การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามมิติในการจัดทำแบบสัญญาแบบก่อสร้าง แบบสร้างจริงกรณีศึกษา อาคาร STARTUP AND INNOVATION คณะวิศวกรรมศาสตร์

อภิสิทธิ์ บัวเทศ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
กรกฎาคม 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามมิติในการจัดทำแบบสัญญาแบบก่อสร้าง แบบสร้างจริง กรณีศึกษา "อาคาร STARTUP AND INNOVATION คณะวิศวกรรมศาสตร์""

ของ นายอภิสิทธิ์ บัวเทศ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ดร.ธีรวุฒิ มูฮำหมัด)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ตันรัตนวงศ์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สสิกรณณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

อนุมัติ

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

24 ก.ค. 2563

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบคุณประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์ที่ให้คำแนะนำ ประสิทธิ์ ประสาทวิชา และเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยตลอดระยะเวลาที่จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันได้แก่ ศาสตราจารย์ดร.สสิกรณณ์ เหลืองวิชชเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ตันรัตนวงศ์ อาจารย์ธีรวุฒิ มูฮำหมัด ที่เสนอแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ขอบคุณหน่วยวิจัยวิศวกรรม และการจัดการด้านระบบสาธารณูปโภคเชิงบูรณาการ (iFEM) ที่ช่วยประสานให้ข้อมูลแบบและสัญญาก่อสร้างของโครงการ คอยให้คำแนะนำในการจัดทำเอกสารประกอบการนำเสนอ และเป็นรุ่นพี่ที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณอาจารย์สุทัศน์ เยี่ยมวัฒนา และคณะกรรมการออกแบบ, คณะกรรมการตรวจการจ้าง ผู้ควบคุมงานก่อสร้างทุกท่าน ตลอดจนผู้รับจ้างก่อสร้าง ห้างหุ้นส่วนจำกัดวิษณุบุตรเอ็นจิเนียริ่ง ในโครงการอาคาร Startup and Innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้เข้าร่วมประชุมการตรวจการก่อสร้าง สำรวจหน้างานก่อสร้าง และข้อมูลสำคัญต่องานวิจัยโดยเสมอมา

ขอขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่าน ที่ถ่ายทอดความรู้และให้คำแนะนำ ตลอดหลักสูตร ขอขอบคุณเพื่อนนิสิต ทั้งรุ่นพี่ รุ่นน้อง ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณคอบครัว ที่เป็นแหล่งพลังใจ และคอยสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

อภิสิทธิ์ บัวเทศ

ชื่อเรื่อง	การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามมิติในการจัดทำแบบสัญญา แบบก่อสร้าง แบบสร้างจริง กรณีศึกษา "อาคาร STARTUP AND INNOVATION คณะวิศวกรรมศาสตร์"
ผู้วิจัย	อภิสิทธิ์ บัวเทศ
ประธานที่ปรึกษา	ดร. กำพล ทรัพย์สมบูรณ์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วศ.ม. สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ	แบบจำลองสารสนเทศอาคาร แบบสัญญา แบบสร้างจริง

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) เป็นที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมออกแบบและก่อสร้างของไทยอย่างไรก็ตาม หน่วยงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร อันเป็นตัวอย่างสำคัญขององค์กรประเภทหน่วยงานราชการ ยังไม่ประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวอันเนื่องมาจากยังไม่มีแนวทางการใช้งานที่ชัดเจน และโครงการนำร่อง ในงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นที่จะจัดทำการใช้งานเทคโนโลยี BIM ในการบริหารสัญญา ด้วยวิธีปฏิบัติการจริง พัฒนาแบบจำลอง 3DBIM เพื่อการจัดพิมพ์แบบก่อสร้างที่สำคัญในสัญญาก่อสร้าง อันได้แก่ แบบสัญญา แบบติดตั้งหน้างาน และแบบสร้างจริง ของโครงการตัวอย่าง อาคาร Startup and Innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อทดลองปฏิบัติพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศดังกล่าวแล้วเสร็จ จึงจัดการประเมินผล และสอบถามเพื่อพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้งานที่เหมาะสมกับองค์กรณ์จากกลุ่มตัวอย่าง 23 คน โดยเป็นกลุ่มผู้มีหน้าที่หรือมีความเกี่ยวข้องในองค์กรตัวอย่าง อันได้แก่ เจ้าหน้าที่ ผู้รับเหมาก่อสร้าง หน่วยงานผู้ออกแบบ และนักศึกษาหรือผู้ที่มีความสนใจด้าน BIM

ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลอง 3D BIM ที่ปฏิบัติมีความเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้ในองค์กรได้ อย่างไรก็ตามยังต้องปรับปรุงการแสดงผลของน้ำหนักเส้นและสัญลักษณ์ อันเป็นรายละเอียดในการจัดพิมพ์แบบมาตรฐานที่ใช้ในองค์กร ความเห็นด้านอุปสรรคในการประยุกต์ใช้ BIM ในองค์กรพบว่ามีประเด็นดังต่อไปนี้ 1)ขีดความสามารถของบุคลากรและผู้มีส่วนร่วมในโครงการด้านการใช้งานซอฟท์แวร์ BIM 2)รูปแบบการทำงาน และฮาร์ดแวร์ปัจจุบันในองค์กรยังไม่พร้อมประยุกต์ใช้งาน อย่างไรก็ตามผู้ตอบแบบสอบถาม มีความเห็นว่าการประยุกต์ใช้งาน BIM จะช่วยลดระยะเวลาการทำงานในโครงการก่อสร้างได้

แนวทางการประยุกต์ใช้งาน BIM จัดทำได้จากผลการทดลองดังกล่าว โดยนำเสนอประเด็นสำคัญ 3 ด้านอันได้แก่ 1)จัดตั้งทีมทำงาน BIM เพื่อจัดทำ พัฒนา รวบรวม และตรวจสอบข้อขัดแย้งในแบบจำลอง BIM 2) เปลี่ยนผ่านการใช้งานซอฟท์แวร์ให้ใช้งานซอฟท์แวร์ BIM 3)ปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทำงานให้เหมาะสมกับการใช้งานซอฟท์แวร์ BIM

Title	APPLICTION OF 3D BIM FOR CONTRACT DRAWING, SHOP DRAWING AND AS-BUILT DRAWING A CASE STUDY OF "STARTUP AND INNOVATION BUILDING FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY"
Author	Apisit Buates
Advisot	Kumpon Subsomboon, Ph.D.
Academic Paper	Thesis M.Eng in Construction Management, Naresuan University, 2019
Keywords	Building Information Modelling, Contract Drawing, As-Built Drawing

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) application has been using in Thailand AEC's industry however public sector such as Naresuan University have not adopt it because of lacks of a BIM guideline or pilot project.. This research aimed at using BIM for contract administration by developing the 3DBIM for publishing bid set drawing, shop drawing, and as-built drawing for the Startup and innovation building of Naresuan Engineering. After using BIM, opinions of BIM adaptation in order to developing the organizational BIM's guideline were distributed to 23 people who were responsible in the case study for example owner representative--NU staff, contractor, and designer--faculty and students.

Results showed that the 3DBIM is suitable and applicable for current construction contract. However, it is needed to improve their line weight to make it more clear, and improve the choice of symbols in construction drawings. Barriers of the BIM application included 1) capabilities of staff members and other stakeholders for using BIM software, 2) unreadiness for organizational adoption due to obsolete hardware, and incompatibility with work process. However, respondents believed that BIM adoption will be benefited on less time consuming in the project. The BIM guideline for organization was developed from this research. Three main parts were proposed as follows: 1) establishing BIM team in organization responsible for BIM creation, model development, model federation and

clash detection in design and construction process 2) software transition, and 3) work process transformation for software compatibility

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	2
	ขอบเขตของงานวิจัย	2
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร	5
	บทบาทของเทคโนโลยี BIM ต่อเจ้าของโครงการ	5
	มาตรฐาน BIM ของเจ้าของโครงการ	6
	BIM Guide Lineโดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์	6
	มาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ	9
	ลำดับขั้นของข้อมูลในแบบก่อสร้าง (Level of Definition)	11
	ข้อมูลพื้นฐานของซอฟท์แวร์ Autodesk Revit 2018 และ ลักษณะองค์ประกอบแบบจำลอง	15
	มาตรฐานการจัดทำแบบก่อสร้างจริง	17
	รูปแบบการจัดจ้างก่อสร้างและส่งมอบงานของภาครัฐ	20
	รูปแบบสัญญาของโครงการกรณีศึกษา	21
	การแบ่งหมวดงานก่อสร้าง	23
3	วิธีดำเนินการวิจัย	26
	กระบวนการวิจัย	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัย	35
	ผลการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา อาคาร Startup and Innovation คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเสนอแนะแนวทางการใช้งาน	35
	ผลการประเมินแบบก่อสร้างและการตอบคำถามด้านการประยุกต์ใช้งานจริงกับองค์กร	102
5	บทสรุป	127
	สรุปผลการวิจัย	127
	อภิปรายผลการวิจัย	128
	ข้อเสนอแนะ	129
บรรณานุกรม		131
ภาคผนวก		133
ประวัติผู้วิจัย		157

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 ข้อสรุปความแตกต่างของมาตรฐาน BIM ของแต่ละประเทศ 10
2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น..... 27
3 รายการปรับปรุงแก้ไขแบบสัญญาสำหรับจัดทำแบบสร้างจริง..... 60
4 ระดับขั้นของข้อมูล หรือ Level of Definition (LOD) ในแบบจำลอง..... 75
5 ข้อมูลสรุปของกลุ่มตัวอย่าง..... 102
6 ความเห็นด้านปัญหาการประยุกต์ใช้งาน BIM ในปัจจุบัน..... 104
7 ผลการทดสอบประเมินแบบจำลอง BIM ของโครงการตัวอย่าง..... 112
8 การทดสอบและประเมินผลจากผู้ตอบแบบสอบถามด้านระดับขั้นของข้อมูล แบบจำลอง..... 113
9 บทบาทและหน้าที่ของฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการเมื่อปรับเป็นรูปแบบ BIM..... 115
10 ซอฟท์แวร์ที่ใช้งานในขั้นตอนการทำงาน..... 118
11 สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายในกระบวนการ..... 120
12 สรุปกิจกรรมและผลงานที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน..... 123
13 สรุปบทบาทหน้าที่ในแต่ละฝ่ายในขั้นตอนการทำงาน..... 125

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	กรอบแนวคิดขอบเขตของงานวิจัย	3
2	ตัวอย่างของการพัฒนาลำดับขั้นของข้อมูลงานผนัง	12
3	การจำแนกองค์ประกอบในโปรแกรม Autodesk Revit	16
4	การแบ่งหมวดงานตามรหัส Omniclass Table 21	24
5	แผนภูมิลำดับการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการตัวอย่าง	29
6	แสดงภาพถ่าย หน้างานและการบันทึกข้อมูลลงบนแบบ	32
7	แบบจำลองและส่วนประกอบของแบบจำลอง	36
8	Revision Cloud สำหรับระบุข้อมูลจุดที่จำเป็นต้องแก้ไข ลงบนตารางแบบ (Title Block)	37
9	ปก และ Title Block สำหรับแสดงผลในแผ่นเอกสาร (Sheet)	38
10	มุมมองแปลนพื้นชั้น 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แบบสัญญา	39
11	มุมมองแปลนพื้นชั้นลอยของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	40
12	มุมมองแปลนพื้นชั้นดาดฟ้าของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	41
13	มุมมองรูปด้าน 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	42
14	มุมมองรูปด้าน 2 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	42
15	มุมมองรูปด้าน 3 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	43
16	มุมมองรูปด้าน 4 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	43
17	มุมมองรูปตัด 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	44
18	มุมมองรูปตัด 2 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	44
19	มุมมองแบบขยายบันได	45
20	มุมมองแบบจำลองสามมิติ ของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หมวดแบบจำลองงานสถาปัตยกรรม	46
21	มุมมองแปลนฐานราก ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

22 มุมมองแปลนคานชั้น 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา..... 48
23 มุมมองแปลนคานชั้นลอย ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา..... 49
24 มุมมองรูปด้าน 1 แบบโครงสร้าง..... 50
25 มุมมองรูปด้าน 2 แบบโครงสร้าง..... 51
26 มุมมองรูปด้าน 3 แบบโครงสร้าง..... 52
27 มุมมองรูปด้าน 2 แบบโครงสร้าง..... 53
28 แบบทัศนียภาพ แบบโครงสร้าง..... 54
29 การเลือก Generic Family เพื่อจัดทำแบบก่อสร้าง แบบที่ 1 และแบบที่ 2..... 56
30 การเลือก Generic Family เพื่อจัดทำแบบขยายการติดตั้ง..... 57
31 การปรับมุมมองการแสดงผลและเขียนรายละเอียดเพิ่มเติมในแบบ..... 57
32 การจัดแสดงผลลงบนกรอบงาน (Sheet)..... 58
33 ภาพรวมขั้นตอนการรวมข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับจัดทำ..... 59
34 หน้าปกแบบสร้างจริง..... 62
35 สารบัญแบบสร้างจริง..... 63
36 แปลนผังบริเวณแบบสร้างจริง..... 64
37 แปลนพื้นชั้นหนึ่งแบบสร้างจริง..... 65
38 แปลนชั้นสองแบบสร้างจริง..... 66
39 แปลนหลังคาแบบสร้างจริง..... 67
40 รูปด้าน 1 รูปด้าน 2 แบบสร้างจริง..... 68
41 รูปด้าน 3 รูปด้าน 4 แบบสร้างจริง..... 69
42 รูปตัด 1 รูปตัด 2 แบบสร้างจริง..... 70
43 แบบขยายประตูแบบสร้างจริง..... 71
44 แบบขยายบันไดแบบสร้างจริง..... 72
45 แบบขยายแผงบังแดดแบบสร้างจริง..... 73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

46 การประสานงานฝ่ายที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน..... 114
47 การประสานงานของฝ่ายที่เกี่ยวข้องในรูปแบบ BIM..... 115
48 รูปแบบกระบวนการทำงานปัจจุบัน..... 121
49 กระบวนการทำงานรูปแบบประยุกต์ใช้ BIM..... 122
50 หน้าปก และสารบัญแบบสัญญาเดิม..... 136
51 ผังบริเวณแบบสัญญาเดิม..... 138
52 แปลนชั้นหนึ่งแบบสัญญาเดิม..... 139
53 แปลนชั้นสองแบบสัญญาเดิม..... 140
54 แปลนชั้นดาดฟ้าแบบสัญญาเดิม..... 141
55 รูปตัด 1-2 แบบสัญญาเดิม..... 142
56 รูปตัด 3 แบบสัญญาเดิม..... 143
57 รูปด้าน 1-2 แบบสัญญาเดิม..... 144
58 รูปด้าน 3-4 แบบสัญญาเดิม..... 145
59 แบบขยายบันได แบบสัญญาเดิม..... 146
60 แบบขยายประตู แบบสัญญาเดิม..... 147
61 แบบประตู แบบสัญญาเดิม..... 148
62 แบบขยายหน้าต่าง แบบสัญญาเดิม..... 149
63 แบบขยายแผงบังแดด แบบสัญญาเดิม..... 150

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การจัดทำแบบก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นหัวข้อที่ถูกกล่าวถึงอย่างมากในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย โดยเฉพาะระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมา อันเห็นได้จากสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้ศึกษาและจัดทำแนวทางการใช้งานเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับผู้ประกอบวิชาชีพในไทย และพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาอย่างต่อเนื่อง (สภาสถาปนิก สภาวิศวกร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ, 2560) อาธิเช่น Thailand BIM Guidelines. (สภาสถาปนิก สภาวิศวกร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ, 2560) นอกจากการศึกษาด้านการประยุกต์ใช้และลักษณะต่างๆ แล้ว หน่วยงานหรือบุคลากรที่มีหน้าที่ออกแบบ และ ก่อสร้างต่างๆ โดยทั่วไปยังนำมาใช้งานจริง เนื่องจากจุดเด่นด้านประสิทธิภาพการทำงาน และการลดข้อขัดแย้งในแบบ ปัจจุบันพบการใช้งานเทคโนโลยี BIM อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการออกแบบและก่อสร้างในไทย

ปัจจุบันหน่วยงานกรณีศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวร อันเป็นหน่วยงานราชการมีลักษณะการบริหารสัญญาโครงการก่อสร้างส่วนใหญ่เป็นรูปแบบ Design-Bid-Build โดยใช้เทคโนโลยี 2D CAD สำหรับการจัดทำแบบก่อสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากความรวดเร็วในการรวบรวมจัดทำข้อมูล ความถนัดของบุคลากร และมีคลังข้อมูลแบบก่อสร้างเดิมที่สามารถนำมาอ้างอิงหรือใช้งานได้ทันที

ทั้งนี้พบว่า การตรวจสอบข้อขัดแย้งในแบบ การแก้ไขแบบ การคิดปริมาณงานลดเพิ่มเพื่อประกอบการแก้ไขสัญญา ทำได้ยาก เนื่องความชัดเจน และความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่เอื้อต่อการกระทำดังกล่าว ต้องใช้ระยะเวลานานสำหรับการตรวจสอบหรือจัดทำแก้ไขแบบก่อสร้างดังกล่าว ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ทั้งเจ้าของงาน และ ผู้รับเหมาก่อสร้าง

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ เพื่อทดลองหาแนวประยุกต์ใช้งานและการจัดทำแบบก่อสร้างบนพื้นฐานของเทคโนโลยี จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อหน่วยงานของกรณีศึกษาในยุคปัจจุบัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้อาคารกรณีศึกษา อาคาร Startup and Innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มาเป็นโครงการตัวอย่าง เนื่องจากขนาด ความซับซ้อน และความครบถ้วนของข้อมูล ของโครงการตัวอย่างมีความเหมาะสม

การจัดทำการวิจัยจะมุ่งเน้นถึงแนวทางการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และการจัดเตรียมแบบ 3 ประเภท ได้แก่แบบสัญญา แบบก่อสร้าง และ แบบสร้างจริงสำหรับเป็นโครงการตัวอย่างสำหรับการใช้งานจริง ด้านการบริหารสัญญาลักษณะ Design Bid Build ของหน่วยงานตัวอย่าง

