><td>54.03</td><td>32</td><td>DB12</td><td>12 mm</td><td>16</td><td>3.80 m</td></tr><tr><td>30.03 m</td><td>1.578</td><td>47.39</td><td>40</td><td>DB16</td><td>20 mm</td><td>8</td><td>3.75 m</td></tr><tr><td>52.56 m</td><td>2.466</td><td>129.80</td><td>50</td><td>DB20</td><td>16 mm</td><td>14</td><td>3.75 m</td></tr><tr><td>4.23 m</td><td>0.499</td><td>2.11</td><td>L2</td><td>RB9</td><td>10 mm</td><td>4</td><td>1.06 m</td></tr><tr><td>205.57 m</td><td></td><td>280.97</td><td></td><td>Grand total: 119</td><td></td><td>119</td><td></td></tr></table>	No.	RB9	No.	DB12	No.	DB16	No.	DB20	10	RB9 1-150mm @ 150 mm	32	DB12 1-150 mm @ 150 mm	40	DB16 1-150 mm @ 150 mm	50	DB20 1-150 mm @ 150 mm	11	RB9 1-150mm @ 150 mm	31	DB12 1-150 mm @ 150 mm	39	DB16 1-150 mm @ 150 mm	49	DB20 1-150 mm @ 150 mm	Total Rebar			Rebar Takec			Longo	Kg per m	Kg	No.	Description	Diameter	Qty	Length	8.01 m	0.499	3.00	10	RB9	9mm	9	0.67 m	3.20 m	0.499	1.60	11	RB9	10 mm	4	0.80 m	22.75 m	0.343	20.20	30	DB12	12 mm	32	0.71 m	25.95 m	0.343	23.04	31	DB12	12 mm	32	0.81 m	60.84 m	0.343	54.03	32	DB12	12 mm	16	3.80 m	30.03 m	1.578	47.39	40	DB16	20 mm	8	3.75 m	52.56 m	2.466	129.80	50	DB20	16 mm	14	3.75 m	4.23 m	0.499	2.11	L2	RB9	10 mm	4	1.06 m	205.57 m		280.97		Grand total: 119		119	
	No.	RB9	No.	DB12	No.	DB16	No.	DB20																																																																																																								
	10	RB9 1-150mm @ 150 mm	32	DB12 1-150 mm @ 150 mm	40	DB16 1-150 mm @ 150 mm	50	DB20 1-150 mm @ 150 mm																																																																																																								
11	RB9 1-150mm @ 150 mm	31	DB12 1-150 mm @ 150 mm	39	DB16 1-150 mm @ 150 mm	49	DB20 1-150 mm @ 150 mm																																																																																																									
Total Rebar			Rebar Takec																																																																																																													
Longo	Kg per m	Kg	No.	Description	Diameter	Qty	Length																																																																																																									
8.01 m	0.499	3.00	10	RB9	9mm	9	0.67 m																																																																																																									
3.20 m	0.499	1.60	11	RB9	10 mm	4	0.80 m																																																																																																									
22.75 m	0.343	20.20	30	DB12	12 mm	32	0.71 m																																																																																																									
25.95 m	0.343	23.04	31	DB12	12 mm	32	0.81 m																																																																																																									
60.84 m	0.343	54.03	32	DB12	12 mm	16	3.80 m																																																																																																									
30.03 m	1.578	47.39	40	DB16	20 mm	8	3.75 m																																																																																																									
52.56 m	2.466	129.80	50	DB20	16 mm	14	3.75 m																																																																																																									
4.23 m	0.499	2.11	L2	RB9	10 mm	4	1.06 m																																																																																																									
205.57 m		280.97		Grand total: 119		119																																																																																																										
																																																																																																																

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการ	การติดตั้ง ณ โครงการก่อสร้าง	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ
การวิเคราะห์	การเตรียมแบบหล่อชิ้นงานรวมวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น จุดยกคอนกรีต เหล็กเสริม การตัดเหล็กเสริม (Cut Length) มีความแม่นยำถูกต้องตามรูปแบบ สามารถทำงานได้รวดเร็วเนื่องจากแบบที่แสดงเป็นระบบ 2 มิติและ 3 มิติสามารถแสดงเป็นแบบขยายให้ครบถ้วนเข้าใจได้ง่าย ลดเวลาในการทำแบบขยาย รวมถึงปริมาณวัสดุที่ต้อง	
รูปแบบ	  	
การวิเคราะห์	การเตรียมแบบหล่อชิ้นงานรวมวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น จุดยกคอนกรีต เหล็กเสริม การตัดเหล็กเสริม (Cut Length) มีความแม่นยำถูกต้องตามรูปแบบ สามารถทำงานได้รวดเร็วเนื่องจากแบบที่แสดงเป็นระบบ 2 มิติและ 3 มิติสามารถแสดงเป็นแบบขยายให้ครบถ้วนเข้าใจได้ง่าย ลดเวลาในการทำแบบขยาย รวมถึงปริมาณวัสดุที่ต้อง	
รูปแบบ		

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการ	การติดตั้ง ณ โครงการก่อสร้าง	ระบบแบบจำลองสารสนเทศ
การวิเคราะห์	การวางแผนงานงานก่อสร้างโดยกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรม จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้ และสามารถแสดงการติดตามความคืบหน้าของโครงการเป็นภาพ 3 มิติของอาคาร และองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนจริงได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานการก่อสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับก่อสร้างจริง	

4.2.7 สรุปผลจากการวิเคราะห์ผลจากข้อมูล

จากการวิเคราะห์งานวิจัยในส่วนของระบบรูปแบบการทำแบบก่อสร้างของอาคารหลังที่ 1 และ 2 พิจารณาดังรายการที่ทำการเปรียบเทียบนั้น ในส่วนของการทำแบบการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดตัวอาคารและชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะพบว่าในส่วนของระยะเวลาในการทำงานระบบอาคารหลังที่ 2 ใช้เวลานานกว่าเนื่องจากการสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบเป็นตัวอาคารและมีการเพิ่มเติมข้อมูลสารสนเทศองค์ประกอบของอาคารลงไป ในฐานข้อมูลกลางทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ และสามารถดึงโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกมาเป็นแบบขยายชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้รวดเร็วกว่า ซึ่งสามารถลดขั้นตอนกระบวนการในการทำแบบก่อสร้างให้อยู่ในส่วนของผู้ออกแบบให้เป็นระบบแบบจำลองสารสนเทศตั้งแต่แรกจะช่วยให้การทำงานในกระบวนการก่อสร้างนั้นรวดเร็วขึ้นในกระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น อาคารที่ใช้ระบบสารสนเทศสามารถทำงานได้รวดเร็วและไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่นๆ มาช่วยในกระบวนการคำนวณ เพราะโปรแกรมวิเคราะห์และแสดงผลได้อัตโนมัติ ในขั้นตอนต่อมาซึ่งเป็นการเตรียมแบบเพื่อการผลิต ติดตั้งและการวางแผนงานในอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น เนื่องจากแบบที่ได้จากระบบแบบจำลองสารสนเทศเป็นแบบที่แสดงขนาด รูปร่าง ปริมาณคอนกรีตเหล็กเสริม และตาราง Bar Cut List ไว้แล้วในแบบที่แสดงและคำนวณผลอัตโนมัติตามที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ จึงลดระยะเวลาในการเตรียมแบบเพื่อผลิต และการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เช่น เหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป การวางแผนงาน การกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรมก็จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้รวดเร็ว และการวางแผนงานงานก่อสร้างโดยกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรม จะสามารถนำไปใช้

ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้ และสามารถแสดงการติดตามความคืบหน้าของโครงการเป็นภาพ 3 มิติของอาคาร และองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนจริงได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานการก่อสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับ การก่อสร้างจริง สามารถแสดงการติดตามโครงการผ่านโปรแกรมระบบแบบจำลองสารสนเทศ แสดงเป็นระบบภาพ แบบจำลองอาคาร 3 มิติตามช่วงเวลานั้นๆ ได้ว่าโครงการเกิดความล่าช้าในส่วนใดทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่าระบบทั่วไปที่ซับซ้อนมองไม่เห็นภาพแบบจำลอง สามารถสรุปเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่างได้ดังตารางที่ 8 และ 9

ตาราง 9 สรุปผลเปรียบเทียบการทำแบบก่อสร้างของทั้ง 2 อาคาร

รายการ	หัวข้อการเปรียบเทียบ	การทำแบบระบบทั่วไป	การทำแบบระบบ BIM
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดตัวอาคารและชิ้นส่วน โครงสร้างสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน	■	?
	ความสะดวกสบาย	?	■
	ความถูกต้อง	?	■
	การแก้ไข	?	■
การหาปริมาณเหล็กเสริมใน ชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน	▼	■
	ความสะดวกสบาย	▼	■
	ความถูกต้อง	▼	■
	การแก้ไข	▼	■
การผลิต ติดตั้งและการวางแผน งานในส่วนของอาคารที่เป็น ชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป	ระยะเวลาทำงาน	?	■
	ความสะดวกสบาย	?	■
	ความถูกต้อง	?	■
	การแก้ไข	?	■

▼ ทำได้+ร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ

□ ทำได้

■ ทำได้ดีมาก

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในการศึกษาการใช้ระบบแบบจำลองข้อมูลอาคารในการก่อสร้างอาคารคอนกรีตที่ใช้ระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของอาคาร

- การแสดงแบบก่อสร้างระบบแบบจำลองสารสนเทศสามารถแสดงผลให้อยู่ในมุมมองได้หลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ 3 มิติ ภาพหมุนและการดูภาพตัดของตัวอาคารได้ทุกระนาบ

- ความถูกต้องของกระบวนการ การทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มงานการก่อสร้างทำให้ทราบถึงปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบก่อสร้างก่อน จึงลดข้อขัดแย้งของแบบก่อสร้างให้ลดลงกว่าเดิม

- การแก้ไขแบบ เนื่องจากการเก็บฐานข้อมูลที่เป็นที่เป็นกราฟิกและสารสนเทศให้อยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบแบบจำลองสารสนเทศ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปในตัว ซึ่งแตกต่างจากการแก้ไขแบบก่อสร้างจากระบบทั่วไปจะต้องไปแก้ไขทีละส่วนที่เกี่ยวข้องที่มีผลกระทบ โดยที่ระบบยังมีการบันทึกในส่วนงานก่อนการแก้ไขให้อัตโนมัติพร้อมบันทึกข้อมูลย้อนหลัง (Back Up) และสามารถแสดงตำแหน่งของจุดที่ได้แก้ไข

- ระยะเวลาในการทำงานของโปรแกรมระบบแบบจำลองสารสนเทศต้องสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบและเพิ่มข้อมูลสารสนเทศในองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารลงไปเป็นฐานข้อมูลกลาง เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองอาคารจึงใช้ระยะเวลาในการทำงานมากกว่าระบบทั่วไป อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบจำลองข้อมูลของอาคารสามารถตัดแยกออกจากกระบวนการทำแบบจำลองในขั้นตอนการก่อสร้างได้ โดยจัดอยู่ในกระบวนการออกแบบของผู้ออกแบบก่อนการก่อสร้างล่วงหน้า เช่น การกำหนดเงื่อนไขการออกแบบอาคารของหน่วยงานราชการให้ใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศกำหนดไว้ในเงื่อนไขการออกแบบซึ่งไม่มีผลต่อต้นทุนการจ้างในการออกแบบ เนื่องจากอัตราค่าจ้างเป็นอัตราตายตัว รวมไปถึงการจัดเตรียมบุคลากรในการนำระบบแบบจำลองสารสนเทศมาใช้งานควรต้องมีการอบรมฝึกฝนให้เกิดความชำนาญซึ่งจะทำให้ลดระยะเวลาในขั้นตอนต่างๆ ได้มากเช่นกัน

5.1.2 การทำแบบขยายแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป

- จากการทำแบบจำลองเชื่อมต่อกันของโครงสร้างอาคารในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถดึงโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต้องการออกมาเป็นแบบขยายชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทันที ซึ่งถ้าเป็นระบบทั่วไปจะต้องสร้างแบบขยายขึ้นมาใหม่

5.1.3 งานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

- สามารถหาปริมาณเหล็กเสริมได้จากการทำแบบจำลองเชื่อมต่อกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถดึงข้อมูลปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนโครงสร้าง