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

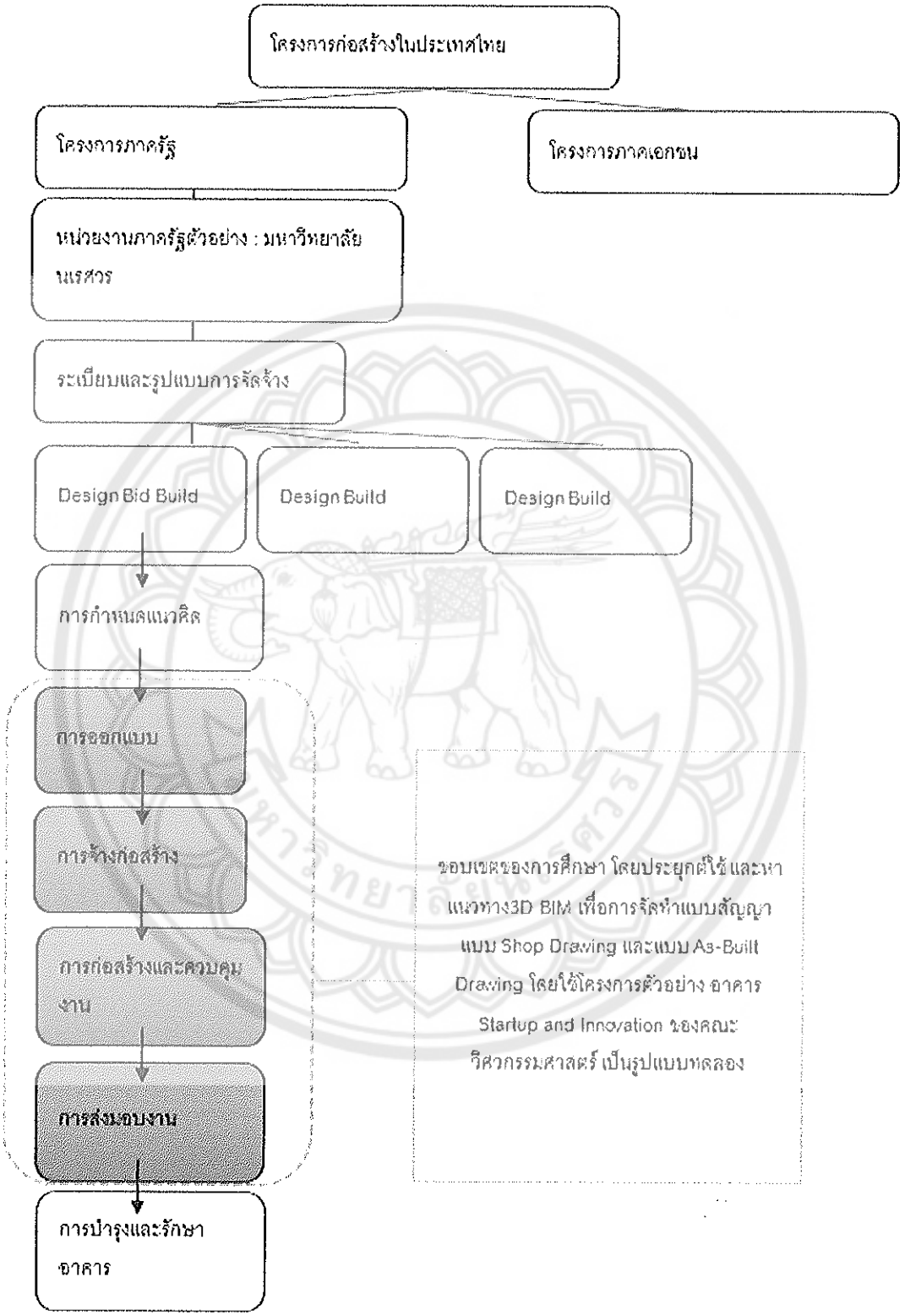
เพื่อทราบถึงแนวทางและวิธีการปฏิบัติการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ในการจัดทำแบบสัญญา, แบบก่อสร้างสำหรับติดตั้งหน้างาน และแบบสร้างจริง ที่ ระดับความชัดเจนของข้อมูลเป็นที่ยอมรับ และสามารถนำมาประกอบกับการบริหารสัญญาก่อสร้างลักษณะ Design-Bid-Build ได้

ขอบเขตของงานวิจัย

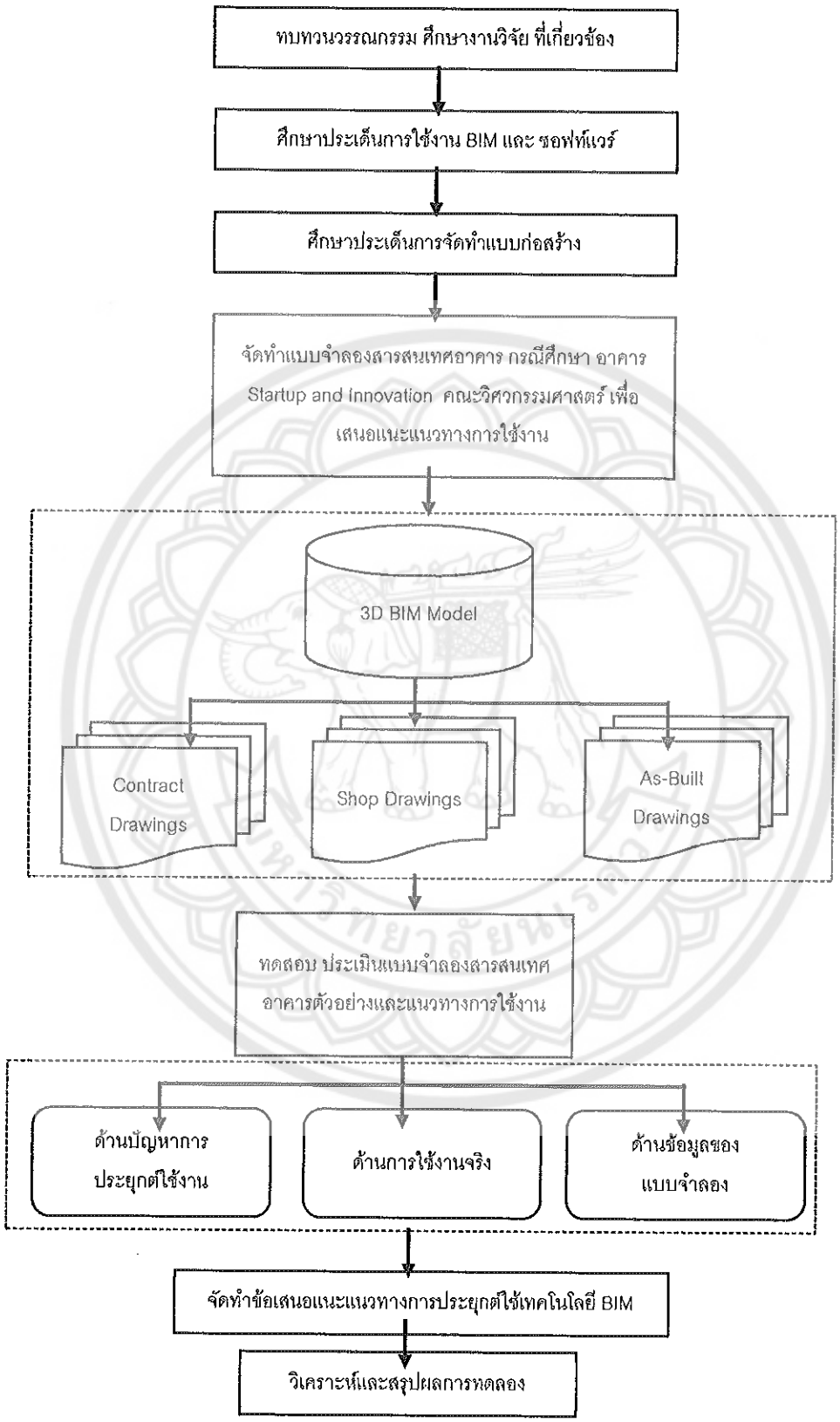
1. ศึกษาและทดลองวิธีการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modelling) อาคารกรณีศึกษา อาคาร Startup and Innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสรุปขั้นตอนแนวทางการจัดทำแบบจำลอง

2. ปรับแก้ไขข้อมูลและรายละเอียดแบบจำลองดังกล่าวสำหรับจัดพิมพ์แบบก่อสร้างที่เหมาะสมต่อรูปแบบการบริหารสัญญาในองค์กรณ์ อันได้แก่ แบบสัญญา แบบติดตั้งหน้างาน และแบบสร้างจริง

3. ตรวจสอบแนวทางการทำงานดังกล่าวโดยการสอบถามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ปฏิบัติงานในองค์กรณ์ด้วยวิธีการสัมภาษณ์



ภาพ 1 กรอบแนวคิดขอบเขตของงานวิจัย


ทบทวนวรรณกรรม ศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง
ศึกษาประเด็นการใช้งาน BIM และ ซอฟท์แวร์
ศึกษาประเด็นการจัดทำแบบก่อสร้าง
จัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา อาคาร Startup and Innovation คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเสนอแนะแนวทางการใช้งาน
3D BIM Model
Contract Drawings
Shop Drawings
As-Built Drawings
ทดสอบ ประเมินแบบจำลองสารสนเทศอาคารตัวอย่างและแนวทางการใช้งาน
ด้านปัญหาการประยุกต์ใช้งาน
ด้านการใช้งานจริง
ด้านข้อมูลของแบบจำลอง
จัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BIM
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ภาพ 1 (ต่อ)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

ตามที่ BIM Handbook ได้สรุปคำจำกัดความของเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) คือกระบวนการจัดทำแบบจำลองข้อมูลของอาคาร การสื่อสาร และ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลอง (Chuck Eastman, 2011) ซึ่งข้อมูลแบบจำลองนี้ประกอบไปด้วยลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นข้อมูลแบบจำลองที่แสดงผลเชิงกราฟฟิก มีข้อมูลคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงผลได้ในซอฟท์แวร์ และ ข้อมูลลักษณะพิเศษ (Parametric Attribute) และเงื่อนไขการป้อนค่าข้อมูล ที่ทำให้สามารถจัดการแบบจำลองได้
2. มีส่วนประกอบของข้อมูลที่สามารถจำลองลักษณะและพฤติกรรมของอาคารได้เช่น การจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร การจำลองการถอดประมาณงาน
3. องค์ประกอบของข้อมูลไม่ฟุ่มเฟือย การแก้ไขทำได้โดยง่าย หากแก้ไขแล้วจะแสดงผลในทุกมุมมอง
4. ข้อมูลทุกข้อมูลเชื่อมถึงกัน การแสดงผลในทุกมุมมองมีการประสานกัน

บทบาทของเทคโนโลยี BIM ต่อเจ้าของโครงการ

Chuck Eastman ได้กล่าวถึงบทบาทของเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารต่อเจ้าของโครงการว่ามีผลต่อการพัฒนาการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการในทุกขั้นตอน ทั้งขั้นตอนการออกแบบ การก่อสร้าง การสั่งผลิตเพื่อติดตั้งหน้างาน ส่งผลให้การส่งมอบงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยลดข้อผิดพลาดอันจะเกิดขึ้นจากขั้นตอนดังกล่าวให้น้อยลง (Chuck Eastman, 2011)

นอกจากนี้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารยังมีศักยภาพด้านต่าง ๆ ต่อเจ้าของโครงการ ดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพของอาคาร ผ่านการออกแบบเทคโนโลยีสารสนเทศอาคารโดยการจำลองการใช้พลังงาน การจำลองแสงสว่างในอาคาร หรือการวิเคราะห์ประเด็นการออกแบบด้านอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาคาร

2. ลดความเสี่ยงด้านงบประมาณของโครงการ ผ่านการจำลองแบบที่แม่นยำ ส่งผลให้การประมาณปริมาณงานและราคาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ยังส่งผลช่วยให้สามารถตัดสินใจเพิ่มลดงาน หรือเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมได้ในช่วงขั้นตอนการออกแบบซึ่งเป็นช่วงที่ส่งผลกระทบต่อโครงการน้อยที่สุด

3. ลดระยะเวลาในแผนงานก่อสร้าง โดยการทำงานร่วมกับแบบจำลองช่วยให้การสั่งผลิต และการยืนยันแบบก่อสร้างรวดเร็วขึ้น

4. ช่วยการจัดการอาคารและการซ่อมแซมบำรุงรักษาอาคารในอนาคต เนื่องจากมีข้อมูลแบบจำลอง และแบบหลังการก่อสร้างจริงที่แม่นยำ คุณูปการของเทคโนโลยีต่อเจ้าของโครงการที่กล่าวมา สามารถประยุกต์ใช้ได้เกือบทุกประเภทของโครงการ ในปัจจุบันเจ้าของโครงการมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้ในโครงการมากขึ้น โดยอาจระบุไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการจัดทำสัญญาจ้างออกแบบ หรือ ก่อสร้าง

ในปัจจุบันองค์กรณ์ภาครัฐที่เป็นเจ้าของงาน ยังไม่มีการประยุกต์ใช้ BIM เนื่องจากอาจมีค่าบริการจัดทำแบบที่สูงขึ้น ทั้งนี้มีการวิเคราะห์และศึกษาด้านการคืนทุนของการลงทุนใน BIM (BIM Return on Investment) โดย Arzhar พบว่าจากตัวอย่างโครงการ 10 โครงการ ในประเทศอเมริกา รัฐจอร์เจีย ที่มีการลงทุนใน BIM พบว่ามีการคืนทุนของโครงการ ทั้งสิ้น 634% จากการลงทุนใน BIM (Azhar, 2011) การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในโครงการตัวอย่าง "อาคารสตาร์ทอัพและอินโนเวชั่น ของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร" จึงมีความเหมาะสมเนื่องจากคณะผู้ออกแบบและจัดทำแบบเป็นบุคลากรภายในมีความพร้อมในการทดลองและศึกษาประเด็นดังกล่าว

มาตรฐาน BIM ของเจ้าของโครงการ

ในปี 2017 National Institute of Building Sciences ได้นำเสนอมาตรฐาน National BIM Guide for Owner : NBGO โดยเป็นมาตรฐานการและแนวทางการใช้งาน BIM ของเจ้าของโครงการ (NIBS, 2017) ช่วยให้เจ้าของโครงการสามารถ กำหนดความต้องการเบื้องต้น เข้าใจกระบวนการทำงาน มาตรฐานและลำดับการปฏิบัติงาน ร่วมกับผู้ให้บริการทางวิชาชีพ และผู้เกี่ยวข้องในโครงการ ให้สามารถส่งมอบโครงการได้ ตามลักษณะของการจัดจ้าง (ออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง ออกแบบ-ก่อสร้าง ฯลฯ)

NBGO เสนอว่า เจ้าของโครงการสามารถใช้งาน BIM เพื่อประโยชน์ต่างๆ ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การใช้งาน BIM ที่จำเป็น เพื่อการวิเคราะห์ที่ตั้งและเงื่อนไขเบื้องต้น พัฒนางานออกแบบ ทบทวนการออกแบบ ประสานงานแบบเพื่อตรวจสอบข้อขัดแย้ง บันทึกแบบเพื่อการบริหารจัดการอาคารของโครงการ

2. การใช้งาน BIM ส่วนเสริมหรือส่วนพัฒนา ตัวอย่างการใช้งานเช่น สำหรับการวางแผนงานก่อสร้าง ประมาณการราคา การวิเคราะห์ที่ตั้ง การวางผังสามมิติ การวางแผนการผลิต การวางแผนปฏิบัติโครงการแบบยั่งยืน (Sustainability Analysis)

3. การใช้งาน BIM สำหรับเจ้าของโครงการโดยเฉพาะ เช่น การจัดการทรัพย์สิน การวางแผนรับมือกับภัยพิบัติ การจัดการพื้นที่และบริหารอาคารในโครงการ

มาตรฐานการรับมอบ Models เจ้าของโครงการจะได้รับมอบหรือเสนอ แบบจำลองตามช่วงระยะเวลาของการก่อสร้าง ดังนี้

1. แบบจำลองในขั้นตอนการออกแบบ ประกอบไปด้วยข้อมูลด้านการออกแบบ ขนาด ระยะ วิธีการติดตั้งเบื้องต้น สำหรับการวางแผนในการก่อสร้างต่อไป

2. แบบจำลองในขั้นตอนการก่อสร้าง เป็นแบบที่เพิ่มลำดับของข้อมูลจากแบบจำลองในขั้นตอนการออกแบบ มีลักษณะเพื่อการวางแผนสั่งผลิต ติดตั้ง และก่อสร้าง โดยขั้นตอนการพัฒนาแบบเช่นการจัดทำ Shop Drawing สำหรับการติดตั้ง ถูกควบคุมและรับรองโดยผู้ออกแบบ

3. แบบหลังการก่อสร้าง หรือ As-Built Model เป็นแบบที่ถูกบันทึกภายหลังการก่อสร้างโดยผู้รับเหมาก่อสร้าง

4. แบบสำหรับการบันทึก เป็นแบบที่ถูกจัดทำและบันทึกภายหลังการก่อสร้าง เช่นเดียวกับแบบ As-Built โดยมีจุดประสงค์เพื่อการจัดการอาคาร มีลักษณะเป็น Light Weight Model หรือ โมเดลที่ไม่บันทึกข้อมูลรายละเอียดมากนัก อาจเป็นโมเดลที่บอกขนาด ระยะจริงของอาคาร ทั้งนี้รวมถึง โมเดลจากการใช้เลเซอร์แสกน

5. ข้อมูลสำหรับการเปิดใช้งาน และ การซ่อมบำรุง เป็นส่วนประกอบสำคัญของโมเดล อาจถูกบันทึกลงไปใน Attribute ของโมเดล ทั้งนี้ควรมีข้อมูลที่จำเป็นในการวางแผนซ่อมบำรุง เช่น ยี่ห้อ วันที่ผลิต รุ่น ระยะเวลาซ่อมบำรุงตามแผนงาน เป็นต้น

BIM Guide Lineโดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้ศึกษาและกำหนดแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอาคารไว้ตามหลักการ ดังนี้

การวางแผนการทำงานโครงการออกแบบด้วย BIM จะต้องจัดตั้งคณะทำงานอันประกอบไปด้วย

1. ผู้จัดการโครงการ BIM ทำหน้าที่ในการกำหนดวัตถุประสงค์กระบวนการ และมาตรฐานของโครงการด้วย BIM
2. ผู้ประสานงานโครงการ BIM
3. Designer
4. Component Creator
5. Drafter/ Annotator/ Sheet Creator
6. Scheduler/ Data Extraction for QS

การวางแผนปฏิบัติงานจะต้อง กำหนดเป้าหมายของโครงการ BIM กำหนดมาตรฐานของแบบจำลอง BIM กำหนด Software และ Platform ที่เหมาะสม กำหนดหัวหน้าโครงการและมอบหมายหน้าที่แก่ผู้เกี่ยวข้อง กำหนดนัดหมายการประชุม กำหนดแนวทางการส่งต่อหรือแลกเปลี่ยนข้อมูล กำหนดขอบเขตของโครงการอาธิเช่น ขนาดอาคาร จำนวน ตำแหน่ง กำหนดระบบพิกัดที่ตรงกัน โดย ผู้จัดการโครงการ BIM มีหน้าที่กำหนดและประเมิน

ขั้นตอนการจัดทำแบบจำลอง BIM จะต้องแบ่งกลุ่มตามองค์ประกอบของอาคาร อาธิเช่นกลุ่มงานผนัง พื้น เป็นต้นโดยต้องกำหนดวางแผนการจัดการไฟล์ข้อมูลอาคารให้เหมาะสมด้วยโดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ ควรแบ่งไฟล์เป็นส่วนย่อยๆ โดยมีไฟล์หลักอีกไฟล์ทำหน้าที่เป็นตัวรวมข้อมูลไฟล์ย่อยทั้งหมด การจัดทำแบบจำลองเหล่านี้ควรกำหนดมาตรฐานการแสดงผล ขนาดเส้น ลวดลายหรือสัญลักษณ์แทนวัสดุ หน่วยวัด มาตราส่วน และมาตรฐานแบบจำลององค์ประกอบอาคาร จะต้องจัดทำเป็น Catalog ให้สามารถค้นหาและนำมาใช้ได้โดยง่าย

ขั้นตอนการผลิตผลงานจะต้องพิจารณาว่าจะทำแบบสามมิติแค่ไหนจึงจะเพียงพอต่อการสื่อสาร และการใช้งานด้านอื่นๆ เช่นการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ทุกชิ้นส่วนของงานก่อสร้างไม่จำเป็นต้องสร้างแบบสามมิติ

การกำหนดลำดับขั้นในการพัฒนา BIMนั้นจะเพิ่มมากขึ้นตามลำดับขั้นในการพัฒนาจากน้อยไปมาก โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆอันได้แก่ ข้อมูลกราฟฟิก (Graphics) ซึ่งหมายถึงข้อมูลที่แสดงบนแบบจำลอง ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ และ ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิก (Non Graphic) โดยจะระบุเป็นคำอธิบายบันทึกลงตัวแบบจำลอง ทั้งนี้ในระดับของการพัฒนาด้านที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือระดับที่เป็นขั้นตอนการจัดทำ Shop Drawing และขั้นตอนการจัดทำ As-built Drawing ซึ่งทางสมาคมสถาปนิกสยามฯ ได้ให้แนว

ทางการระบุข้อมูลที่จำเป็นในแต่ละหมวดงานไว้เช่นประเภท ตำแหน่ง ขนาด ชนิดของวัสดุ สี การติดตั้ง พื้นที่ ตำแหน่ง โดยขั้นตอนการจัดทำ As-built อาจระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้า ผู้จัดจำหน่าย และการรับประกันเพิ่มเติม สำหรับการจัดการและซ่อมบำรุงอาคารในอนาคต

สมาคมสถาปนิกสยามได้กำหนดข้อกำหนดพื้นฐานและการตรวจสอบการออกแบบด้วย BIM อันได้แก่ข้อกำหนดพื้นฐานโครงการ เช่นทิศ ตำแหน่งอ้างอิงของโครงการ ค่าระดับต่างๆ ข้อกำหนดพื้นฐานในการผลิตผลงาน เช่น การกำหนดผนัง ว่าส่วนใดเป็นโครงสร้าง ส่วนใดเป็นผิวสำเร็จ แต่ละส่วนมีความหนาเท่าใดเป็นต้น และข้อกำหนดพื้นฐานสำหรับการจัดทำแบบได้แก่ หน่วยการเขียน มาตราส่วนที่เหมาะสมต่อหน้ากระดาษ ความหนาเส้นเป็นต้น ทั้งนี้ยังกำหนดการตรวจสอบการออกแบบด้วยระบบ BIM ในรูปแบบ Checklist เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ

มาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลมาตรฐานการใช้งาน BIM ไว้โดยรวบรวมมาตรฐานการทำงาน BIM ของประเทศชั้นนำในการใช้งานโปรแกรมประเภท BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้างแต่ละด้าน เช่นตัวโปรแกรม ข้อกำหนด ระเบียบการ ขั้นตอนการพัฒนา องค์ประกอบของแบบจำลอง (สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตาราง 1 ทั้งนี้จากการศึกษามาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ ทำให้ทราบถึงเนื้อหาหลักของการใช้งาน BIM ได้แก่ การวางแผนปฏิบัติงานด้วย BIM การทำงานร่วมกันด้วย BIM ระเบียบและวิธีในการสร้างแบบจำลอง การนิยามศัพท์เฉพาะ มาตรฐานรูปแบบจำลอง ทั้งนี้การประยุกต์ใช้งาน BIM ในอนาคตจะต้องคำนึงถึงเนื้อหาดังกล่าว

ตาราง 1 ข้อสรุปความแตกต่างของมาตรฐาน BIM ของแต่ละประเทศ

	7.2.1 มาตรฐาน BIM ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ	มาตรฐาน BIM ของสิงคโปร์	มาตรฐาน BIM ของสหรัฐอเมริกา
ข้อดี	1. การแบ่งหัวข้อชัดเจน 2. อธิบายวิธีการโดยละเอียด สามารถปฏิบัติตามได้ 3. มีการกำหนดรูปแบบเอกสารให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน 4. มี เธมเพลท แจกในเว็บไซต์ 5. มีการแนะแนวทางการตั้งชื่อและโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานบริหาร จัดการแบบจำลองและไฟล์ได้ดียิ่งขึ้น	1. เนื้อหาครบถ้วนครอบคลุมตั้งแต่การวางแผนปฏิบัติงานจนถึงการเก็บค่าบริการ 2. หัวข้อชัดเจนง่ายต่อการทำความเข้าใจ 3. มีการกำหนดมาตรฐานในการคิดค่าบริการวิชาชีพ ช่วยเป็นแนวทางในการทำสัญญาจ้าง 4. มีการระบุความต้องการขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ที่ระดับ ขั้นต่าง ๆ ของโครงการ อย่างละเอียด ทำให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจทั้งผู้ว่าจ้าง และ ผู้รับจ้าง 5. มีการทำ Template สำหรับการส่งแบบขออนุญาตแจกในเว็บไซต์ สามารถส่งแบบขอ อนุญาตก่อสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ได้	1. มีการแบ่งมาตรฐาน BIM เป็นหลายฉบับตามขอบเขตของแต่ละหน่วยงานทำให้เนื้อหามีความละเอียดมาก 2. ระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development) ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) มีความละเอียดชัดเจนมากที่สุด 3. เอกสาร NBIMS มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งฝั่งนักพัฒนาโปรแกรม และฝั่งผู้ใช้งาน ทำให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าใจความต้องการของผู้ใช้งาน และผู้ใช้งานสามารถเข้าใจแนวความคิดเบื้องหลังของโปรแกรมได้
ข้อเสีย	ไม่มีการอธิบายลำดับของการพัฒนาแบบจำลอง(Grade หรือ Level of Development) แยกตามองค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Elements) ที่ละเอียด เหมือนมาตรฐานประเทศอื่น	1. เนื้อหาบางหัวข้อยังไม่ลงลึกเท่าที่ควร เช่น มาตรฐานการนำเสนอแบบ และการเก็บ รักษาข้อมูล เป็นต้น	1. การที่หลายหน่วยงานจัดทำมาตรฐาน BIM ในเรื่องต่าง ๆ ทำให้ยากต่อการรวบรวม เนื้อหาและยากต่อการศึกษาทำความเข้าใจ

ที่มา: สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558

ลำดับขั้นของข้อมูลในแบบก่อสร้าง (Level of Definition)

สมาคมสถาปนิกสยามได้สรุปรวบรวมข้อมูลลำดับขั้นในการพัฒนาข้อมูลที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างโดยอ้างอิงมาตรฐานจาก American Institute of Architects as part of AIA Contract Document G202™–2013 ไว้ดังนี้

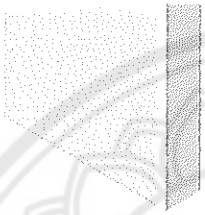
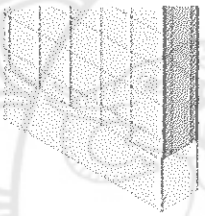
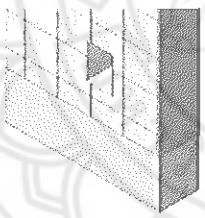
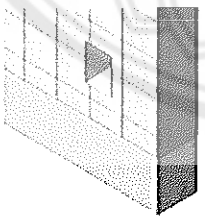
1. ขั้นตอนการออกแบบร่างเบื้องต้น ควรมีรายละเอียดขั้นต่ำอยู่ที่ LOD 10 นั่นคือมีรายละเอียดของโครงการแสดงตำแหน่งที่ตั้ง ค่าระดับพื้นที่ และพื้นที่ใช้สอยเบื้องต้นโดยสังเขป

2. ขั้นตอนพัฒนาแบบรายละเอียด ควรมีรายละเอียดขั้นต่ำอยู่ที่ LOD 200 โดยมีขนาดของอาคาร รูปทรงที่ชัดเจนขึ้น พื้นผิวเบื้องต้น สามารถทราบถึงองค์ประกอบต่าง ๆ และเห็นจุดขัดแย้งเพื่อนำไปพัฒนาแบบในขั้นตอนต่อไปได้

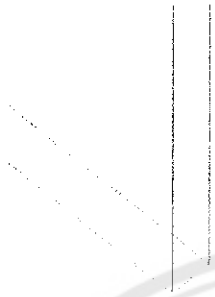
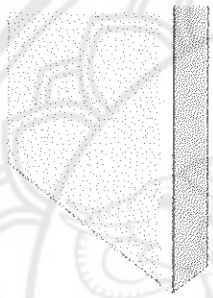
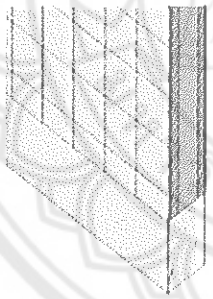
3. ขั้นตอนแบบก่อสร้าง ควรมีรายละเอียดที่ขั้น LOD 300 มีระยะ, ขอบเขต, ปริมาณ, ความกว้าง, ความสูงข้อกำหนดของชิ้นงาน แบบขยาย สามารถทำ Coordination

4. ขั้นตอนแบบสำหรับงานก่อสร้าง Shop Drawing ถูกพัฒนาเพิ่มเติมโดย BIMForum working group ในปี 2013 ให้กำหนดขั้นตอนนี้มีระดับความละเอียดที่ LOD 350 มีระยะ พิกัดการวางตำแหน่งก่อสร้างตามจริง มีการทำการแก้ไขปัญหาหน้างานก่อสร้างและ Coordination กับผู้รับเหมารายย่อยในการติดตั้งและผู้ควบคุมงานนำมาปรับปรุงเป็น Shop Drawing เพื่อขออนุมัติ

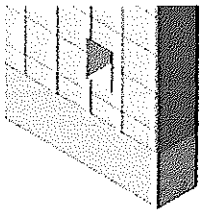
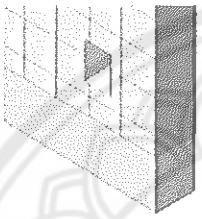
5. ขั้นแบบรายละเอียดตามการก่อสร้างจริง (As-built Drawing), มี LOD ที่ 400 บันทึกข้อมูลตามแบบ Shop Drawing ที่อนุมัติ บันทึกข้อมูลวัสดุ อุปกรณ์ ชื่อผู้ผลิต การรับประกันต่าง ๆ เพื่อจัดทำข้อมูล As-built Drawing

1. Wall		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design LOD 100		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุขนาดและความหนา
Design Development LOD 200		- ความหนา / ตำแหน่ง - ระบุขนาด / ความยาว/ความกว้าง
Construction Documents LOD 200-300		- ความหนา / แยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุขนาด / ความยาว / ความกว้าง / ความสูง - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี
Shop Drawing LOD 300-350		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุขนาด / ความยาว/ความกว้าง / ความสูง - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ตำแหน่งเจาะ
As-built Drawing LOD 400		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุขนาด / ความยาว/ความกว้าง / ความสูง - พื้นที่ / ปริมาตร (ตามแบบก่อสร้าง) - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ภาพ 2 ตัวอย่างของการพัฒนาลำดับขั้นของข้อมูลงานผนัง

1. Wall		
LOD	Graphics	Non-graphics
Conceptual & Schematic Design		- ตำแหน่งทั่วไป - ยังไม่ระบุขนิดและความหนา
Design Development		- ความหนา / ตำแหน่ง - ระบุขนิด / ความยาว/ความกว้าง
Construction Documents		- ความหนา / แยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุขนิด / ความยาว / ความกว้าง / ความสูง - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี

ภาพ 2 (ต่อ)

1. Wall		
LOD	Graphics	Non-graphics
Shop Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุชนิด / ความยาว/ความกว้าง / ความสูง - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ตำแหน่งเจาะ
As-built Drawing		- ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง - ระบุชนิด / ความยาว/ความกว้าง / ความสูง - พื้นที่ / ปริมาตร (ตามแบบก่อสร้าง) - วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง - ผู้ขาย / โรงงานผู้ผลิต / ประกัน

ภาพ 2 (ต่อ)

ที่มา: สภาสถาปนิก สภาวิศวกร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2560

ข้อมูลพื้นฐานของซอฟท์แวร์ Autodesk Revit 2018 และ ลักษณะองค์ประกอบแบบจำลอง

ซอฟท์แวร์ Autodesk Revit เป็นซอฟท์แวร์ที่ช่วยสำหรับการออกแบบ, จัดทำแบบจำลองอาคาร, ประมาณการปริมาณวัสดุ, และแบ่งระยะขั้นตอนการสร้างเบื้องต้น ในแบบจำลองสารสนเทศของซอฟท์แวร์ จะแสดงผลสัมพันธ์กัน ในทุกมุมมอง การเปลี่ยนแปลงค่า Parametric ในแบบจำลองจะเปลี่ยนคุณลักษณะของแบบจำลอง และ แสดงผลพร้อมกันในทุกมุมมองทันที

องค์ประกอบของแบบจำลองในซอฟท์แวร์ Revit นิยมเรียกในหมู่ผู้ใช้ซอฟท์แวร์ว่า Family ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีคุณลักษณะสามารถระบุคุณลักษณะเชิงกราฟฟิก และสามารถแก้ไขค่า Parametric เพื่อปรับเปลี่ยนข้อมูลได้ โดยสามารถจำแนกได้สามกลุ่มดังต่อไปนี้

1. Model Elements เป็นกลุ่มของ องค์ประกอบแบบจำลอง ใช้แสดงผลแทนองค์ประกอบของอาคาร เช่น ผนัง หน้าต่าง ประตู หลังคา ผนังรับน้ำหนัก แผ่นพื้น ทางลาด เป็นต้น องค์ประกอบนี้แสดงสัมพันธ์กันในทุกมุมมอง นอกจากนี้ Model Elements ยังสามารถจำแนกย่อยเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 Host Elements เป็น Model Elements ที่ก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้าง เช่น ผนัง ฝ้าเพดาน โครงสร้างผนังรับน้ำหนัก หลังคา

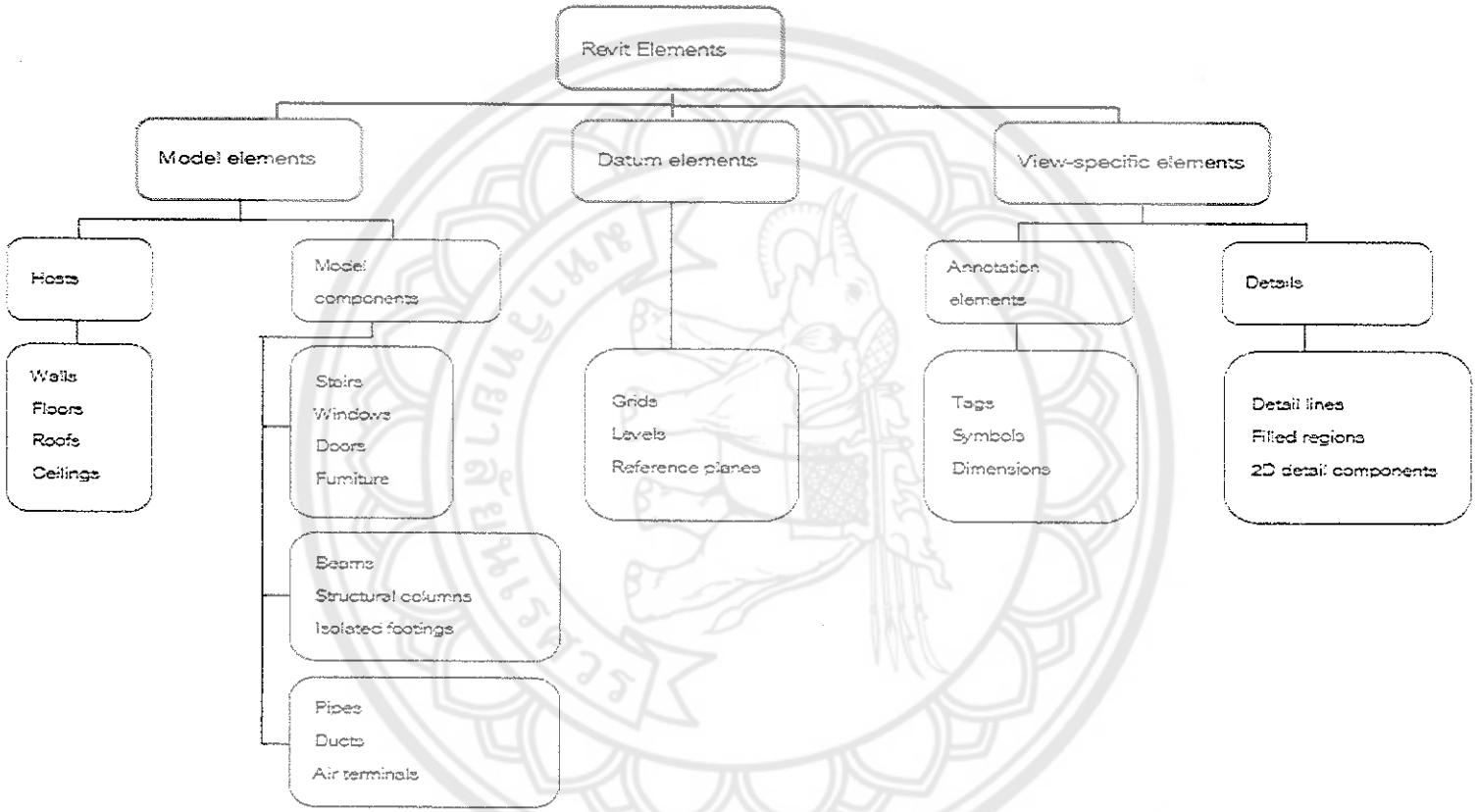
1.2 Model Components เป็น Model Elements อื่นๆ ที่ไม่ใช่ Host Element เช่น ประตู หน้าต่าง ตู้เฟอร์นิเจอร์ โครงสร้างเสา คาน เป็นต้น

2. Datum Elements เป็นองค์ประกอบที่ช่วยอ้างอิงตำแหน่งในโครงการ เช่น Grid Line เสา เส้นบอกระดับ เส้นแนวตัด เป็นต้น

3. View Specific Elements เป็นองค์ประกอบที่แสดงผลเฉพาะมุมมองที่วางองค์ประกอบเหล่านี้ลงไปเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อระบุรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น ลวดลายแนวตัดวัสดุ เส้นบอกระยะ รูปแบบขององค์ประกอบ ทั้งนี้ View Specific Elements สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.1 Annotation Elements เป็นองค์ประกอบช่วยระบุข้อมูลที่ชัดเจนในเอกสารแบบก่อสร้าง เช่น เส้นบอกระยะ ป้ายบอกหมายเลขเบอร์ผนัง เป็นต้น

3.2 Details เป็นเส้นจำลองแบบ 2 มิติ ใช้ช่วยเขียนบอกรายละเอียดเพิ่มเติมในมุมมองเฉพาะที่ระบุ เช่น Filled Region Detail Lines เป็นต้น



ภาพ 3 การจำแนกองค์ประกอบในโปรแกรม Autodesk Revit

ที่มา: Autodesk

มาตรฐานการจัดทำแบบก่อสร้างจริง

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา ของวิศวกรรมสถานได้รวบรวมข้อมูลการจัดเตรียมและจัดทำแบบก่อสร้างจริงไว้โดยมีการกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ที่ต้องแสดงผลในแบบมาตราส่วนที่เหมาะสมต่อการแสดงผลของแบบและรายละเอียดด้านต่าง ๆ เพื่อการจัดทำแบบก่อสร้างจริงที่มีข้อมูลครบถ้วนเพียงพอต่อการใช้งาน ดังตัวอย่างงานดังต่อไปนี้

งานสถาปัตยกรรม

1. สารบัญแบบและสัญลักษณ์วัสดุงานสถาปัตยกรรม
2. ผังบริเวณ อันประกอบไปด้วย

2.1 ระยะหรือขนาดของที่ดินทุกด้านโดยรอบ ระยะห่างของอาคารถึงขอบที่ดินโดยรอบ

2.2 ขนาดของอาคารทุกด้าน

2.3 ทางเข้าออก ถนน ที่จอดรถ และทิศทางการจราจร

2.4 ทิศเหนือ ใต้ ตะวันออกและทิศตะวันตก

2.5 ตำแหน่งเสาและ Grid Line ของเสา

2.6 ระดับพื้นของผังบริเวณและอาคาร (ระดับอ้างอิง +-0.00 ในสัญญา)