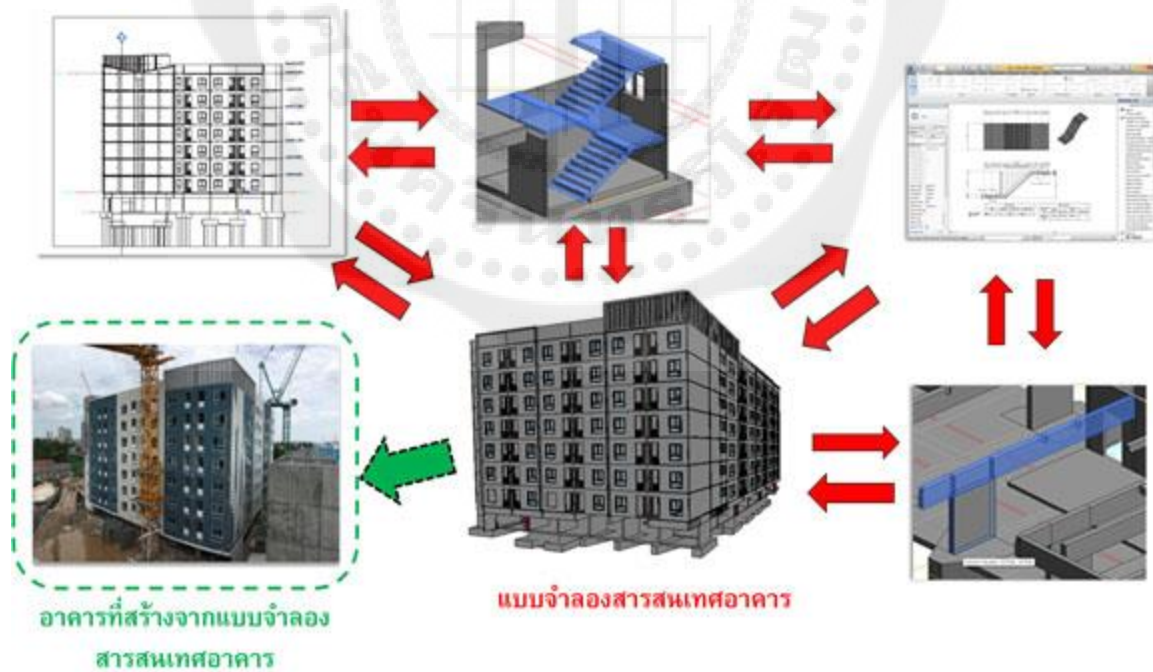
คอนกรีตสำเร็จรูปแสดงออกมาได้ทันทีพร้อมกับการทำแบบจำลองอาคาร กระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างทำให้ทราบปริมาณงานเหล็กเสริมล่วงหน้า จึงมีเวลาในการปรับแก้ไขแบบในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุนและข้อผิดพลาด ส่วนของการแก้ไขนั้นเนื่องจากการเก็บฐานข้อมูลที่เป็นที่เป็นกราฟิกและสารสนเทศจะอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปในตัว ส่วนในการหาปริมาณเหล็กเสริมจากการทำแบบระบบทั่วไปนั้นจะใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานและตรวจสอบกรณีมีการแก้ไขแบบและองค์ประกอบในชิ้นส่วนต้องไปแก้ไขส่วนที่แสดงในโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ตามไปด้วยซึ่งต้องใช้เวลาและอาจเกิดการผิดพลาดขึ้นได้

อีกทั้งยังพบว่าการนำระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศมาช่วยในการก่อสร้างนั้น สามารถช่วยในการตรวจสอบได้ดีกว่าระบบทั่วไป และสามารถนำไปใช้ในงานส่วนอื่นๆ ของอาคารได้อีก เช่น ขั้นตอนในการวางแผนงานก่อสร้างโดยกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรม จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้ และสามารถแสดงการติดตามความคืบหน้าของโครงการเป็นภาพ 3 มิติ และองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนจริงได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานเปรียบเทียบกับกับการก่อสร้างจริง อีกทั้งสามารถคำนวณปริมาณวัสดุที่จะใช้ในช่วงเวลานั้นๆ ได้ก่อนโครงการก่อสร้างจะเริ่มสร้างจริง อำนวยความสะดวกในการควบคุมต้นทุนก่อสร้างของโครงการ

5.1.4 ความแตกต่างของการทำแบบก่อสร้างโดยระบบทั่วไปซึ่งใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD กับระบบแบบจำลองสารสนเทศซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit นั้นระบบทั่วไปจะเป็นการสร้างแบบจำลองรูปกราฟิกระบบ 2 มิติ ประกอบขึ้นเป็นตัวงานออกแบบในการสร้างรูปกราฟิกเพียงอย่างเดียวเสมือนการรวมศูนย์กลางจากตัวงานต่างๆ ขึ้นรูปเป็นอาคาร ดังภาพประกอบที่ 93 เมื่อมีการแก้ไขจุดใดๆ ของแบบก่อสร้างจะส่งผลกระทบทำให้ต้องสร้างแบบก่อสร้างที่เกี่ยวข้องใหม่ ส่วนของระบบแบบจำลองสารสนเทศจะทำการขึ้นรูปกราฟิกและระบบจะทำการประมวลผลการจำลององค์ประกอบต่างๆ ของอาคารตามแบบในรูป 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบกันเป็นตัวอย่างอาคารจำลอง ซึ่งต้องเพิ่มเติมในส่วนของคุณสมบัติสารสนเทศของทุกส่วนองค์ประกอบในอาคารเข้าไป จึงทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานได้มากกว่าระบบทั่วไป สามารถแสดงกระบวนการในการใช้ระบบ ดังภาพประกอบ 94 เมื่อมีการแก้ไขจุดใดๆ ของแบบระบบสามารถส่งถ่ายข้อมูลไปยังงานที่เกี่ยวข้องข้างเคียงโดยอัตโนมัติ ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการแก้ไขในการปฏิบัติงาน