3. แปลนพื้น อันประกอบไปด้วย

3.1 ระยะต่างๆ ประกอบอาคาร สัญลักษณ์ Grid line ระยะช่วงเสาและความยาวรวมของอาคาร ห้องทุกห้อง ตำแหน่งบันได ความกว้างของทางเดินภายในอาคาร ตำแหน่งประตูหน้าต่างและช่องเปิดของอาคาร

3.2 สัญลักษณ์

3.3 ระดับของอาคาร

3.4 ประตู หน้าต่าง

4. แปลนหลังคาหรือแปลนพื้นชั้นดาดฟ้า แสดงระยะรูปทรงหลังคาและตำแหน่งระบายน้ำบนหลังคาให้ชัดเจน

5. แปลนเพดานและอุปกรณ์งานระบบ แสดง ชนิดของฝ้าเพดาน ระยะของเพดานกับอุปกรณ์งานระบบบนฝ้าเพดาน และระดับของเพดานให้ชัดเจน

6. รูปด้านอาคาร ควรแสดงให้ครบทุกชั้นในแผ่นเดียวกัน โดยควรมีรายละเอียดและลักษณะดังต่อไปนี้

6.1 มาตราส่วนเท่าหรือเล็กกว่าแปลนพื้น

6.2 ระยะของแต่ละช่วงเสาและ Grid Line เสา

6.3 ระยะความยาวรวมทั้งอาคาร

6.4 ระดับความสูงของแต่ละชั้นและความสูงรวม

6.5 ระยะต่างๆ ของอาคารที่จำเป็น

6.6 สัญลักษณ์ผนังภายนอกอาคาร

6.7 สัญลักษณ์ประตู หน้าต่าง ช่องแสงภายนอกอาคาร

6.8 ลักษณะภายนอกอาคารที่มีลวดลายพิเศษ(ถ้ามี)

7. รูปตัดอาคาร (Section) ควรมีแสดงอย่างน้อย 2 ด้าน และให้แสดงรูปตัดอาคารทุกชั้นในแผ่นเดียวกัน ซึ่งต้องแสดงรายละเอียดดังนี้

7.1 มาตราส่วนเท่ากับรูปด้าน

7.2 ระยะของแต่ละช่วงเสา และ Grid Line เสา

7.3 ระยะความยาวรวมของอาคาร

7.4 ระยะความสูงของแต่ละชั้นและความสูงรวม

7.5 ระยะความสูงของพื้นถึงฝ้าเพดานของแต่ละชั้น

7.6 ระยะของส่วนต่างๆ ในบริเวณนั้นที่เกี่ยวข้องกับการตกแต่งภายใน

7.7 ลักษณะของโครงสร้างอาคารในบริเวณนั้น

7.8 สัญลักษณ์ของพื้น ผนัง เพดาน ประตู และหน้าต่างบริเวณนั้น

8. แบบขยายห้องน้ำ ให้แสดงทุกแบบห้องน้ำที่มีลักษณะแตกต่างกันโดยสิ่งที่ควรแสดงในแบบได้แก่

8.1 มาตราส่วนขนาดไม่น้อยกว่า 1:50

8.2 แปลนแสดงรายละเอียดของห้องน้ำและสุขภัณฑ์ต่างๆ

8.3 รูปตัดอย่างน้อย 1 รูป

8.4 สัญลักษณ์และตำแหน่งติดตั้งของสุขภัณฑ์ทุกชิ้น

8.5 ตารางรูปแบบและชนิดของสุขภัณฑ์

8.6 ระยะและระดับการติดตั้งสุขภัณฑ์และอุปกรณ์แต่ละชนิด

8.7 ลวดลายการปูพื้นกระเบื้องและจุดเริ่มต้นการปูพื้น

8.8 ตำแหน่งและระยะของท่อระบายน้ำที่พื้น

8.9 ทิศทางและแนวลาดเอียงของพื้น

8.10 สัญลักษณ์ของผนังภายในห้อง

8.11 สัญลักษณ์ของชนิดประตู หน้าต่าง และช่องแสง

9. แบบขยายบันไดและบันไดหนีไฟ เนื่องจากบันไดมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเทศบัญญัติควบคุมอาคาร จึงจำเป็นต้องแสดงในแบบให้ชัดเจนตามข้อมูลดังนี้

9.1 มาตราส่วนไม่เล็กกว่า 1:50

9.2 แสดงแปลนบันไดทุกชั้น (หากมีหลายชั้นที่เหมือนกันให้แสดงรูปเดียวโดยระบุว่าเป็นชั้นใด ถึงชั้นใด)

9.3 รูปตัด อย่างน้อย 1 รูป

9.4 ระยะความกว้างภายในห้องบันได หรือตัวบันได

9.5 ระยะความกว้างของราวกันตก

9.6 จำนวนและขนาดของลูกตั้ง และ ลูกนอน

9.7 สัญลักษณ์ของพื้นและวัสดุตกแต่งบันได

9.8 ทิศทางและลักษณะของประตูกรณีเป็นบันไดหนีไฟ

9.9 รายละเอียดของอุปกรณ์กรณีเป็นบันไดหนีไฟ

9.10 รูปแบบและลักษณะของช่องอัดอากาศ

10. แบบขยายส่วนต่าง ๆ ของอาคาร โดยทั่วไปแล้วแบบขยายส่วนต่างๆ ของอาคารมีความจำเป็นที่ต้องจัดทำเพื่อแสดงผล แตกต่างกันตามลักษณะอาคาร ทั้งนี้หากยิ่งมีมากก็จะยิ่งเป็นผลดีต่อเจ้าของอาคาร สำหรับการดัดแปลงต่อเติมในอนาคต ส่วนประกอบของอาคารที่ควรมีแบบขยายได้แก่ ราวกันตกต่างๆ แบบขยายเคาน์เตอร์ ค.ส.ล. หล่อในที่ งานตกแต่งซุ้มประตู หรือผนังที่ไม่ใช่งานเฟอร์นิเจอร์ แบบตกแต่งห้องที่มีอุปกรณ์งานระบบประกอบ (เช่น ห้องผ่าตัด ห้อง X-ray) สระว่ายน้ำและผังบริเวณเป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากแบบในกรณีศึกษา มีส่วนประกอบตกแต่งอาคารที่สำคัญอันได้แก่ แผงบังแดด และ ชุดหลังคาทางเดินประกอบผังบริเวณ จึงเลือกมาจัดทำแบบขยาย

งานวิศวกรรมโครงสร้าง

โดยทั่วไปแล้วการจัดทำแบบสร้างจริง จะอิงจำนวนแบบตามแบบสัญญา โดยระบุรายละเอียดเพิ่มเติมจากส่วนที่แตกต่างไปในสัญญา ประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้

1. หลักเกณฑ์ในการออกแบบงานวิศวกรรมก่อสร้าง แสดงแนวคิดและข้อกำหนดในการออกแบบ และสมมติฐานในการออกแบบ

2. สารบัญแบบงานวิศวกรรมโครงสร้าง แสดงลำดับและจำนวนแบบให้ชัดเจน เรียงลำดับตามความสำคัญ จากผังโครงสร้างไปถึงแบบขยายเฉพาะส่วน

3. สัญลักษณ์และคำย่อ

4. ผังฐานราก กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงจากแบบสัญญา ให้แสดงหมายเลขฐานรากที่ปรับแก้ไขเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม

5. ผังเสาเข็ม ควรแสดง แนวเขตที่ดินโดยรอบ, ระยะห่างของตำแหน่งเสาเข็มถึงเขตที่ดิน ระยะห่างของ Grid Line ตำแหน่งปลายเข็มและหัวเข็ม ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเสาเข็ม

6. ผังคาน เสา และแผ่นพื้น กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดแบบใหม่ ควรระบุเพิ่มเติม พร้อมแสดงตำแหน่งเหล็กเสริมให้ชัดเจน

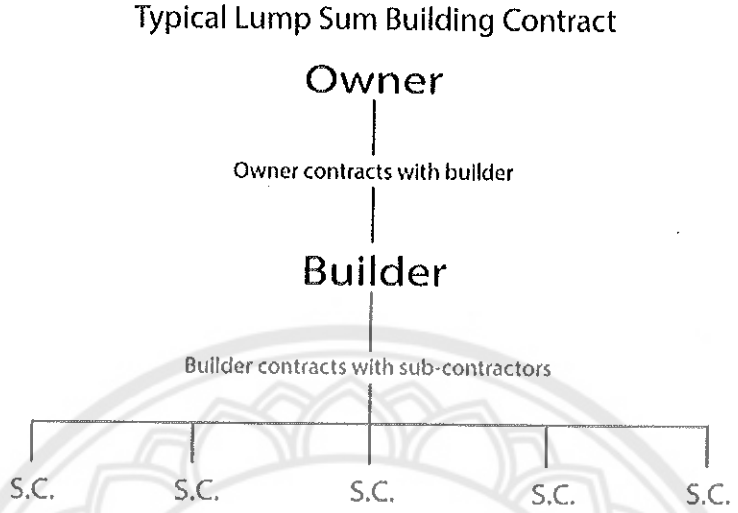
7. ผังโครงสร้างหลังคา แสดง แปลนโครงหลังคาและรอยต่อ รายละเอียดหรือตำแหน่งที่มีการปรับจากแบบสัญญา

รูปแบบการจัดจ้างก่อสร้างและส่งมอบงานของภาครัฐ

การจัดจ้างก่อสร้างของหน่วยงานภาครัฐปฏิบัติตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและบริหารพัสดุ ปี 2560 โดยมีระเบียบควบคุมรูปแบบการจัดซื้อจัดจ้าง ให้เป็นไปตามหลักปฏิบัติเดียวกันที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน โดยส่วนใหญ่แล้วโครงการก่อสร้างของกรณีศึกษามักเป็นรูปแบบ ออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง (Design-Bid-Build) ซึ่งมีลักษณะของการบริหารสัญญาสองฉบับ คือสัญญาจ้างออกแบบสำหรับจ้างผู้ออกแบบในการออกแบบก่อสร้างและประมาณการค่าก่อสร้างหรือราคากลางสำหรับการประมูล หรือบางกรณีอาจครอบคลุมรวมการควบคุมงานก่อสร้างด้วย จากนั้นจึงจะทำการประมูลเพื่อหาผู้รับจ้างที่ชนะการประมูล จึงจัดทำสัญญาจ้างก่อสร้างโดยสัญญาก่อสร้างเป็นแบบเหมาจ่าย (Lumpsum Contract)

รูปแบบของการจัดทำนี้มีลักษณะเด่นด้านการตรวจสอบข้อมูลมีการถ่วงดุลระหว่างผู้รับจ้างก่อสร้างกับผู้ออกแบบ การกำหนดขอบเขตของโครงการและการจัดสรรงบประมาณทำได้เร็ว ผู้รับเหมาเป็นผู้รับความเสี่ยงในการก่อสร้างทั้งหมด วิธีการนี้เป็นประโยชน์แก่เจ้าของงานในเชิงของงบประมาณ

ทั้งนี้ในรูปแบบการก่อสร้างนี้ ยังมีจุดอ่อนจากการที่ผู้ออกแบบ และ ผู้รับเหมาก่อสร้างเข้าใจแบบและวิธีการก่อสร้างไม่ตรงกันซึ่งอาจเกิดข้อโต้แย้งอันนำไปสู่การเรียกร้อง ปรับปรุงสัญญา อันเนื่องมาจากค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากข้อผิดพลาดของแบบ อีกทั้งวิธีการนี้ ระยะเวลาของโครงการโดยรวมอาจมีระยะเวลานาน เนื่องจากสัญญาเป็นแบบเหมาจ่ายช่วงเวลาในการออกแบบจะต้องทำแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์จึงจะจัดการประมูลได้ อาจส่งผลให้เจ้าของหรือผู้ใช้งานในโครงการได้เข้าใช้งานล่าช้า



ภาพ 3 รูปแบบทั่วไปของสัญญาจ้างแบบเหมารวม Lumpsum Contract

รูปแบบสัญญาของโครงการกรณีศึกษา

สัญญาจ้างของกรณีศึกษาเป็นลักษณะสัญญามาตรฐานของหน่วยงานรัฐ โดยมีเนื้อหาของสัญญาที่สำคัญแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

ส่วนแรก บอกเลขที่สัญญา ผู้ว่าจ้าง และ ผู้รับจ้าง และลำดับหัวข้อในสัญญาแต่ละหัวข้อมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ข้อตกลงว่าจ้าง บอกขอบเขตเนื้อหางานที่จ้าง

2. เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ระบุถึงเอกสารที่เป็นส่วนประกอบของสัญญาทั้งหมด โดยทั่วไปประกอบไปด้วย บัญชีปริมาณ ค่าวัสดุและค่าแรง แบบก่อสร้าง เอกสารระบุขอบเขตงาน เอกสารระบุงวดงานและการจ่ายเงิน เอกสารระบุมาตรฐานฝีมือช่าง เอกสารระบุเงื่อนไข หลักเกณฑ์ ประเภทงาน สูตรและวิธีคำนวณที่ใช้กับสัญญาก่อสร้างแบบปรับราคาได้

3. หลักประกันการปฏิบัติตามสัญญา ระบุเงื่อนไขหรือมูลค่าของหลักประกันที่ผู้รับจ้างต้องมอบให้ผู้ว่าจ้าง เพื่อประกันการทำงาน

4. ค่าจ้างและการจ่ายเงิน ระบุค่าจ้างทั้งหมด ในกรณีที่สัญญาถูกแบ่งเป็นงวดหลายๆ งวด จะระบุ ค่าจ้างในแต่ละงวด พร้อมระบุเนื้อหางานที่ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานแล้วเสร็จ หรือเงื่อนไข ในแต่ละงวดนั้น

5. กำหนดเวลาแล้วเสร็จ ระบุระยะเวลาการทำงานและวันที่แล้วเสร็จ ของสัญญา

6. ความรับผิดชอบของข้อชำรุดบกพร่อง

7. การจ้างช่วง

8. การควบคุมงานของผู้รับจ้าง

9. ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

10. การจ่ายเงินแก่ลูกจ้าง

11. การตรวจงานจ้าง ระบุเงื่อนไข ของผู้มีอำนาจในการตรวจงานจ้าง ได้แก่ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้ควบคุมงาน หรือบริษัทที่ปรึกษา

12. แบบรูปและรายละเอียดที่คลาดเคลื่อน

13. การควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

14. งานพิเศษและการแก้ไขงาน

15. ค่าปรับ

16. สิทธิของผู้ว่าจ้างภายหลังบอกเลิกสัญญา

17. การบังคับค่าปรับ ค่าเสียหาย และค่าใช้จ่าย

18. การทำบริเวณก่อสร้างให้เรียบร้อย

19. การงดหรือลดค่าปรับ หรือการขยายงานในสัญญา

20. การใช้เรือไทย

21. มาตรฐานฝีมือช่าง ระบุเงื่อนไข ที่ผู้รับจ้าง จะต้องมีและใช้ผู้ผ่านมาตรฐานวิชาชีพในแต่ละสาขา ที่จำเป็นในการปฏิบัติงานในสัญญา

22. การปรับราคาค่าจ้าง

ข้อสังเกตในสัญญาดังกล่าว จะมีส่วนที่สำคัญที่สามารถปรับปรุงแก้ไขให้สัญญาก่อสร้างของโครงการตัวอย่าง มีการประยุกต์ใช้งาน BIM ได้โดยการประยุกต์ในเอกสารประกอบสัญญาจ้างที่จัดทำโดยผู้ออกแบบอันได้แก่

แบบสัญญาจ้าง ที่สามารถประยุกต์การเขียนหรือจัดทำให้อยู่ในรูปแบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

บัญชีปริมาณงาน โดยประยุกต์การถอดปริมาณงานจากซอฟท์แวร์จำลองสารสนเทศอาคาร

งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาด้านจัดทำแบบสัญญา ที่สามารถมอบและส่งต่อให้ผู้รับจ้างนำไปจัดทำแบบ Shop Drawing ในขั้นตอนการก่อสร้างได้

การแบ่งหมวดงานก่อสร้าง

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการแบ่งหมวดรหัสงานก่อสร้าง เพื่อให้การจัดลำดับส่วนประกอบต่าง หรือหมวดหมู่งานต่าง ๆ ออกไปในทิศทางเดียวกัน โดยรหัสงานก่อสร้างที่นิยมใช้ได้แก่

มาตรฐานรหัสต้นทุนก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2555

จัดทำโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์มีลักษณะการจัดแบ่งหมวดงานด้วยตัวเลขรหัส 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 เลขแบ่งหมวดงานหลัก โดยคำนึงถึงการแบ่งหมวดงานตามลักษณะวิชาชีพเป็นหลัก เช่น หมายเลขรหัส 0 หมายถึง ค่าใช้จ่าย 1 หมายถึง หมวดงานโครงสร้าง 2 หมายถึง หมวดงานสถาปัตยกรรม เป็นต้น

ระดับที่ 2 เลขแบ่งหมวดงานรอง เป็นระดับเลขที่บอกหมวดงานรองจากหมวดงานหลักระดับที่ 1 เช่น หมายเลขรหัส 1 1 หมายถึง โครงสร้างใต้ดิน

ระดับที่ 3 เลขแบ่งหมวดงานย่อย เป็นหมายเลขที่แบ่งหมวดงานย่อยจากเลขรหัสระดับที่ 2

Omniclass Table 21 Elements

เนื่องด้วยการวิจัยครั้งนี้ถูกทดลองด้วยซอฟท์แวร์ Autodesk Revit ที่มีการจัดแบ่งหมวดงานโดยละเอียดโดยตัวซอฟท์แวร์ ที่แบ่งหมวดหมู่องค์ประกอบอาคาร ตามพื้นฐานของตาราง Omniclass Construction Classification System (Secretariat for the OmniClass Development Committee, 2012) โดยตาราง Omniclass Table 21 จะเป็นหมวดหมู่ของการแบ่งองค์ประกอบอาคาร โดยมีตัวอย่างรหัส โดยทั่วไป 5 ระดับดังตัวอย่าง ตัวอย่าง เช่น รหัส 21 01 10 10 30

รหัสระดับที่ 1 หมายเลข 21 หมายถึง ชื่อประเภทของตาราง จากตัวอย่างหมายเลข 21 หมายถึง Elements หรือตารางของหมวดงานองค์ประกอบอาคาร

รหัสระดับที่ 2 หมายเลข 01 หมายถึง ชื่อหมวดงานหลัก จากตัวอย่างหมายเลข 01 หมายถึง หมวดโครงสร้างใต้พื้นดินทั้งหมด

รหัสระดับที่ 3 หมายเลข 10 หมายถึง ชื่อกลุ่มหมวดงานรอง จากตัวอย่างหมาย 10 หมายถึงประเภท โครงสร้างฐานราก

รหัสระดับที่ 4 หมายเลข 10 ชื่อคุณลักษณะหมวดงานรอง จากตัวอย่างหมาย 10 หมายถึงประเภท โครงสร้างฐานรากมาตรฐาน ทั่วไป

รหัสระดับที่ 5 หมายเลข 30 ชื่อหมวดงานย่อย จากตัวอย่างหมาย 30 หมายถึงประเภทโครงสร้างฐานรากของเสา

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้รหัสหมวดงาน หรือองค์ประกอบอาคาร Omniclass Table 21 เนื่องจากความสอดคล้องกับลักษณะซอฟท์แวร์ Autodesk Revit 2018 ที่เลือกใช้งาน

Table 21 Elements

OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title	Table 22 Reference
21-01 00 00	Substructure				
21-01 10		Foundations			
21-01 10 10			Standard Foundations		
21-01 10 10 10				Wall Foundations	
21-01 10 10 30				Column Foundations	
21-01 10 10 90				Standard Foundation Supplementary Components	
21-01 10 20			Special Foundations		22-31 60 00
21-01 10 20 10				Driven Piles	22-31 62 00
21-01 10 20 15				Bored Piles	22-31 63 00
21-01 10 20 20				Caissons	22-31 64 00
21-01 10 20 30				Special Foundation Walls	22-31 66 16
21-01 10 20 40				Foundation Anchors	22-31 68 00
21-01 10 20 50				Underpinning	22-31 48 00
21-01 10 20 60				Raft Foundations	22-03 71 00
21-01 10 20 70				Pile Caps	
21-01 10 20 80				Grade Beams	
21-01 20		Subgrade Enclosures			
21-01 20 10			Walls for Subgrade Enclosures		
21-01 20 10 10				Subgrade Enclosure Wall Construction	
21-01 20 10 20				Subgrade Enclosure Wall Interior Skin	
21-01 20 10 90				Subgrade Enclosure Wall Supplementary Components	
21-01 40		Slabs-On-Grade			

ภาพ 4 การแบ่งหมวดงานตามรหัส Omniclass Table 21

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การกำหนดความต้องการด้าน BIM

ในปี 2560 Hasan Burak Cavka ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาของข้อกำหนดความต้องการด้าน BIM ของเจ้าของโครงการ โดยศึกษาเอกสารเงื่อนไขของสัญญา การสัมภาษณ์ของบุคลากรในองค์กรณ์ที่เป็นเจ้าของโครงการ และตัวแบบจำลอง BIM โดยศึกษาวิเคราะห์จำนวน 4 โครงการ และพบความสัมพันธ์ของข้อกำหนดความต้องการของเจ้าของงาน และตัวข้อมูลแบบจำลอง BIM โครงการที่แล้วเสร็จ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผลถึงข้อต้องการของข้อมูลใน

แบบจำลอง BIM เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กำหนดความต้องการได้ชัดเจนและตรงเป้าหมายของการใช้งานจริงมากขึ้น (Cavka, Staub-French, & Poirier, 2017)

2. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BIM ในโครงการก่อสร้างจริงของประเทศไทย

ในปี 2559 รัศรินทร์ โคตรปาลี ศึกษาแนวทางการจัดทำแบบก่อสร้างจริงด้วย BIM โดยวิธีการสัมภาษณ์แนวทางการใช้งานจากหน่วยงาน และ ฝ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ทั้งหน่วยงานที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BIM และไม่ใช้งาน เพื่อสรุปแนวทางและทดลองจัดทำแบบจำลอง โดยได้แนวคิดการจัดทำแบบจำลองแบบสร้างจริงที่สำคัญ คือ 1) แบบจำลองควรมีความเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ต่อการนำไปใช้งานจริงของผู้ใช้งาน 2) ไม่จำเป็นต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากแบบจำลองที่ใช้ในการออกแบบและก่อสร้าง 3) นำข้อมูลจากแบบ design model และ construction model มาอ้างอิงเพื่อพัฒนาข้อมูลในการจัดทำแบบจำลองแบบสร้างจริง 4) ระดับขั้นของข้อมูลอยู่ที่ 300-400

จากบทวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมและสัมภาษณ์ เพื่อสรุปปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการนำ BIM มาปฏิบัติใช้ โดยสรุปได้ 11 ปัจจัยได้แก่ (รัศรินทร์ โคตรปาลี, 2559)

1. ลักษณะโครงสร้างองค์กรณ์
2. วัตถุประสงค์เจ้าของโครงการ
3. การประยุกต์ใช้
4. เครื่องมือ
5. ฝ่ายในโครงการก่อสร้าง
6. ลักษณะความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง
7. การฝึกฝนและการศึกษา
8. ลักษณะการจัดจ้าง
9. บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้าน BIM
11. จุดเริ่มต้นการพัฒนาแบบ as-built BIM
12. การทำงานร่วมกันความสมัครใจในการแบ่งปันข้อมูลสารสนเทศ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็นสองส่วนคือส่วนการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา อาคาร Startup and Innovation คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเสนอแนะแนวทางการใช้งาน และส่วนการทดสอบ ประเมินแบบจำลองสารสนเทศอาคารตัวอย่างและแนวทางการใช้งาน

กระบวนการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลสำหรับการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อันได้แก่

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ แบบก่อสร้างเดิม รายการประกอบแบบที่กำหนดเพื่อใช้ประกอบการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

1.2 มาตรฐานงานแบบก่อสร้าง และความชัดเจนของแบบก่อสร้าง และการระบุข้อมูลขั้นต่ำที่ต้องการ โดยการจัดทำแบบก่อสร้างครั้งนี้ ควรมีการแสดงผลเป็นไปตามมาตรฐานการจัดเตรียมแบบสร้างจริงและคู่มือเจ้าของอาคาร ของวิศวกรรมสถานในพระบรมราชูปถัมภ์

2. จัดทำแบบจำลองอาคาร Startup and Innovation ด้วย 3D BIM Software ของผลิตภัณฑ์ Autodesk Revit 2018 Student Version

2.1 สร้าง Project ใหม่ในโปรแกรม โดยมีรายละเอียดสำคัญที่ควรกำหนดได้แก่ ชื่อโครงการ, หน่วยวัดที่ใช้, ระบบมาตราหน่วยวัด เป็นต้น

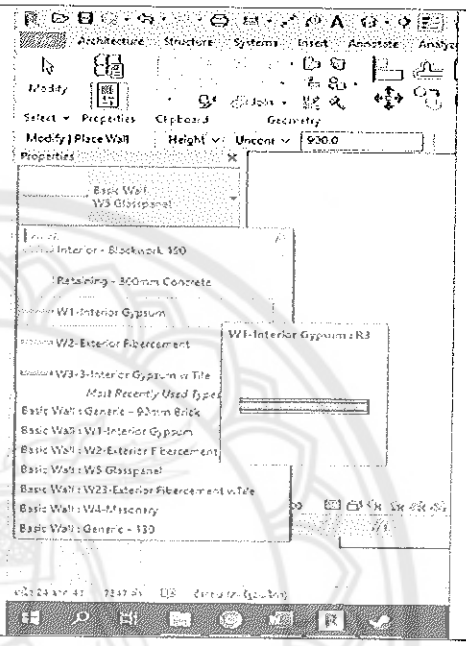
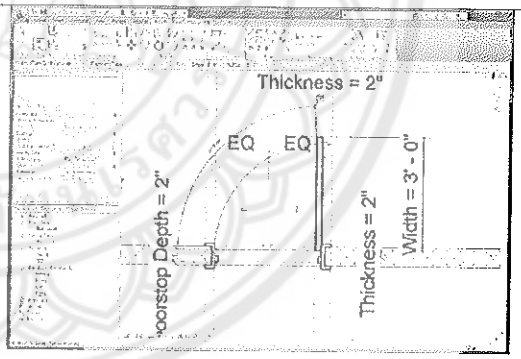
2.2 นำเข้าแปลนพื้นที่เป็นไฟล์นามสกุล .dwg เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแบบ เนื่องจากโครงการตัวอย่างถูกคิดและออกแบบจากโปรแกรมช่วยเขียนแบบ CAD มาก่อน กรณีที่ไม่มีไฟล์ดังกล่าว อาจเลือกใช้การเขียนด้วยเส้นร่างในโปรแกรม

2.3 เขียนเส้น Grid Line เสา

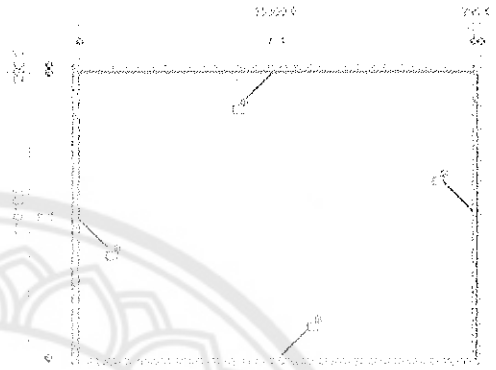
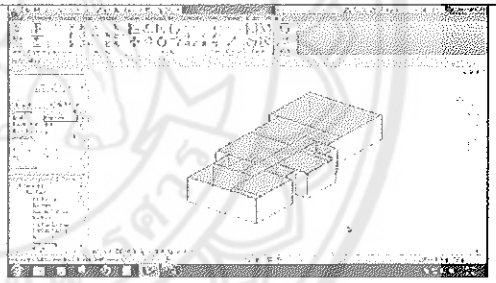
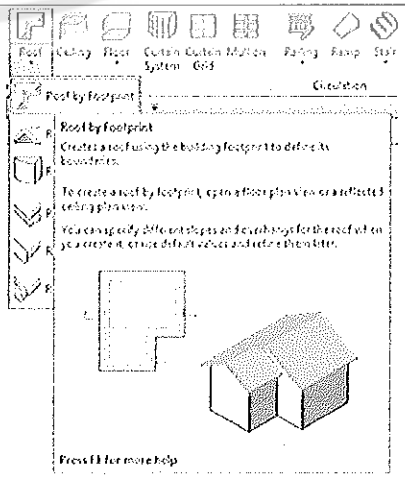
2.4 กำหนดระดับอ้างอิงในแบบ เช่นระดับอ้างอิงแรก +0.00 ระดับพื้นชั้นหนึ่ง +0.60 ระดับระเบียง +1.05 เป็นต้น ทั้งนี้การกำหนดระดับจะมีผลในขั้นตอนการเขียนแบบต่อไปที่ต้องอ้างอิงระดับความสูง

2.5 เขียนแบบจำลอง ด้วยวัตถุต่างๆ โดยเริ่มจากส่วนโครงสร้างหลักที่ใกล้เคียงจุดอ้างอิง (เช่น Gridline) และไล่ระดับออกมา ทั้งนี้วัตถุแต่ละชนิดมีลักษณะการเขียนหรือการสร้างแบบจำลอง รวมถึงการกำหนดค่าต่างๆ กันออกไป ดังตัวอย่างของตาราง 3

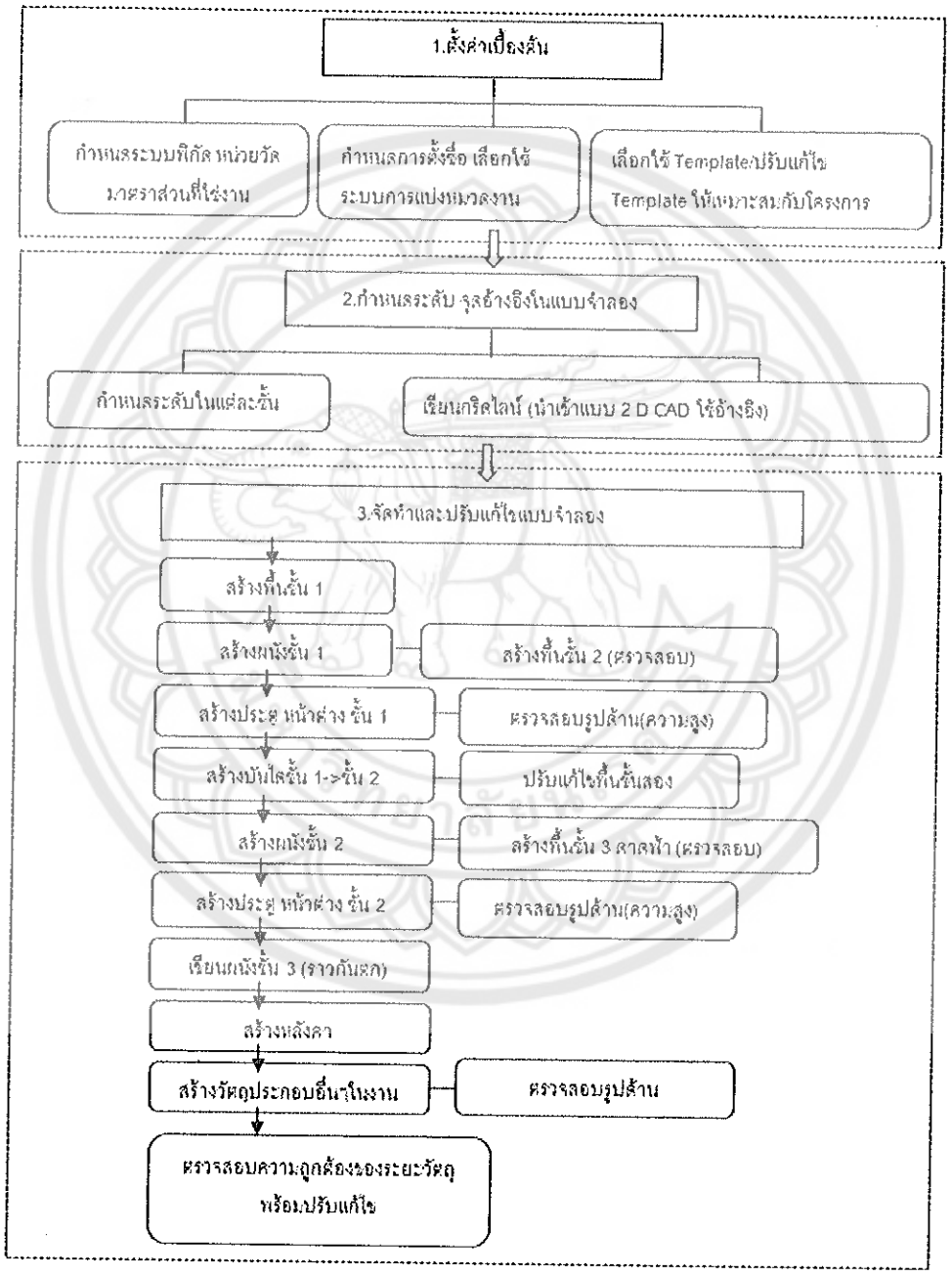
ตาราง 2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น

ชนิดและขั้นตอนการสร้าง	ภาพประกอบ
ผนัง	
1. ให้เลือกใช้คำสั่งเขียนผนัง Wall (WA) 2. เลือกชนิดของผนังที่ต้องการเขียน 3. กรณีที่ไม่มีชนิดผนังที่ต้องการ ให้เลือกผนังทั่วไปชนิดใดก็ได้เป็นต้นแบบ จากนั้นเลือก Edit Type> Duplicate พร้อมตั้งชื่อชนิดผนังใหม่ และกำหนดค่าต่าง ๆ ของผนังให้ตรงตามต้องการ 4. เขียนผนัง ทั้งนี้กำหนดค่าเงื่อนไขที่จำเป็นต่าง ๆ (Base Constraint/ Top Constraint/ etc.)	
ประตู – หน้าต่าง	
5. เลือกคำสั่งสร้างประตู Door (DR) หรือ หน้าต่าง Window (WN) 6. เลือกชนิดบานประตูที่ต้องการ 7. กรณีที่ไม่มีบานประตูหรือหน้าต่าง ที่ต้องการ ควรสร้างใหม่โดยการสร้าง Revit Project Family ประเภทประตูหน้าต่าง ทั้งนี้การสร้างดังกล่าวหากสามารถ กำหนดรายละเอียดในการตั้งค่า Parameter ที่จำเป็นของตัวบาน จะสามารถช่วยให้การนำเสนอหรือการสร้างแบบจำลอง มีความชัดเจนและรวดเร็วยิ่งขึ้น เช่นการกำหนดค่า Parameter ความกว้าง/ ความสูงของบาน, การแสดงองศาการเปิดของบาน เป็นต้น 8. เมื่อเลือกชนิดบานได้แล้ว ให้กำหนดจุดที่บานประตูทำการติดตั้งบนกำแพง และตรวจสอบค่าเงื่อนไขต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่นตำแหน่งส่วนสองของบานประตู หน้าต่าง	

ตาราง 2 (ต่อ)

ชนิดและขั้นตอนการสร้าง	ภาพประกอบ
พื้น	
9. เลือกคำสั่งสร้างพื้น Floor 10. เลือกชนิดพื้นกรณีไม่มีชนิดพื้นที่ต้องการ อาจดัดแปลงจากพื้นที่มีอยู่ ด้วยคำสั่ง Edit Type > Duplicate แล้วตั้งชื่อชนิดพื้นและค่าต่าง ๆ ใหม่ตามต้องการ 11. เขียนขอบเขตพื้น 12. กำหนดเงื่อนไขเช่นระดับพื้นผิว 13. กดเครื่องหมายถูก (Finish Edit Mode) บนหน้าต่าง Modify ด้านบน	
ฝ้าเพดาน	
14. เลือกคำสั่งสร้างฝ้าเพดาน Ceiling 15. เลือกชนิดฝ้าเพดานกรณีไม่มีชนิดฝ้าเพดานที่ต้องการ อาจดัดแปลงจากฝ้าเพดานที่มีอยู่ ด้วยคำสั่ง Edit Type > Duplicate แล้วตั้งชื่อชนิดและค่าต่าง ๆ ใหม่ตามต้องการ 16. กำหนดเงื่อนไขเช่นระดับความสูง 17. เขียนขอบเขตฝ้าเพดาน	
หลังคา	
18. เลือกคำสั่งสร้างฝ้าเพดาน Ceiling 19. เลือกชนิดฝ้าเพดานกรณีไม่มีชนิดฝ้าเพดานที่ต้องการ อาจดัดแปลงจากฝ้าเพดานที่มีอยู่ ด้วยคำสั่ง Edit Type > Duplicate แล้วตั้งชื่อชนิดและค่าต่าง ๆ ใหม่ตามต้องการ 20. กำหนดเงื่อนไขเช่นระดับความสูง 21. เขียนขอบเขตฝ้าเพดาน	

2.6 ดำเนินการจำทำแบบจำลองของส่วนประกอบอาคารตามลำดับซึ่งการสร้างแบบจำลองของโครงการตัวอย่างเป็นไปตามขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การตั้งค่าเบื้องต้น การกำหนดจุดอ้างอิงในแบบ และการจัดทำและปรับแก้ไขแบบจำลองดังแผนภูมิ ดังภาพ 5



ภาพ 5 แผนภูมิลำดับการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการตัวอย่าง

2.7 นำแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร มาจัดทำแบบสัญญา, แบบก่อสร้าง, แบบก่อสร้างจริง โดยการนำแบบจำลองมาจัดทำแบบและเอกสารนั้น มีขั้นตอนดังนี้

2.7.1 จัดทำแบบสัญญา (Contract Drawing.) โดยการนำแบบจำลองอาคารมาจัดรูปแบบ และจัดเรียงข้อมูลบนการแสดงผลตามขนาดกระดาษที่เหมาะสม พร้อมบอกรายละเอียดแบบ และจัดทำแบบสัญญาตามลำดับดังต่อไปนี้

กำหนดรูปแบบการเขียน หน่วยวัด และการแสดงผล

จัดทำ title block หรือกรอบงานที่ระบุข้อมูลเบื้องต้นของแบบสัญญาได้ครบถ้วน

นำเข้าแบบจำลองในมุมมองลงบนการแสดงผลใน Sheets view

เริ่มปรับแก้ไขการแสดงผลของแบบตามลำดับโดยเริ่มจากโครงสร้าง เช่น เสาเนื่องจากมีตำแหน่งอ้างอิงชัดเจนคือ Grid Line เสา

เพิ่มข้อมูลการระบุ หรือ บอกระยะในแบบให้ครบถ้วน

2.7.2 จัดทำแบบก่อสร้าง ทั้งนี้โครงการตัวอย่างใช้ข้อมูลแบบสัญญาเป็นแบบก่อสร้าง ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ จะเพิ่มรายละเอียดแบบขยายในสัญญา เพื่อจัดทำเป็นแบบขยายสำหรับการติดตั้งหน้างาน (Shop Drawing) โดยเลือกส่วนที่จะขยายเพิ่มเติมได้แก่ แบบบันได 1 และ แบบขยายแผงบังแดด 1 เพื่อเป็นตัวอย่าง โดยจัดทำตามลำดับดังนี้