ภาพประกอบ 92 การนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ CAD

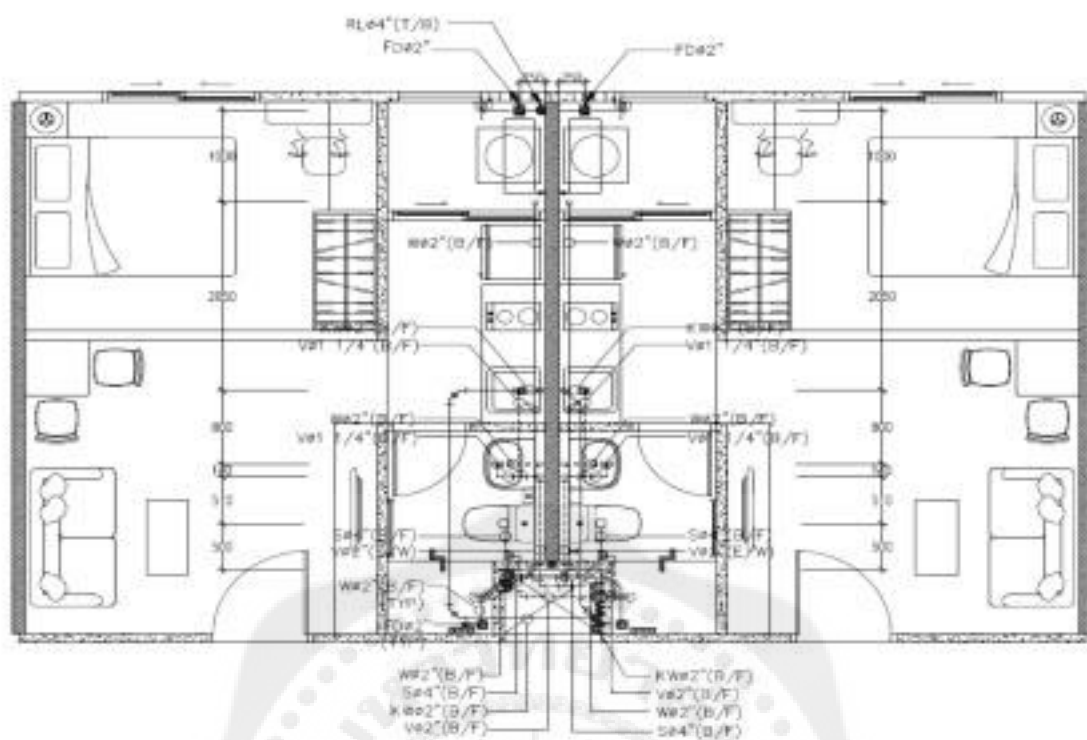


ภาพประกอบ 93 การนำส่งข้อมูลเพื่อสร้างเป็นอาคารของระบบ BIM

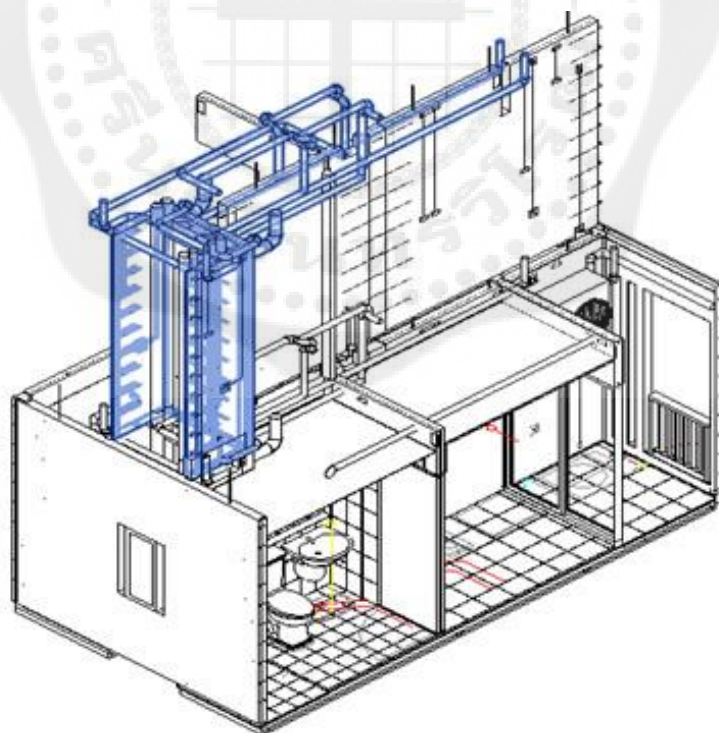
ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้เกิดผลประสิทธิภาพสูงสุดของการจัดการของโครงการ จึงควรมีการนำระบบสารสนเทศไปใช้เพิ่มเติมในส่วนอื่นๆได้อีก การนำโปรแกรมแบบจำลองระบบสารสนเทศมาใช้ในส่วนของการออกแบบ การตรวจสอบการประสานของงานของชิ้นส่วนสำเร็จรูปร่วมกับงานสถาปัตยกรรมและงานระบบต่างๆ ดังภาพประกอบ 95 ถึง 96 รวมถึงสามารถครอบคลุมถึงการวางแผนงานการก่อสร้างทั่วโครงการ เพื่อลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบของงานในแต่ละส่วน ลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาจากการขัดแย้งกันในส่วนของการงานต่างๆ ซึ่งจะส่งผลดีต่อโครงการในภาพรวม หรือใช้โปรแกรมแบบจำลองระบบสารสนเทศมาใช้ในการงานส่วนอื่นๆ นอกเหนือจากโครงสร้างอาคารระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เช่น นำมาใช้ในการทำแบบติดตามงานรื้อรอบโครงการ และนำไปใช้ในการวางแผนโครงการได้อีกดังภาพประกอบ 97 โดยใช้ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Navisworks ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับการวางแผนบริหารการก่อสร้างโดยสามารถแสดงลำดับการก่อสร้างที่เกิดขึ้นเป็นภาพเคลื่อนไหวที่กำหนดตามแผนงานของโครงการได้

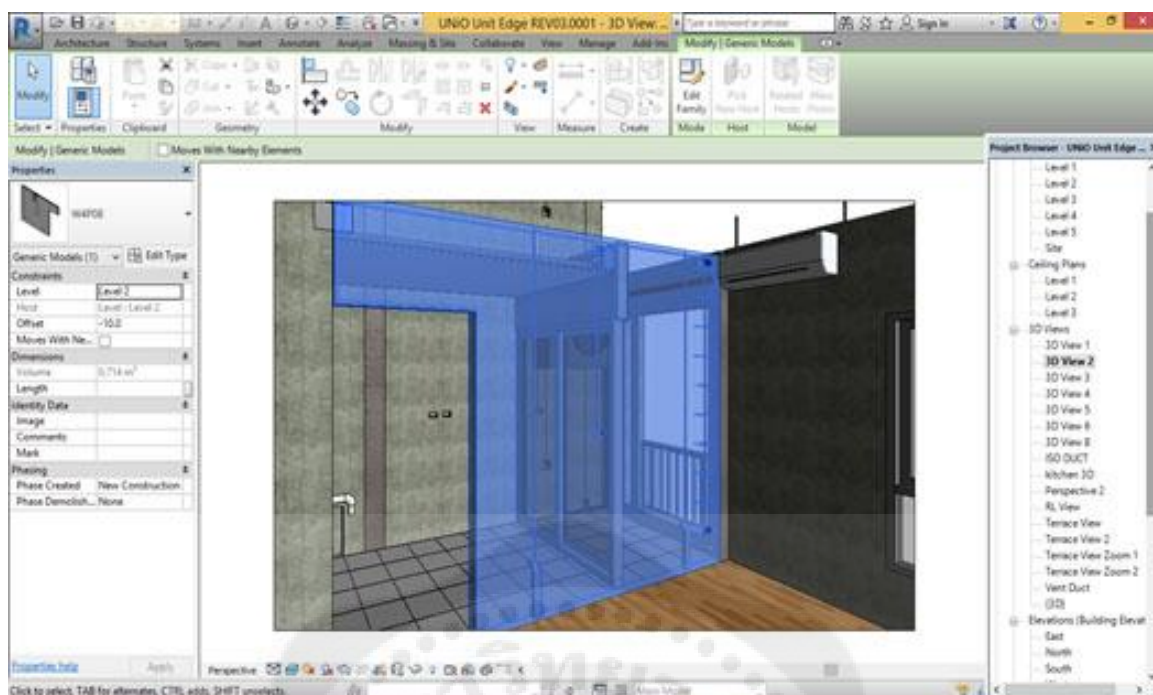
และในส่วนของการจัดเก็บของฐานข้อมูลตั้งแต่กระบวนการออกสามารถดำเนินการโดยใช้ฐานการเก็บจากระบบการฝากข้อมูลบนระบบคลาวด์ (Cloud Storage) ซึ่งสามารถลดพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลในการเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ และสามารถทำงานร่วมกันทั้งในส่วนของผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบ และในส่วนของผู้ผลิตที่สามารถร่วมกันทำงานและช่วยกันตรวจสอบความสอดคล้องกันของแบบจำลองสารสนเทศอาคารในทุกส่วนที่เชื่อมโยงกันในรูปแบบการทำงานแบบปัจจุบัน (Real Time Update) ซึ่งสามารถทำงานและตรวจสอบได้ทุกที่โดยไม่ต้องเข้ามาทำงานในสถานที่เดียวกันได้ดังแสดงตามภาพประกอบ 98 ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงกันในขั้นตอนการทำแบบในระบบคลาวด์