กำหนดรูปแบบการเขียน หน่วยวัด และการแสดงผล

จัดทำ title block หรือกรอบงานที่ระบุข้อมูลเบื้องต้นของแบบก่อสร้างติดตั้งหน้างานได้ครบถ้วน

นำเข้าแบบจำลองในมุมมองลงบนการแสดงผลใน Sheets view

เริ่มปรับแก้ไข model ให้มีระยะหรือขนาดตรงกับวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างจริง

เพิ่มข้อมูลการระบุ หรือ บอกระยะในแบบให้ครบถ้วน

2.7.3 จัดทำแบบสร้างจริง หลังจากรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหน้างานก่อสร้างจริง ทั้งการถ่ายรูปภาพ วัดระยะจริง และ บันทึกลงไปในแบบสัญญา ดังภาพ 6 จากนั้นจึงเข้าการปรับแก้ไขแบบสัญญา เป็นแบบก่อสร้างจริงดังขั้นตอนต่อไปนี้

ตรวจสอบแบบโครงสร้างฐานราก

ตรวจสอบแบบโครงสร้างคานชั้น 1 และงานสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยในแบบจำลองของโครงการตัวอย่างต้องมีการแก้ไขความหนาพื้น ของงานสถาปัตยกรรม และแก้ไขระดับความสูงของคานจุดต่างๆ ให้สอดคล้องกับงานสถาปัตยกรรม

ตรวจสอบแบบโครงสร้างคาน ชั้นลอย (อาคาร Innovation) และคานหลังคา (อาคาร Working Space) และงานสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่นความสูงของผนัง และตำแหน่งผนังที่เกี่ยวข้องบนโครงสร้างคาน, ระยะความสูงของผนัง และตำแหน่งจรดใต้คาน, ความหนาและขอบเขตพื้นชนิดต่างๆ บนโครงสร้าง

ตรวจสอบระยะโครงสร้างงานอื่นๆ โดยรอบอาคาร

ตรวจสอบระยะและความหนาของหลังคา (อาคาร Working Space) และหลังคาดาดฟ้า (อาคาร Innovation)

ตรวจสอบ แบบขยายจุดต่างๆ หรือ อุปกรณ์ต่างๆ เช่น บันได, ระแนงบังแดด และความถูกต้องของงานภูมิทัศน์รอบอาคาร

จัดทำและรวบรวมข้อมูลแบบ เป็นแบบ ก่อสร้างจริง As-Built Drawing โดยปรับแก้ไขหรือพัฒนาข้อมูลจากแบบจำลองเดิม

ภาพ 6 แสดงภาพถ่าย หน้างานและการบันทึกข้อมูลลงบนแบบ

3. ขั้นตอนการทดสอบประเมินแบบจำลองสารสนเทศอาคารตัวอย่างและแนวทางการใช้งาน

ในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้องในองค์กรณ์ เนื่องจากการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศโครงการตัวอย่าง เมื่อนำไปปรับใช้งานกับองค์กรณ์จริงในการบริหารสัญญาอาจต้องมีการปรับปรุงลักษณะข้อมูล และข้อมูลต่างๆ ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้เหมาะสมกับบริบทการทำงานจริง

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ดำเนินการสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่มาจากหน่วยงานในกรณีศึกษา(มหาวิทยาลัยนเรศวร หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง) โดยมีทั้งเจ้าหน้าที่บริหารหรืออาจารย์ เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ ผู้รับเหมาก่อสร้างและ นิสิตนักศึกษาที่มีความสนใจหรือมีหัวข้อวิจัยในการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทั้งหมด 23 ท่าน โดยจัดหมวดหมู่ตามลักษณะการทำงานในองค์กรณ์ดังนี้

3.1.1 เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารและอาจารย์ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีบทบาทหน้าที่ในการกำหนดทิศทางและรูปแบบการทำงานในการบริหารงานก่อสร้างจริงในองค์กรณ์ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณวุฒิและความสามารถตรงกับบทบาทด้านการบริหารงานก่อสร้าง

3.1.2 เจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการ และผู้รับเหมาก่อสร้าง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีบทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติหน้างานจริง มีความรู้ความเข้าใจเทคนิคหน้างานก่อสร้างต้องตรวจสอบแบบก่อสร้างในการบริหารสัญญาบ่อยครั้ง

3.1.3 นักศึกษาและผู้มีความรู้ความสนใจ ความเชี่ยวชาญด้าน BIM เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีความเข้าใจในด้าน BIM ทั้งเชิงเทคนิคและปฏิบัติ

3.2 การวัดค่าการประเมิน

เนื่องจากงานวิจัยมีการเลือกใช้โครงการตัวอย่าง อาคาร Startup and Innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเป็นตัวอย่างในการปฏิบัติงานจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และมีเป้าหมายหลักในการจัดทำแบบก่อสร้างประกอบสัญญาต่าง ๆ ได้แก่ แบบสัญญา แบบก่อสร้างหน้างาน และแบบสร้างจริง การวัดและประเมินค่าจึงเลือกแบ่งการวัดค่าสองด้าน ได้แก่

3.2.1 การวัดค่าด้านการประยุกต์ใช้งานจริง ในองค์กรณ์ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการปฏิบัติงานจัดทำแบบ โดยเลือกกำหนกคำถามทั้งหมด 4 ด้านที่เป็นภาพรวมสำคัญในขอบเขตของการปฏิบัติงาน ได้แก่ ด้านบุคลากร จำนวน 3 ข้อ ด้านองค์กรณ์และการปฏิบัติงาน จำนวน 3 ข้อ ด้านเครื่องมือและเทคโนโลยี จำนวน 3 ข้อ และด้านเวลาในการดำเนินงาน จำนวน 4 ข้อ

3.2.2 การประเมินวัดค่าตัวแบบจำลองตัวอย่าง โดยคำถามแบบสอบถามจำนวน 15 ข้อเพื่อให้ทราบว่าแบบจำลองดังกล่าวที่ทำการทดลองสามารถใช้กรอบแนวทางการจัดทำแบบจำลองในการใช้งานจริงในองค์กรณ์ หรือไม่ และมีข้อควรปรับปรุงด้านใดบ้าง

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหลักสถิติอย่างง่าย และแบ่งการวิเคราะห์แยกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ต่อกลุ่มคำถาม เพื่อแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีความคิดเห็นต่อแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง และตัวแบบจำลองตัวอย่างด้านใดบ้าง

4. สรุปและเสนอแนะแนวทางการใช้งาน

โดยสรุปและเสนอแนะแนวทางให้เหมาะสม จากการทดลองทำแบบจำลองโครงการตัวอย่าง การทบทวนวรรณกรรม และการศึกษารูปแบบการทำงานเดิม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการจัดทำแบบก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศอาคารตามการทดลองสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือส่วนการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และส่วนของการทดสอบประเมินผลโดยแบบสอบถาม

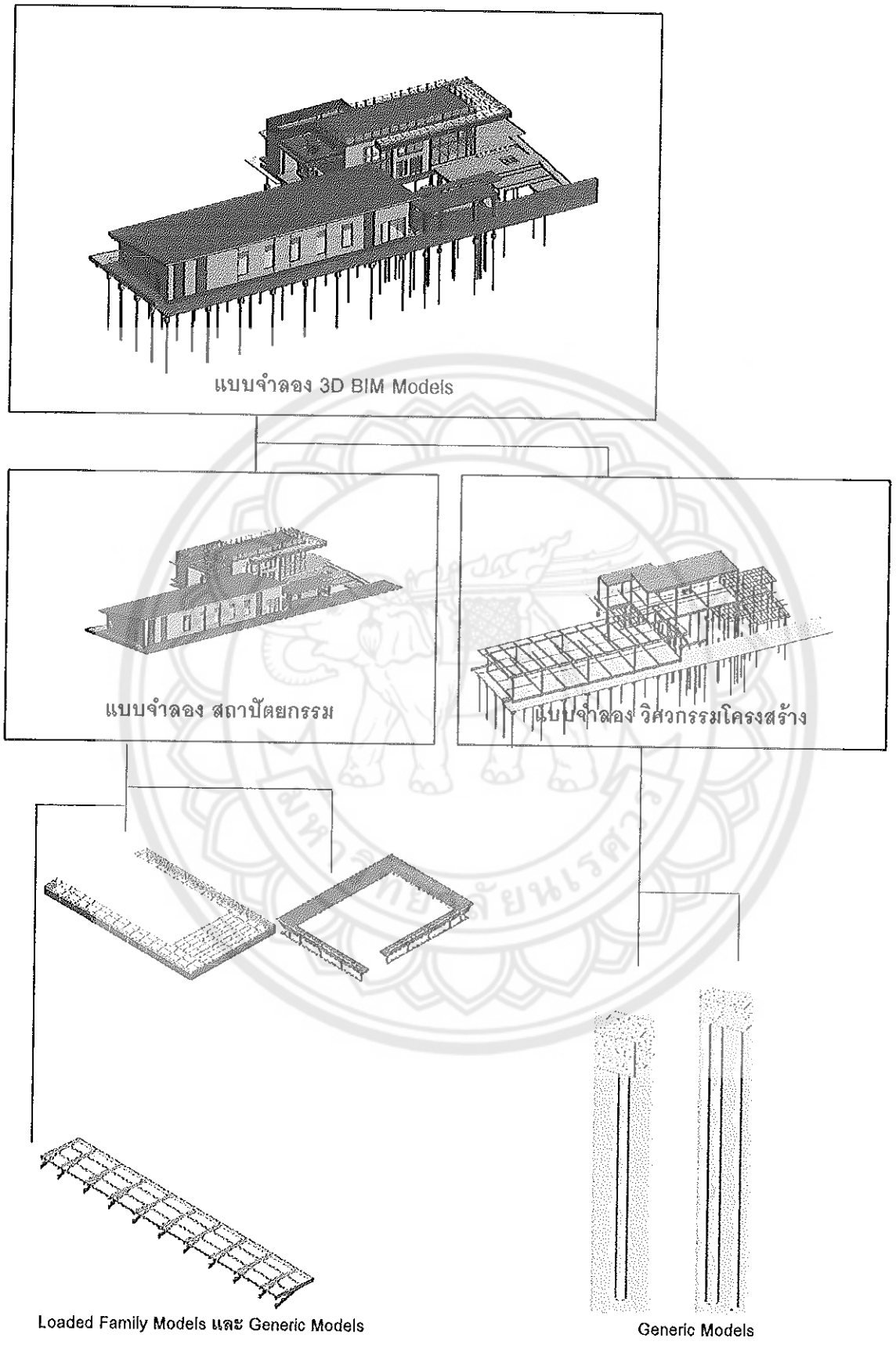
ผลการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา อาคาร Startup and Innovation คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเสนอแนะแนวทางการใช้งาน

แบบจำลองสารสนเทศอาคารของโครงการอาคาร Startup and Innovation แบ่งออกเป็นสองหมวดงานตามขอบเขตของการศึกษา คือแบบจำลองงานสถาปัตยกรรม และแบบจำลองงานวิศวกรรมโครงสร้าง โดยสรุปภาพรวมได้ดังภาพ 5

1. แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสถาปัตยกรรม เป็นแบบจำลองที่สร้างเป็นแบบจำลองหลัก โดยการนำเข้าแบบ 2D CAD มากำหนดพิกัดและสร้างแบบจำลอง โดยมีทั้งแบบจำลองที่สร้างในโมเดล (Loading Model) และแบบจำลอง Family Objects ที่เป็น Generic Models (แบบจำลองทั่วไป ไม่สามารถปรับแก้ไขขนาดได้โดยตรงเหมือนแบบจำลอง Parametric)โดยมีการนำเข้าแบบจำลองโครงสร้างวิศวกรรมเข้ามาเพื่อตรวจสอบข้อขัดแย้งในแบบ

แบบจำลองโครงสร้างวิศวกรรม เป็นแบบจำลองที่จัดทำแยก เพื่อไว้ตรวจสอบข้อขัดแย้งในแบบโดยประกอบไปด้วยแบบจำลองฐานราก เสา คาน และพื้นตามแบบโครงสร้างวิศวกรรมเดิมที่เป็นแบบ 2D CAD



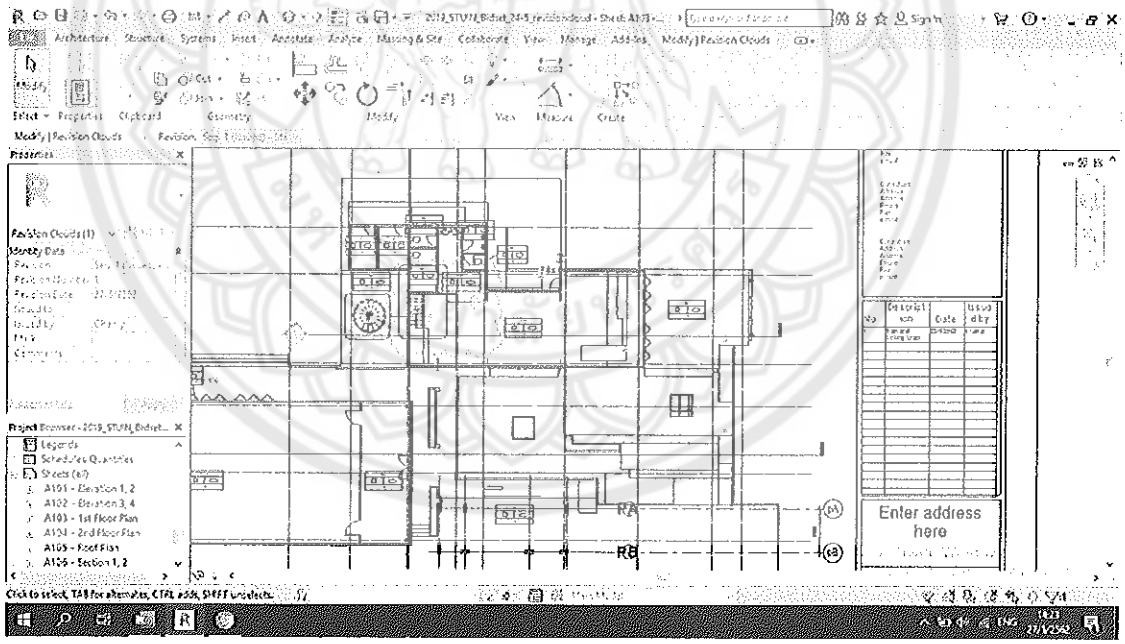
ภาพ 7 แบบจำลองและส่วนประกอบของแบบจำลอง

2. การจัดทำเอกสาร แบบก่อสร้างและสัญญา

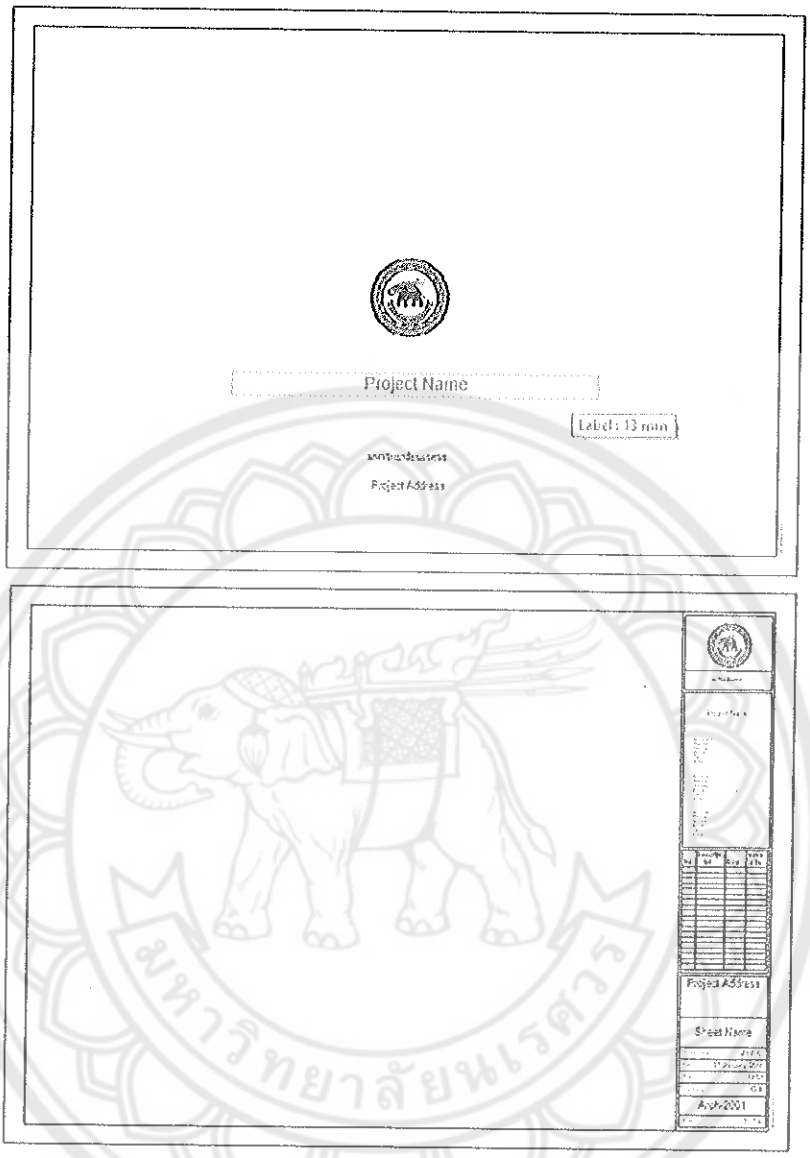
ในขั้นตอนการจัดทำแบบสัญญา สามารถจัดทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร นำมาจัดเรียงแบบพร้อมจัดทำ ปก, สารบัญรายการประกอบแบบ, จัดทำตารางแบบ (Title Block) ที่ระบุข้อมูลที่สำคัญ อันได้แก่ ชื่อหน่วยงาน ชื่อโครงการ ที่อยู่โครงการ ชื่อแบบ หมายเลขแบบในสารบัญแบบ เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ในรูป แผ่นกระดาษจำลอง (Sheet) ของโปรแกรม

ขั้นตอนที่สำคัญ คือการนำแบบจำลอง ที่มีข้อมูลที่ครบถ้วนทั้ง Model Elements, Datum Elements, และ View Specific Model มาจัดเรียงในแผ่นกระดาษ โดยตรวจเช็คการแสดงผลให้เหมาะสมกับหน้ากระดาษ การจัดทำแบบที่สำคัญได้แก่ แบบแปลนพื้น แบบรูปด้าน แบบรูปตัด และแบบขยายส่วนที่สำคัญ

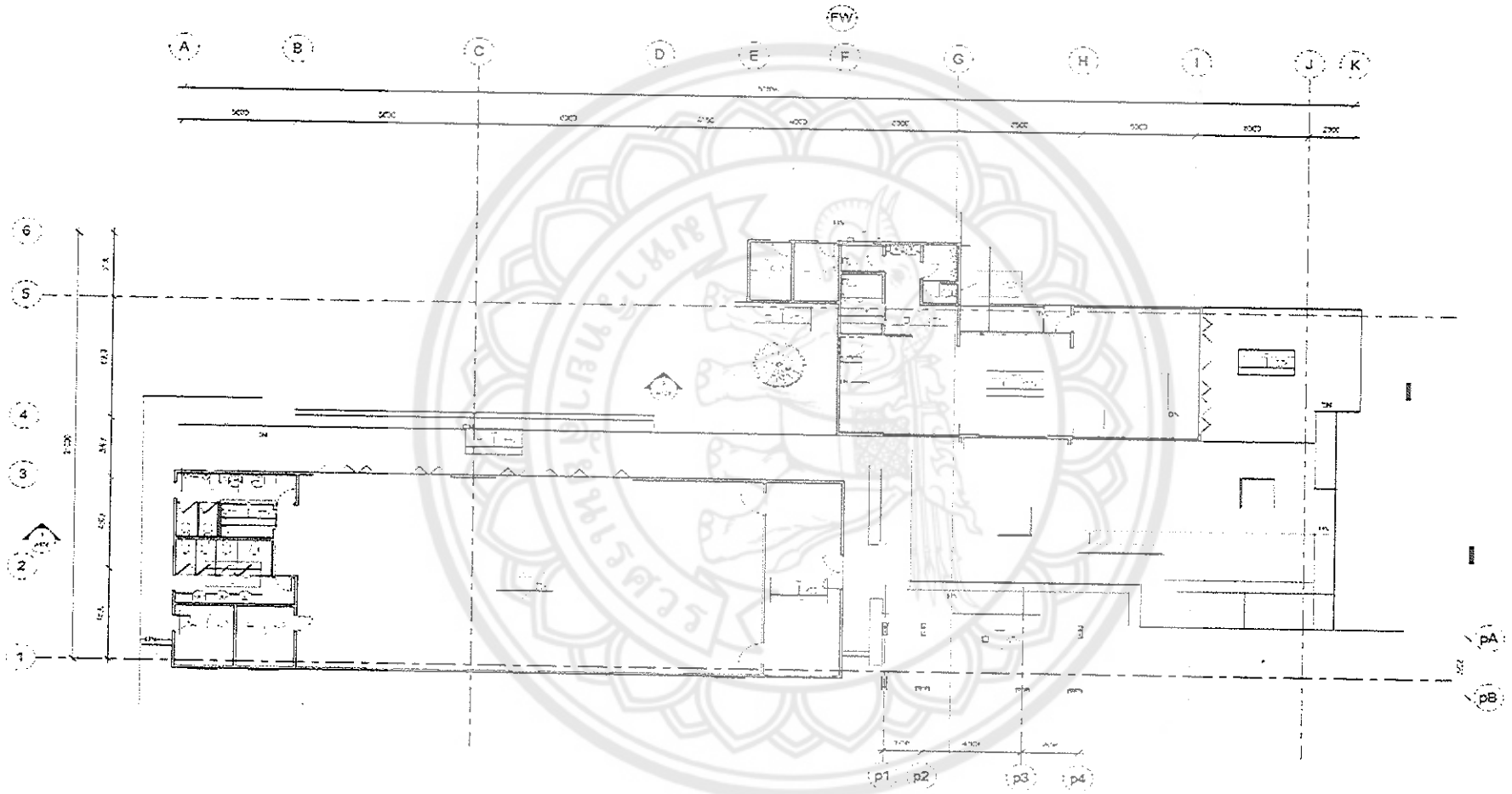
นอกจากนี้ กรณีที่มีการตรวจสอบหรือแก้ไขในการประชุม สามารถระบุจุดที่แก้ไขที่ชัดเจนโดยคำสั่ง Revision Cloud และระบุคำอธิบาย วันที่ตรวจสอบ และผู้ตรวจสอบ เพื่อความชัดเจนในการจัดทำแบบแก้ไข



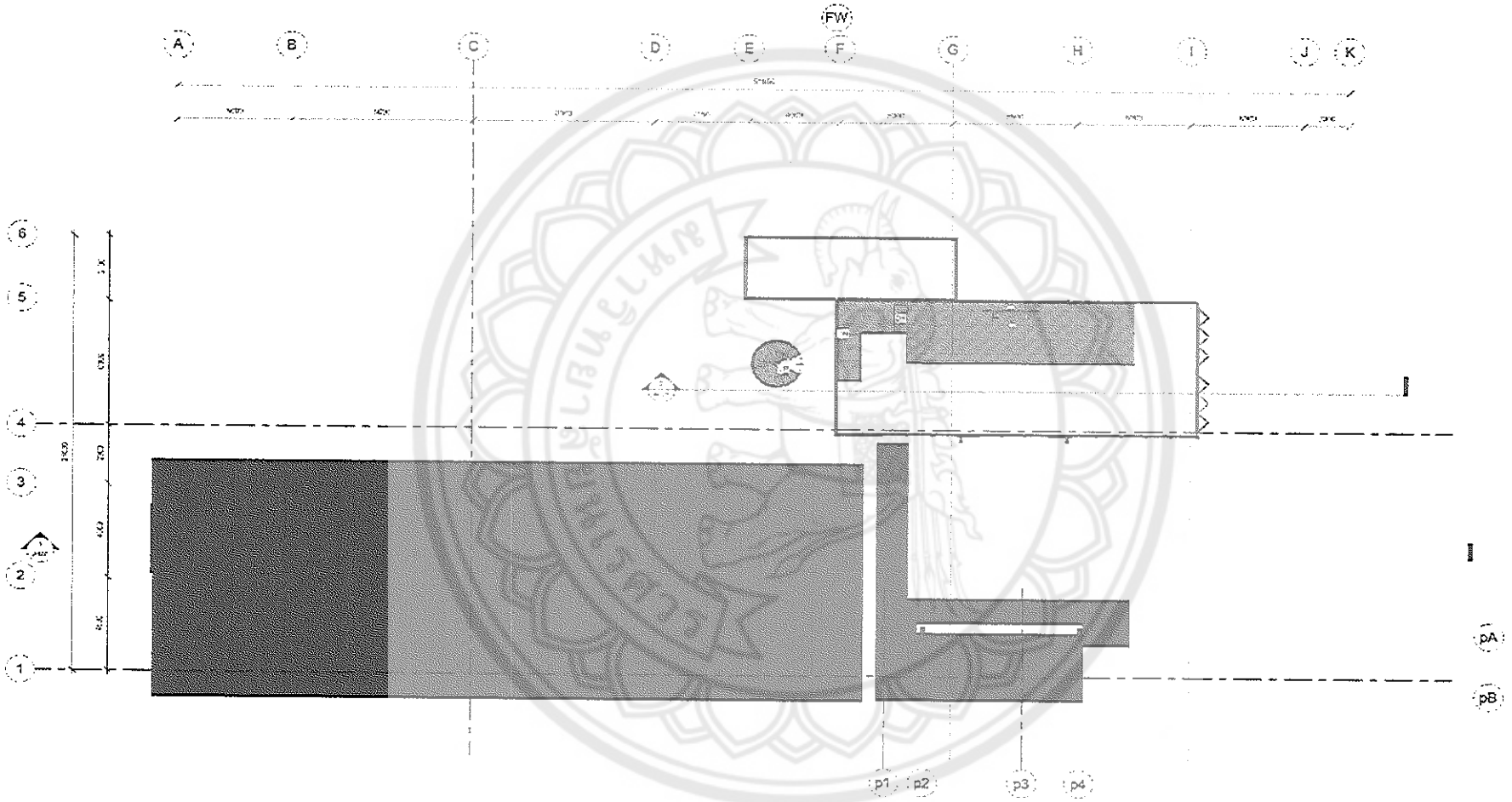
ภาพ 8 Revision Cloud สำหรับระบุข้อมูลจุดที่จำเป็นต้องแก้ไข ลงบนตารางแบบ (Title Block)



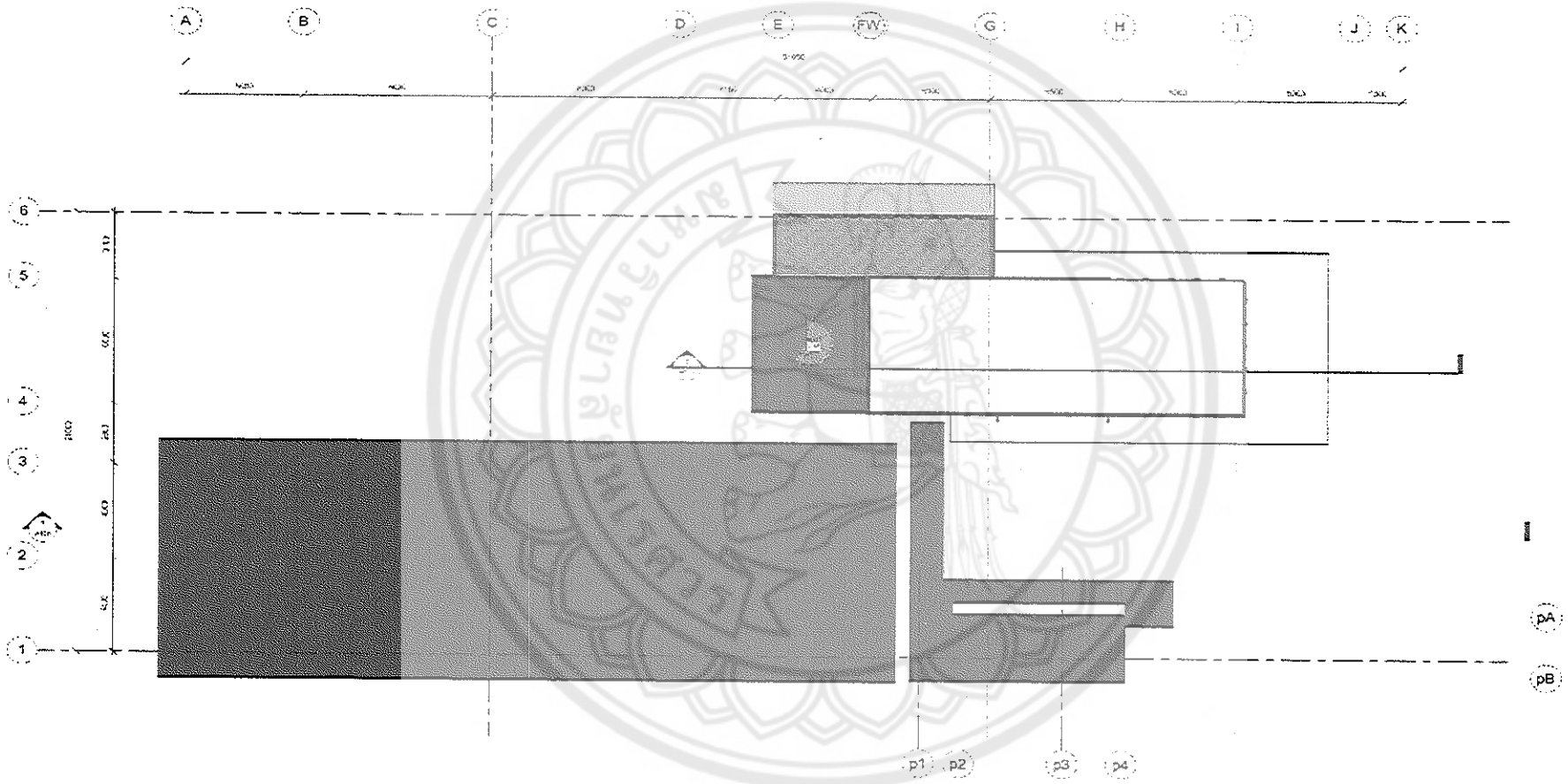
ภาพ 9 ปก และ Title Block สำหรับแสดงผลในแผ่นเอกสาร (Sheet)



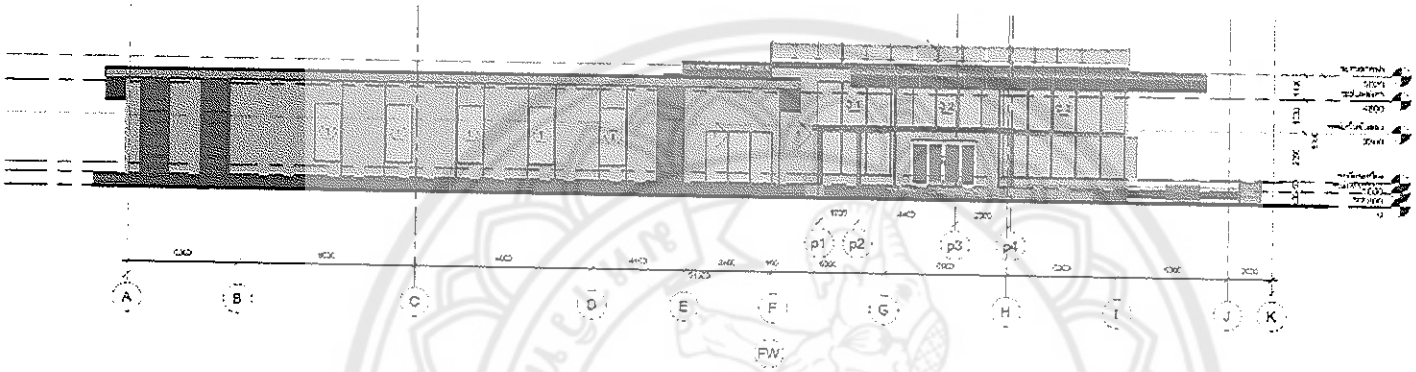
ภาพ 10 มุมมองแปลนพื้นชั้น 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แบบสัญญา



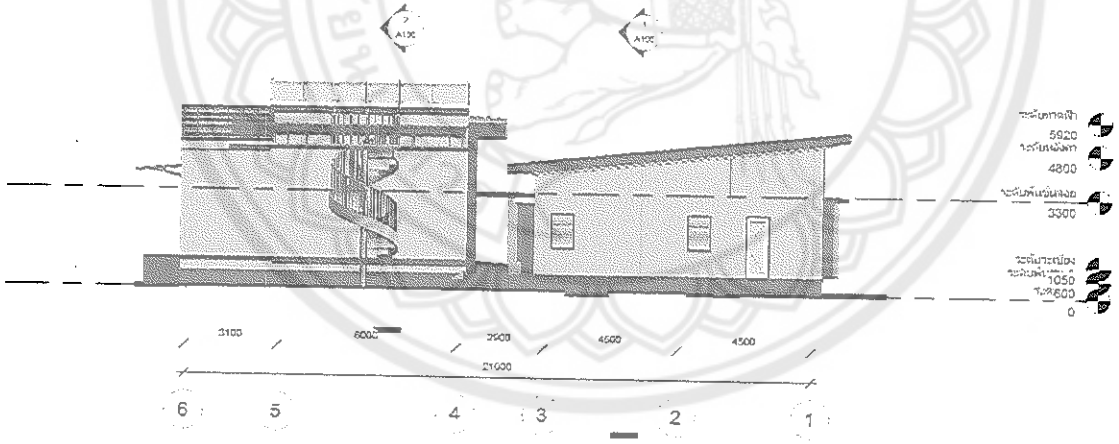
ภาพ 11 มุมมองแปลนพื้นชั้นลอยของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



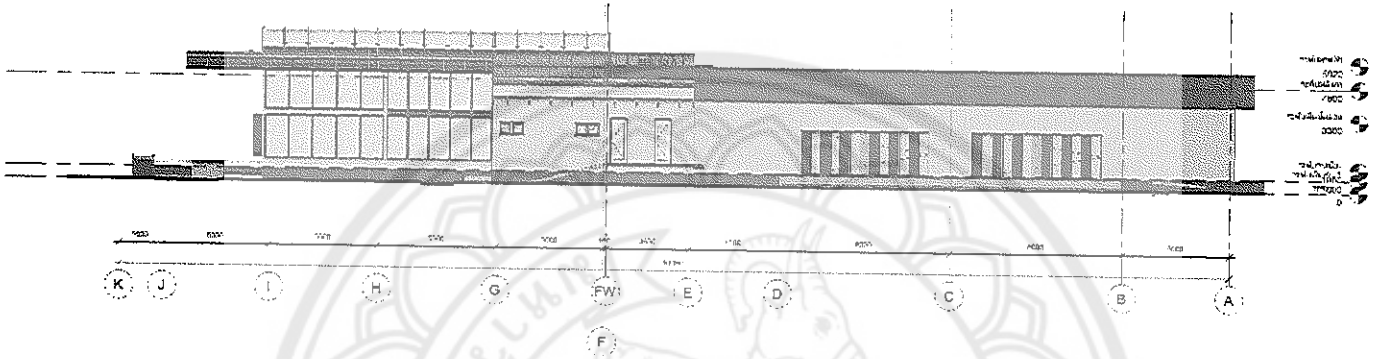
ภาพ 12 มุมมองแปลนพื้นชั้นดาดฟ้าของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



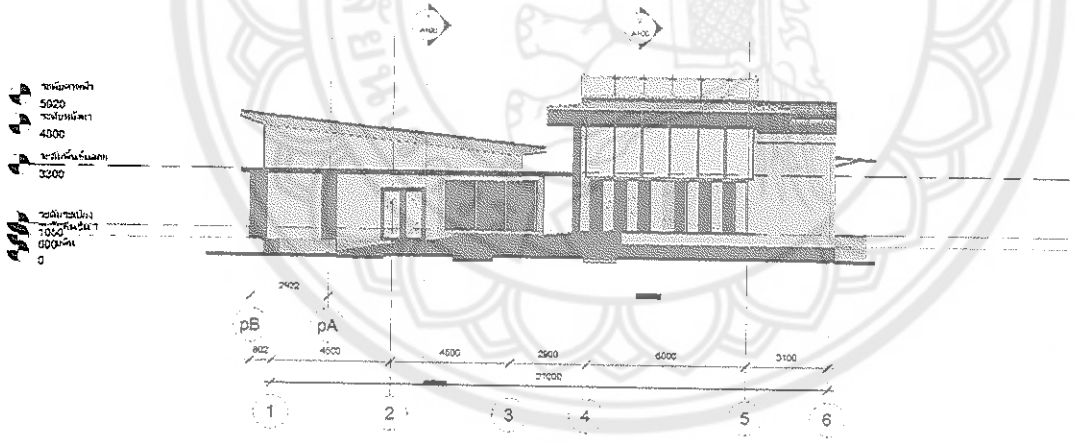
ภาพ 13 มุมมองรูปด้าน 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



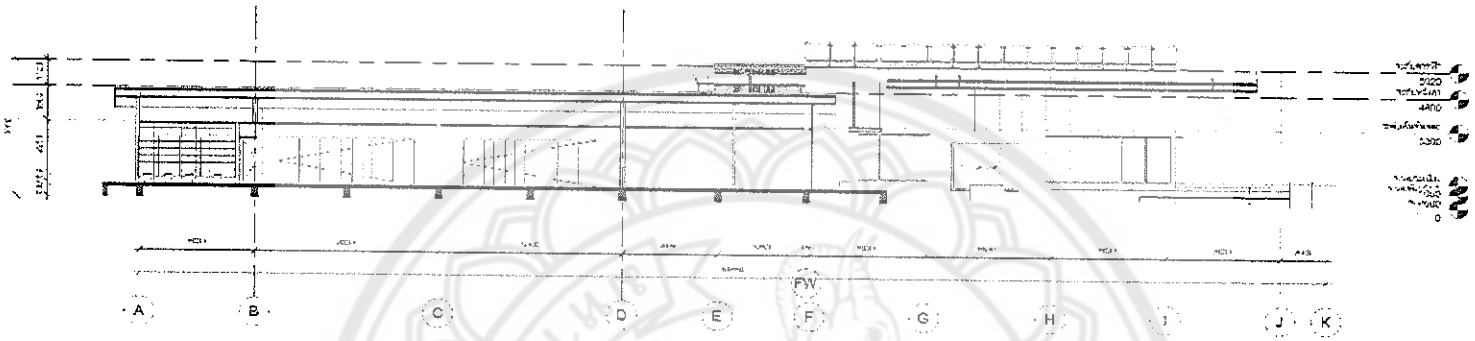
ภาพ 14 มุมมองรูปด้าน 2 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