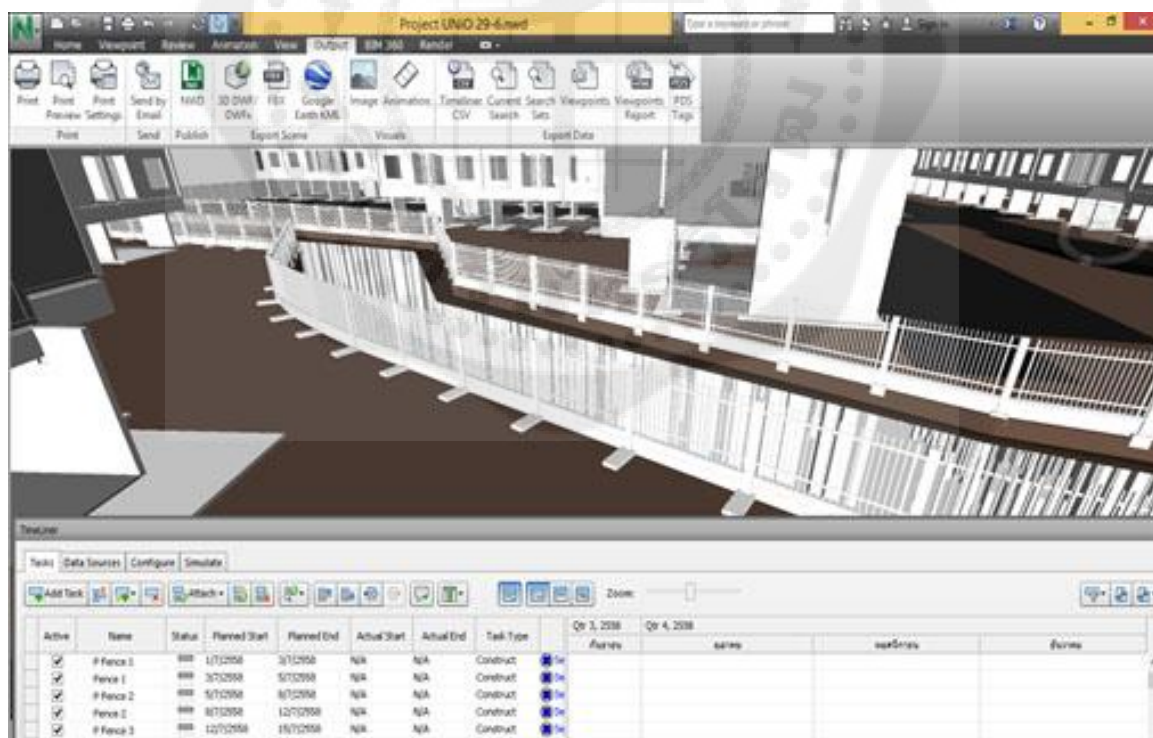
ภาพประกอบ 94 แผนงานระบบกับงานโครงสร้างที่ไม่ชัดเจนในระบบ 2 มิติ



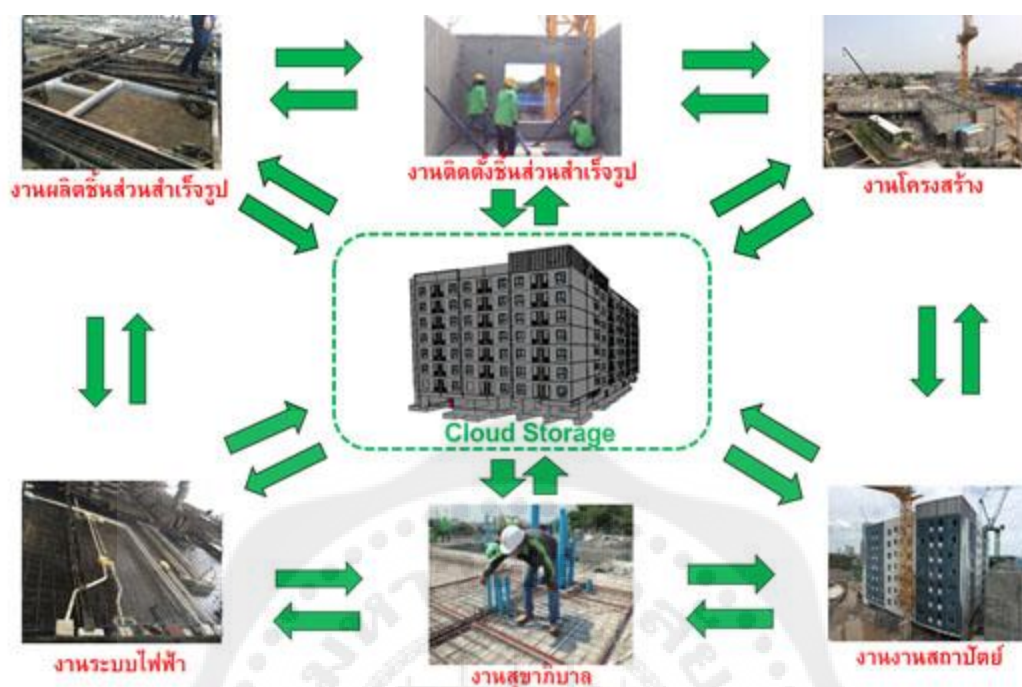
ภาพประกอบ 95 แบบขยายงานระบบในแบบจำลองสารสนเทศใช้กับงานโครงสร้างที่ไม่ชัดเจน



ภาพประกอบ 96 การนำระบบสารสนเทศตรวจสอบงานโครงสร้าง สถาปัตยกรรมและงานระบบ



ภาพประกอบ 97 การประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศในการติดตามวางแผนงานก่อสร้างอื่น ๆ ของโครงการโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศ



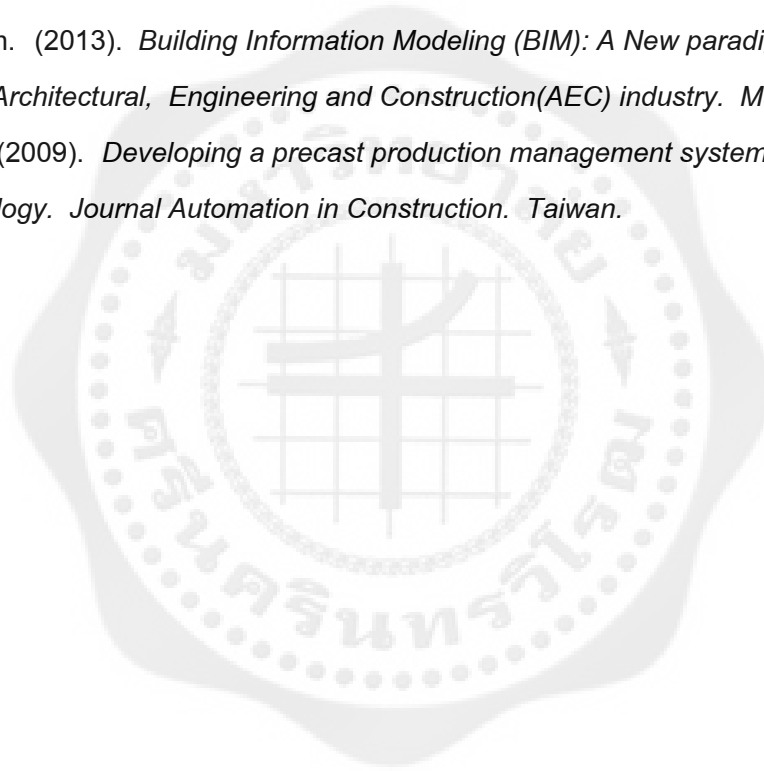
ภาพประกอบ 98 การเชื่อมโยงกันในขั้นตอนการทำแบบในระบบคลาวด์



บรรณานุกรม

- โชคชัย ท้วประโคน; และคนอื่น ๆ. (2556). การประยุกต์งานเขียนแบบ 3 มิติ ในงานก่อสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อสร้างภาพเสมือนจริง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18. เชียงใหม่.
- ณัฐรตี ลั่นคำ. (2556). การประยุกต์ใช้ Building Information Modeling (BIM) ในการประมาณราคาก่อสร้าง. โครงการงานทางวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล; และอิทธิพร ศิริสวัสดิ์. (2560). การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศในงานหลักเสริมของระบบชั้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 พ.ศ.2560. กรุงเทพฯ.
- ธัญชา สุขขี. (2554). การศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรม ก่อสร้างในประเทศไทย. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพฯ.
- ทรงพล ยมนา. (2553). Building Information Modeling สำหรับงานออกแบบก่อสร้าง. ประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เทิดธรรม ยอดพฤติการณ์. (2555). การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป. กรุงเทพฯ.
- ประเวศ มณีกุล. (2555). ความรู้เบื้องต้นการเขียนแบบ Construction and Property พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพฯ.
- มงคล จิรวัชรเดช. (2557). การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก Reinforced Concrete Design Strength Design Method. กรุงเทพฯ.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2554). มาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับปี พ.ศ. 2554. กรุงเทพฯ.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558). แนวทางการใช้งานแบบจำลอง ฉบับปี พ.ศ. 2558 สารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย. กรุงเทพฯ .
- Autodesk. (2002). Building Information Modeling. Autodesk building industry solution. Autodesk Inc. USA.
- Autodesk. (2010). User 's guide Revit Structure. Autodesk, Inc. USA.
- CS Shim; et al. (2011). Application of 3D Bridge Information Modeling to Design and Construction of Bridges. The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. Korea.

- Fernando G. (2014). *The Implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry. The 9th International Conference on Traffic & Transportation Studies 2014. United Kingdom.*
- McGraw-Hill. (2009). *The business value of BIM Getting building information modeling to the bottom line. Construction Research and Analytics (MCRA). USA.*
- Nissila J. (2014). *BIM-based Schedule control of Precast Concrete Supply Chain Construction Technology Research Center, University of Oulu. Finland.*
- Ramesh Kannan . (2013). *Constructability Assessment of Climbing Formwork Systems Using Building Information Modeling. International Conference On Design and Manufacturing, IConDM 2013. India.*
- Roshana Takim. (2013). *Building Information Modeling (BIM): A New paradigm for quality of Life within Architectural, Engineering and Construction(AEC) industry. Malaysia.*
- Yin SY; et al. (2009). *Developing a precast production management system using RFID technology. Journal Automation in Construction. Taiwan.*



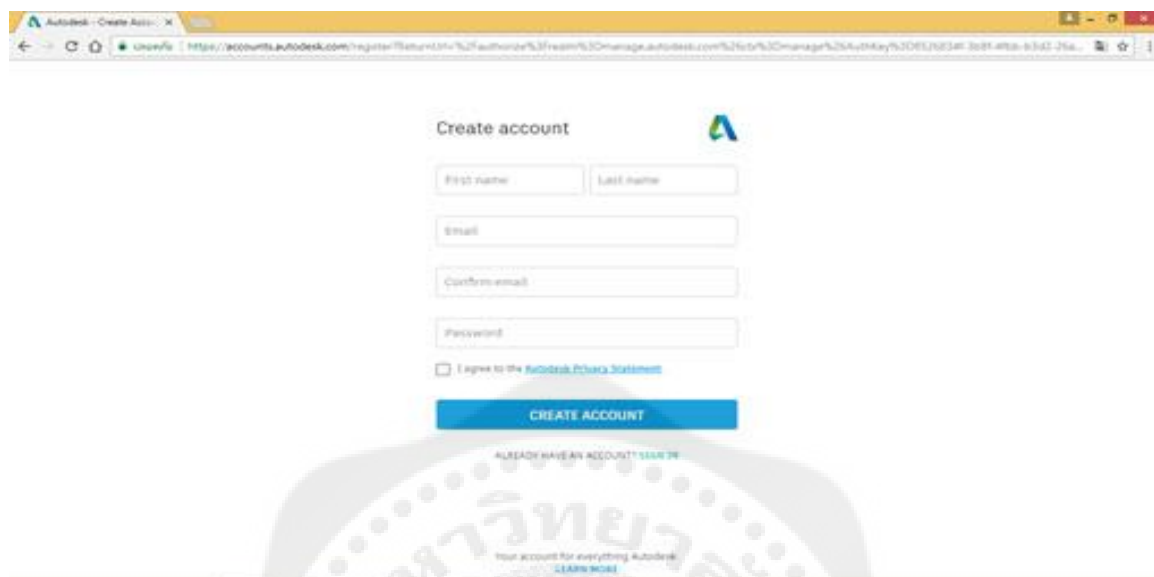


ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิจัย



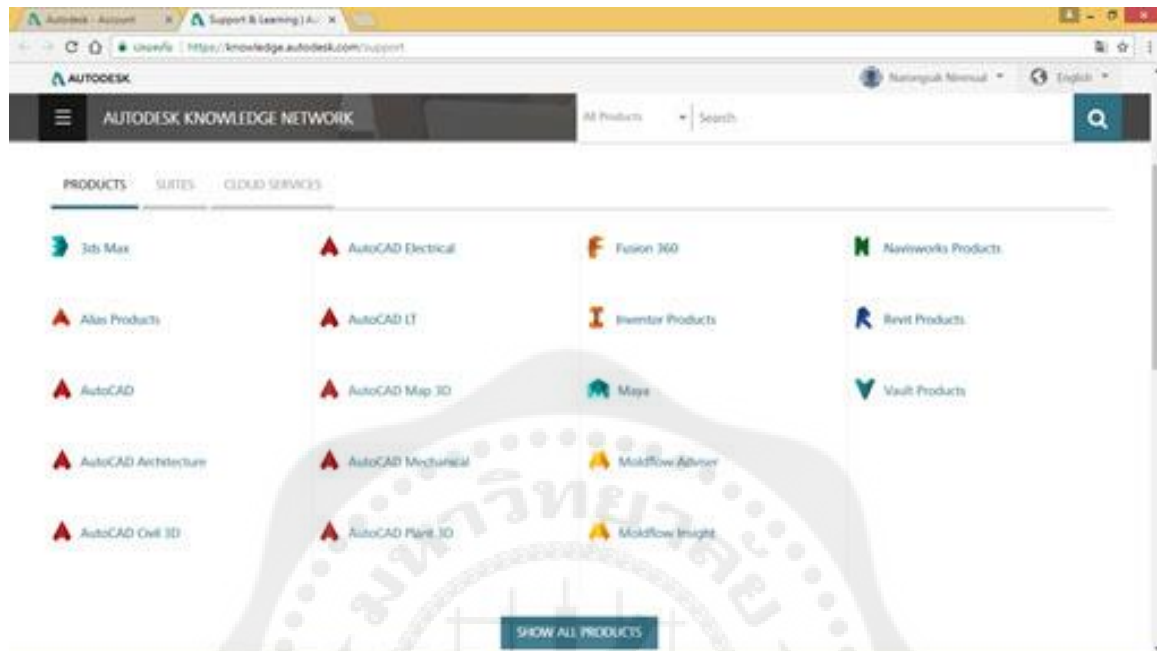
ขั้นตอนการขอใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Version Free Student



1. เริ่มต้นจากการเข้าเว็บไซต์ของ Autodesk และสร้างบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน เพื่อนำไปขออนุญาตใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

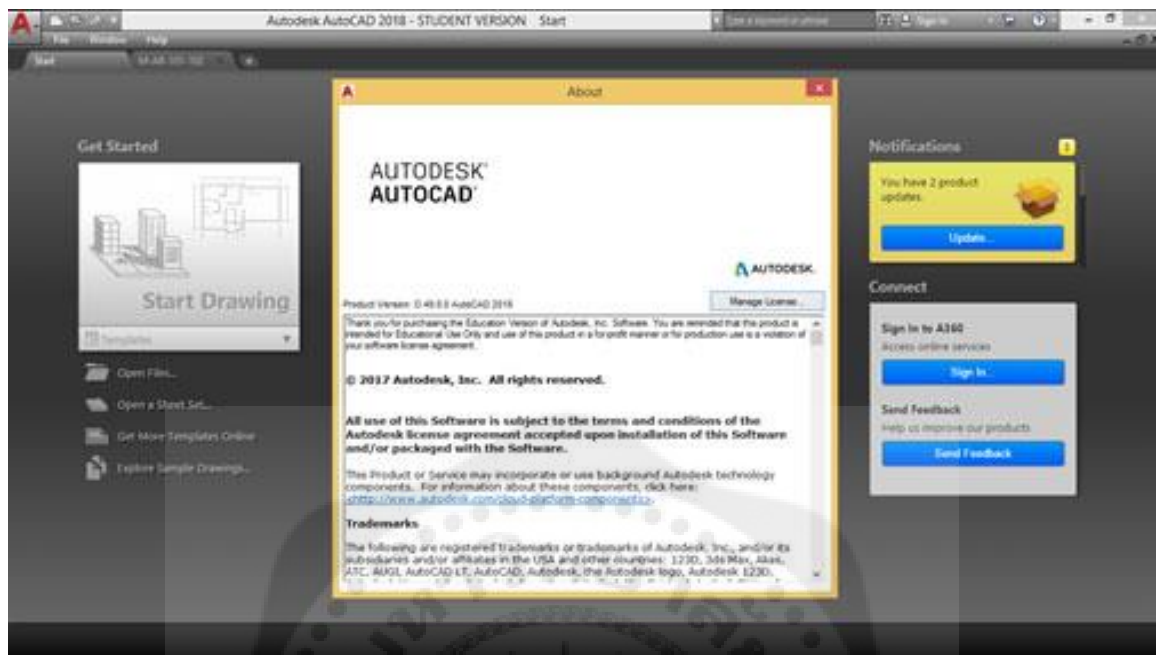


2. ลงทะเบียนเข้าใช้งานในบัญชีรายชื่อที่ได้ทำการสร้างไว้กับ Autodesk

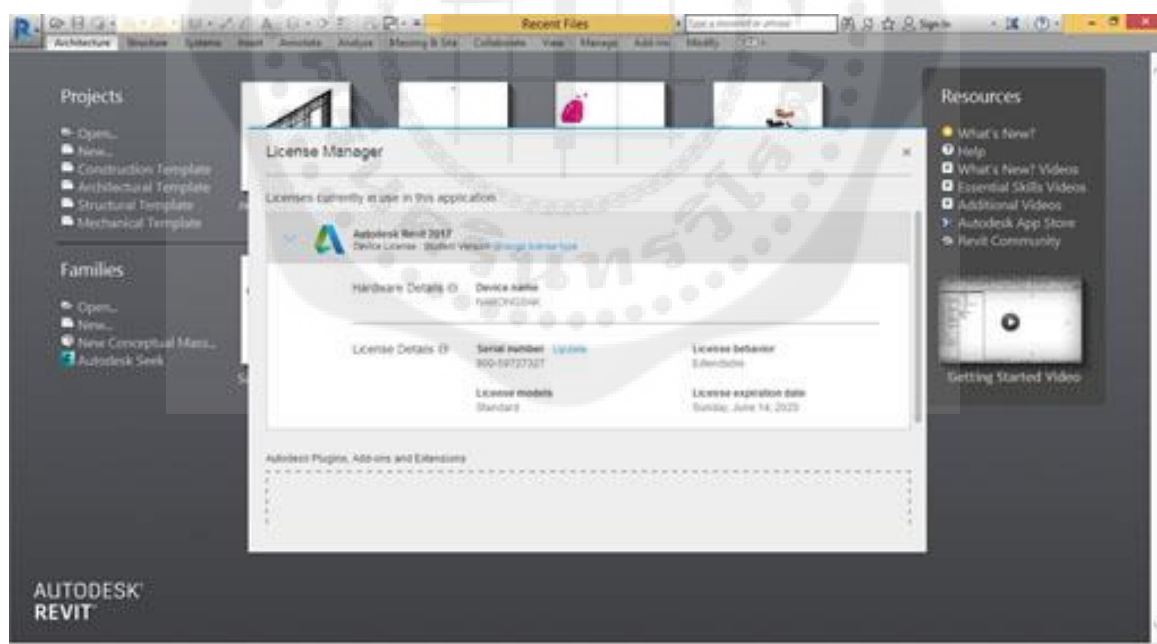
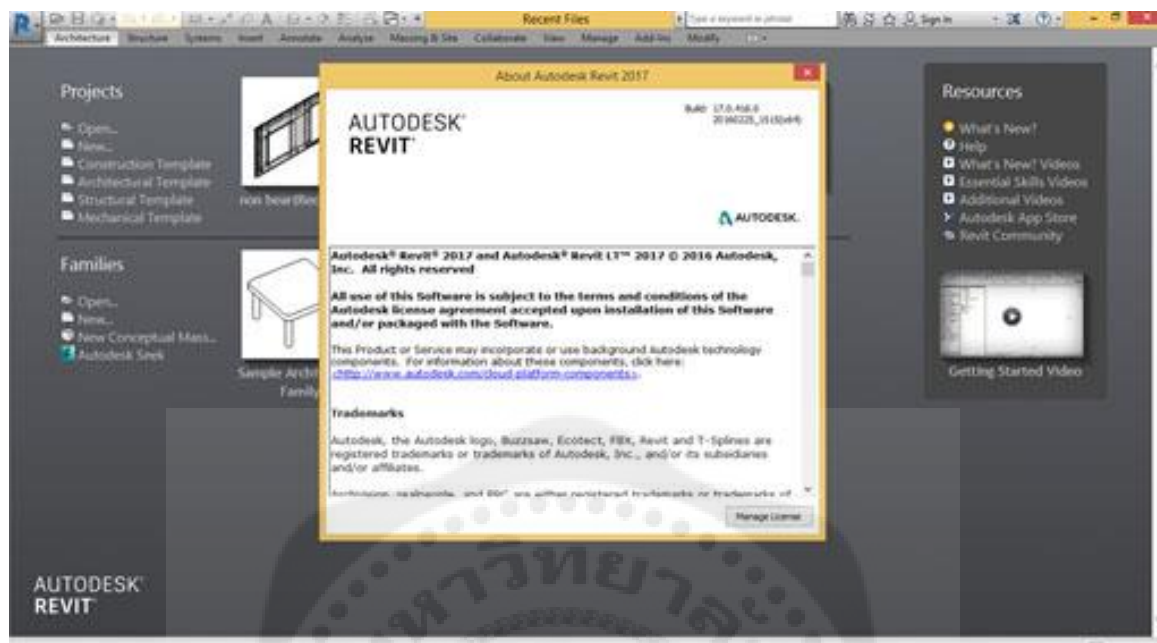


3. ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ในเว็บไซต์ของ Autodesk แสดงรายชื่อโปรแกรมสำเร็จรูป ที่ทางบริษัท พัฒนาขึ้น โดยติดตั้งโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Autodesk AutoCAD, Autodesk Revit และ Autodesk Navisworks ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาและใช้ในงานวิจัย

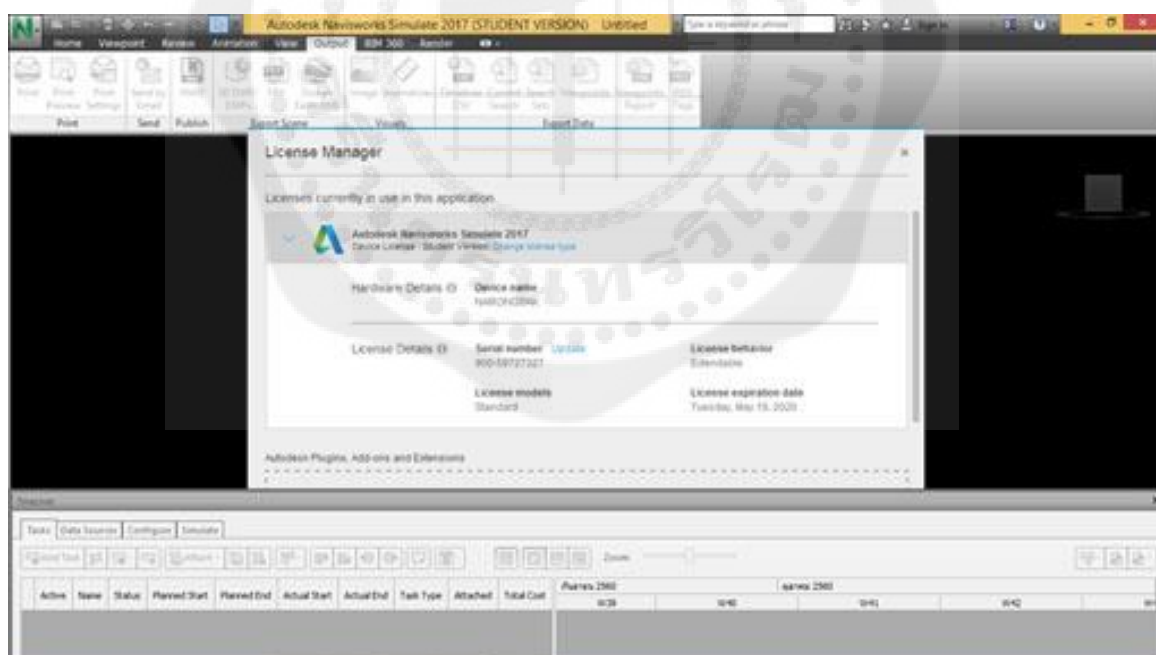
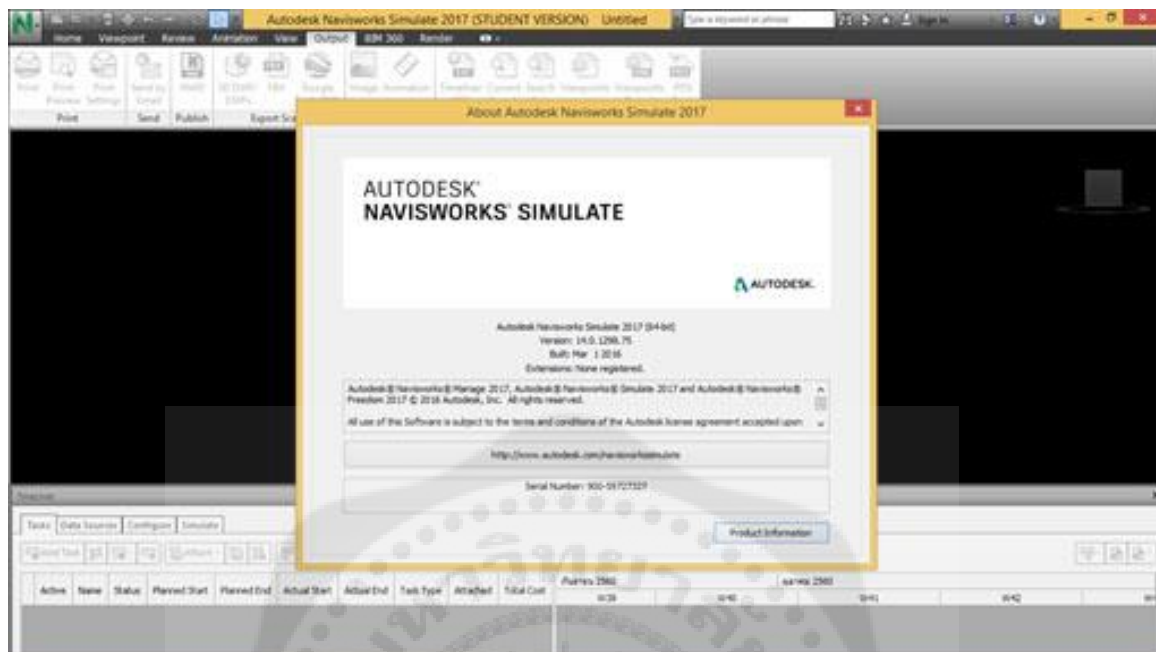
โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version)



โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version)



โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Navisworks



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล
วันเดือนปีเกิด	26 พฤศจิกายน 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	97 หมู่ที่ 19 ตำบลดอนคา อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี 72160 โทรศัพท์ 09-5735-7703
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2546	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ.2550	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชา วิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ.2560	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมโยธา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