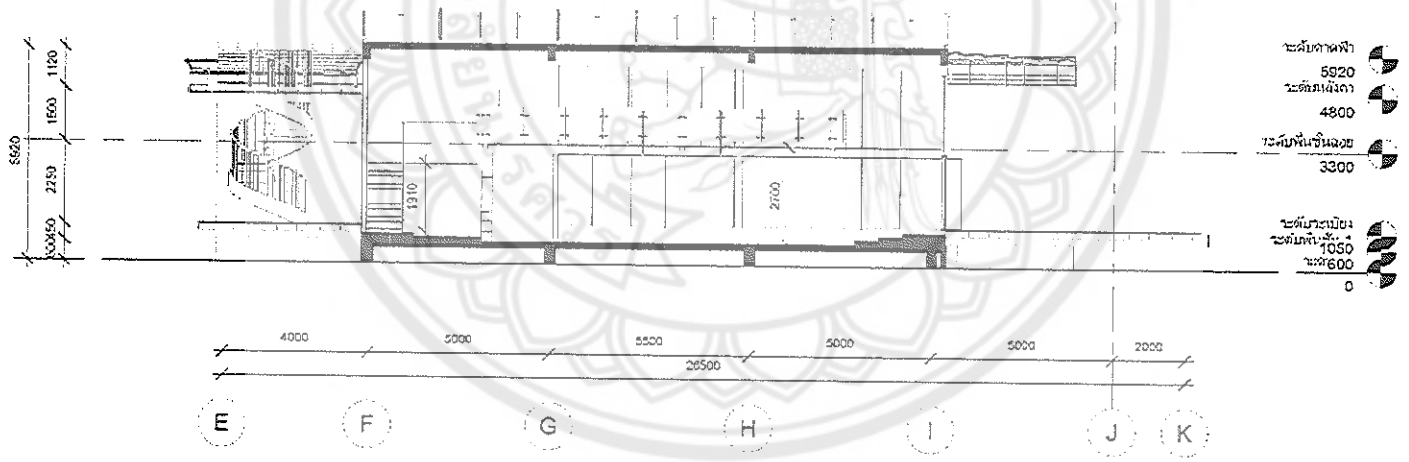
ภาพ 15 มุมมองรูปด้าน 3 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



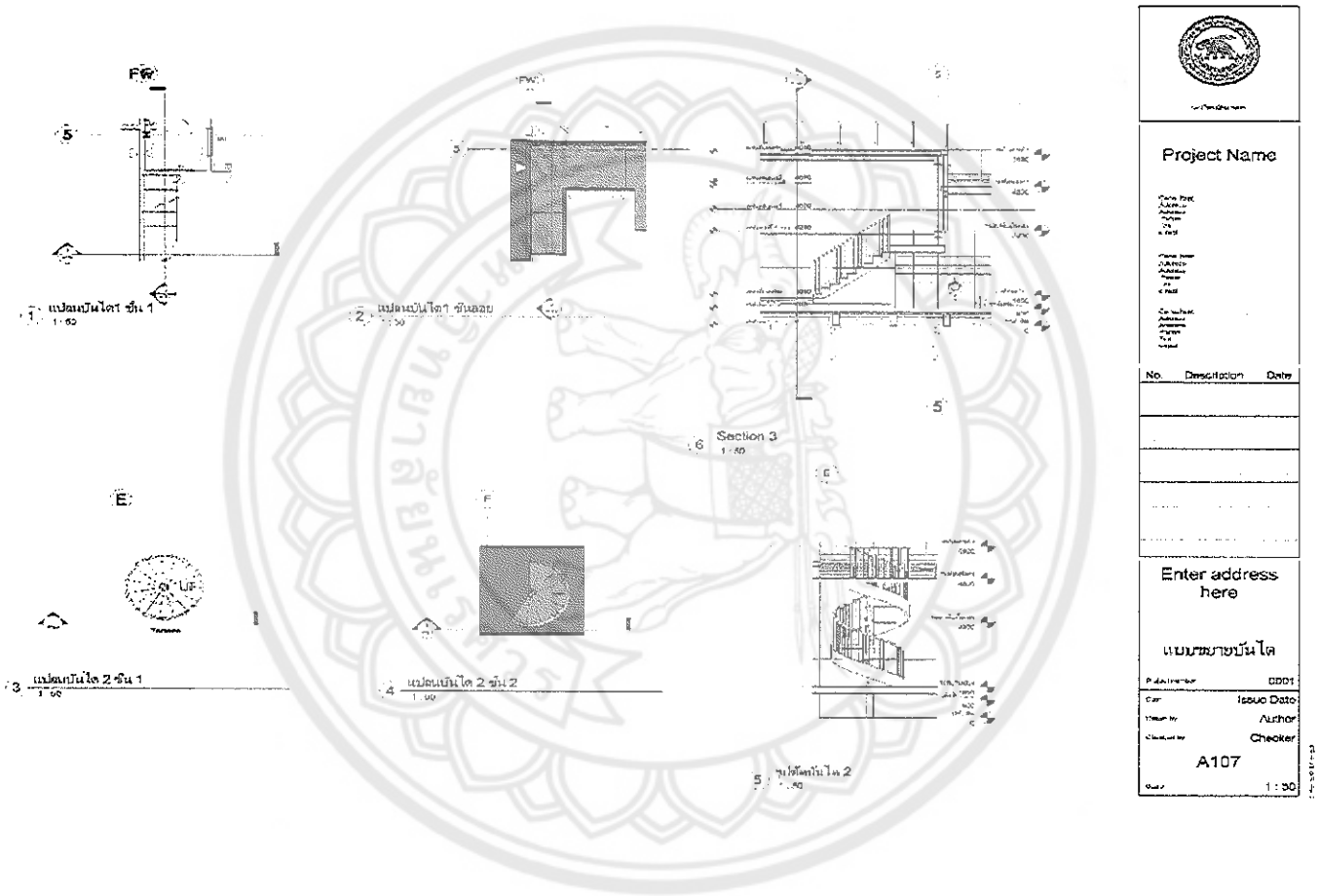
ภาพ 16 มุมมองรูปด้าน 4 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



ภาพ 17 มุมมองรูปตัด 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา

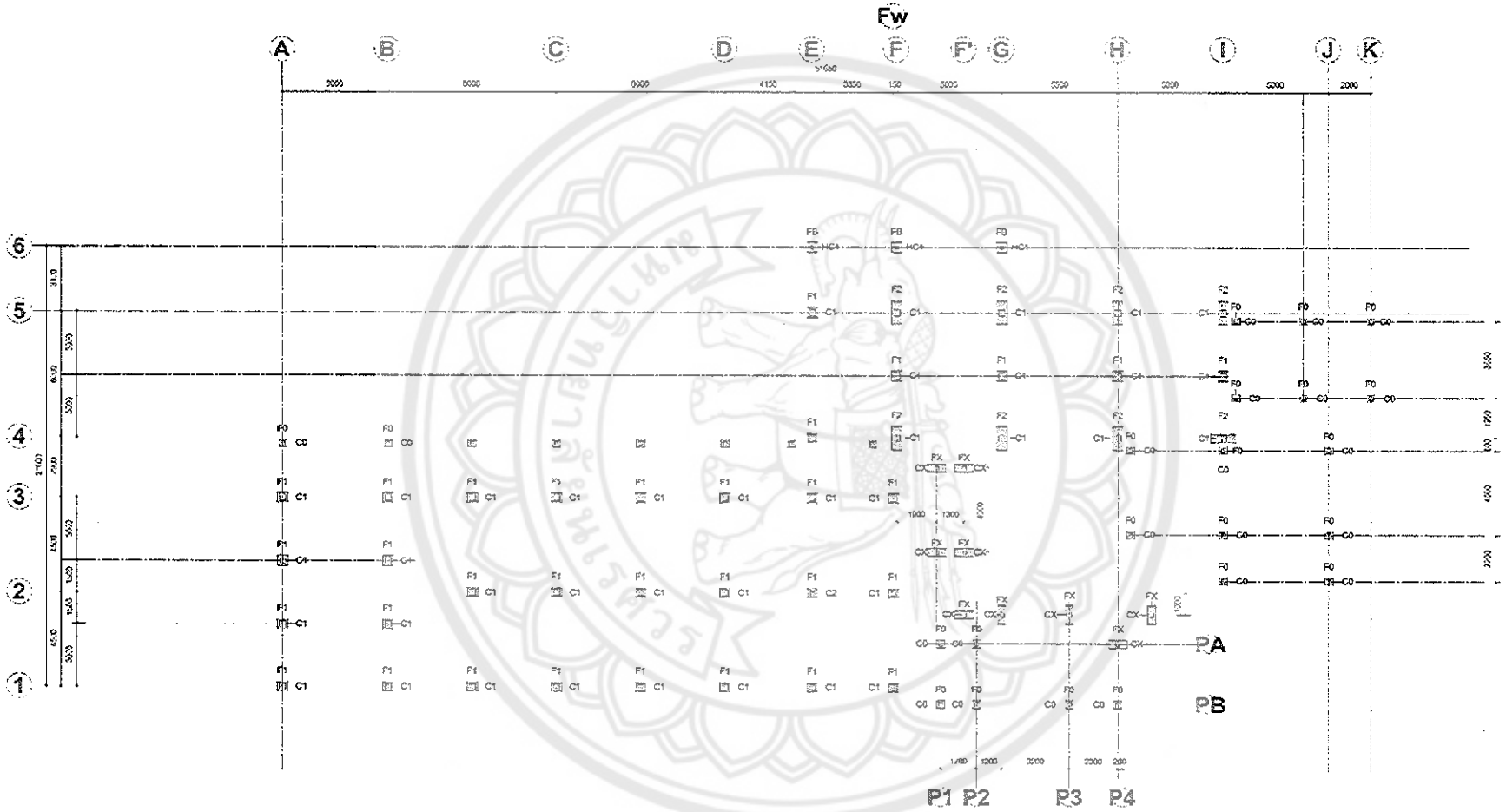


ภาพ 18 มุมมองรูปตัด 2 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา

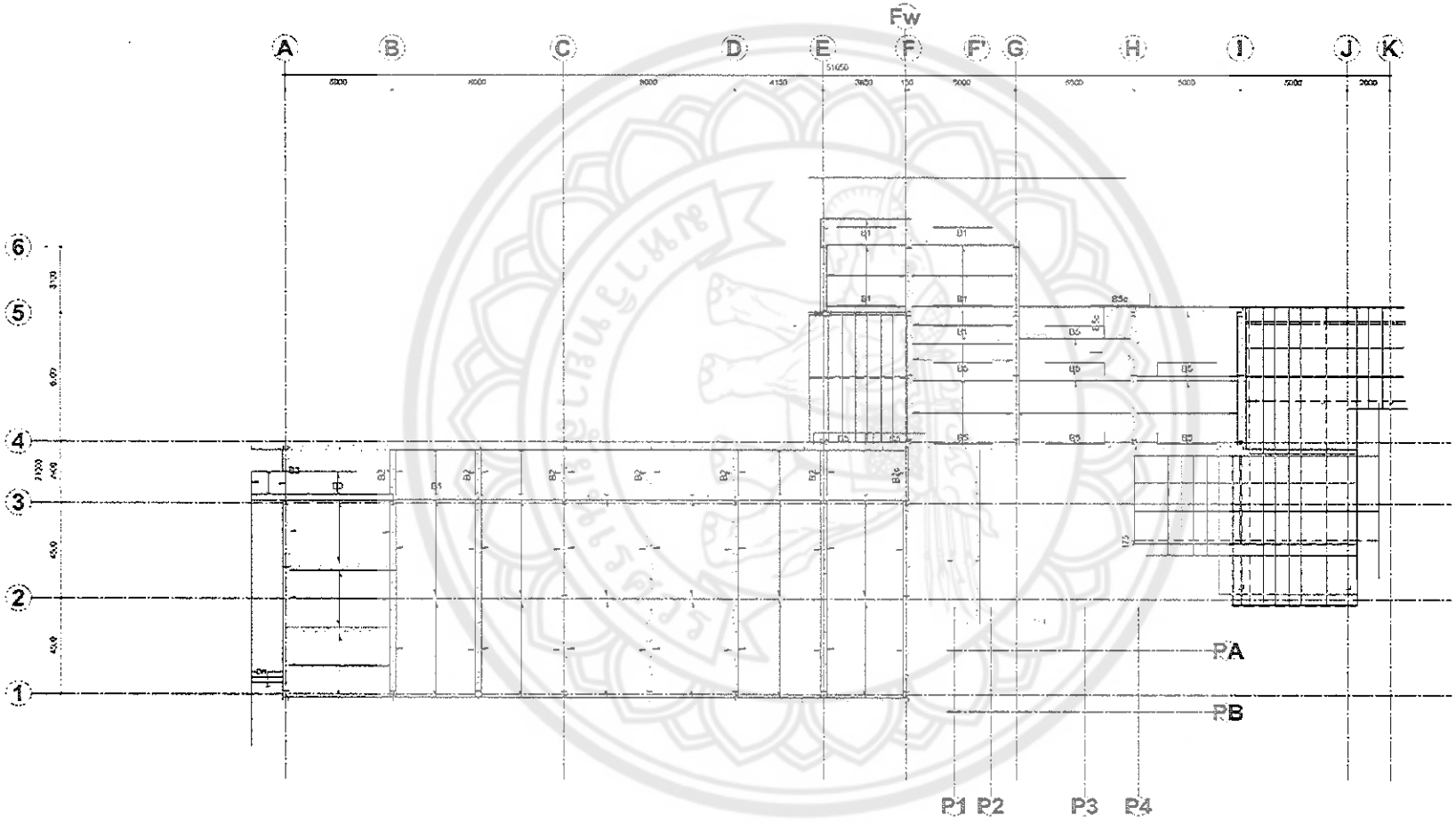


ภาพ 19 มุมมองแบบขยายบันได

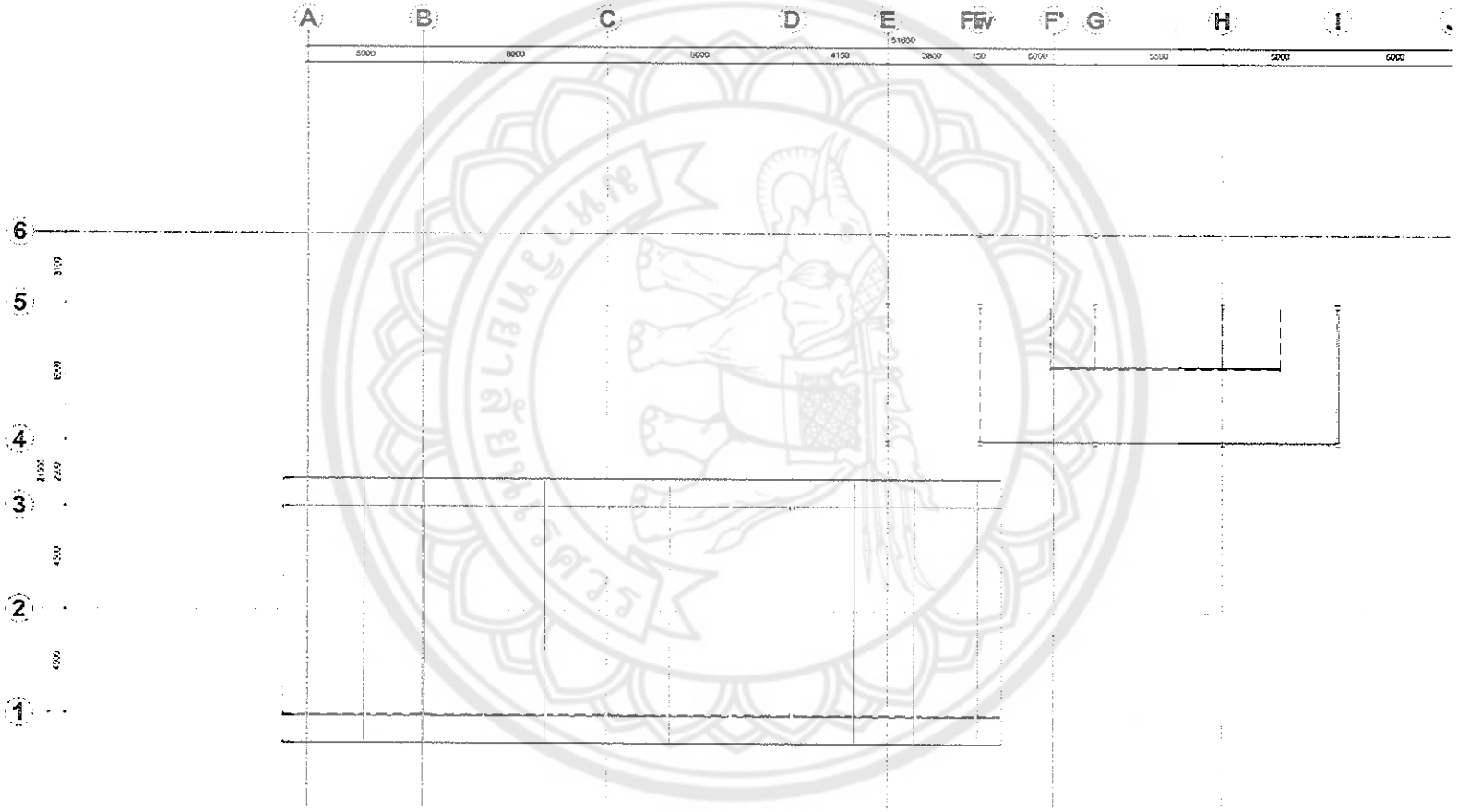
ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างรูปแบบอาคารที่ใช้ในการวิเคราะห์ ระบบโครงสร้างแข็งเกร็งรอบแกนลิฟต์



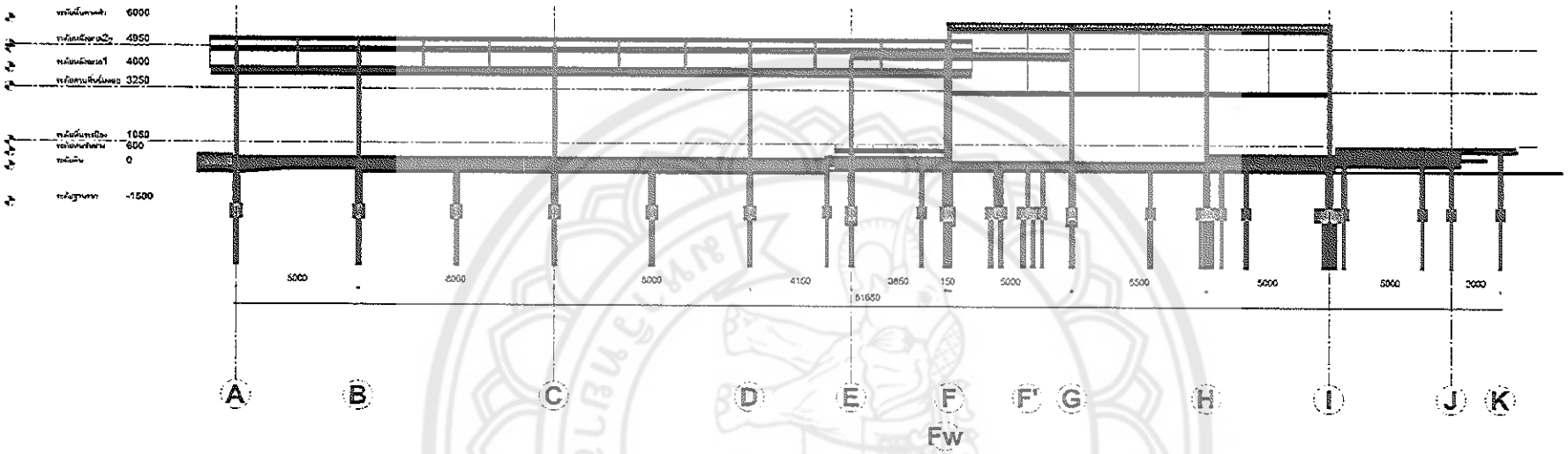
ภาพ 21 มุมมองแปลนฐานราก ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



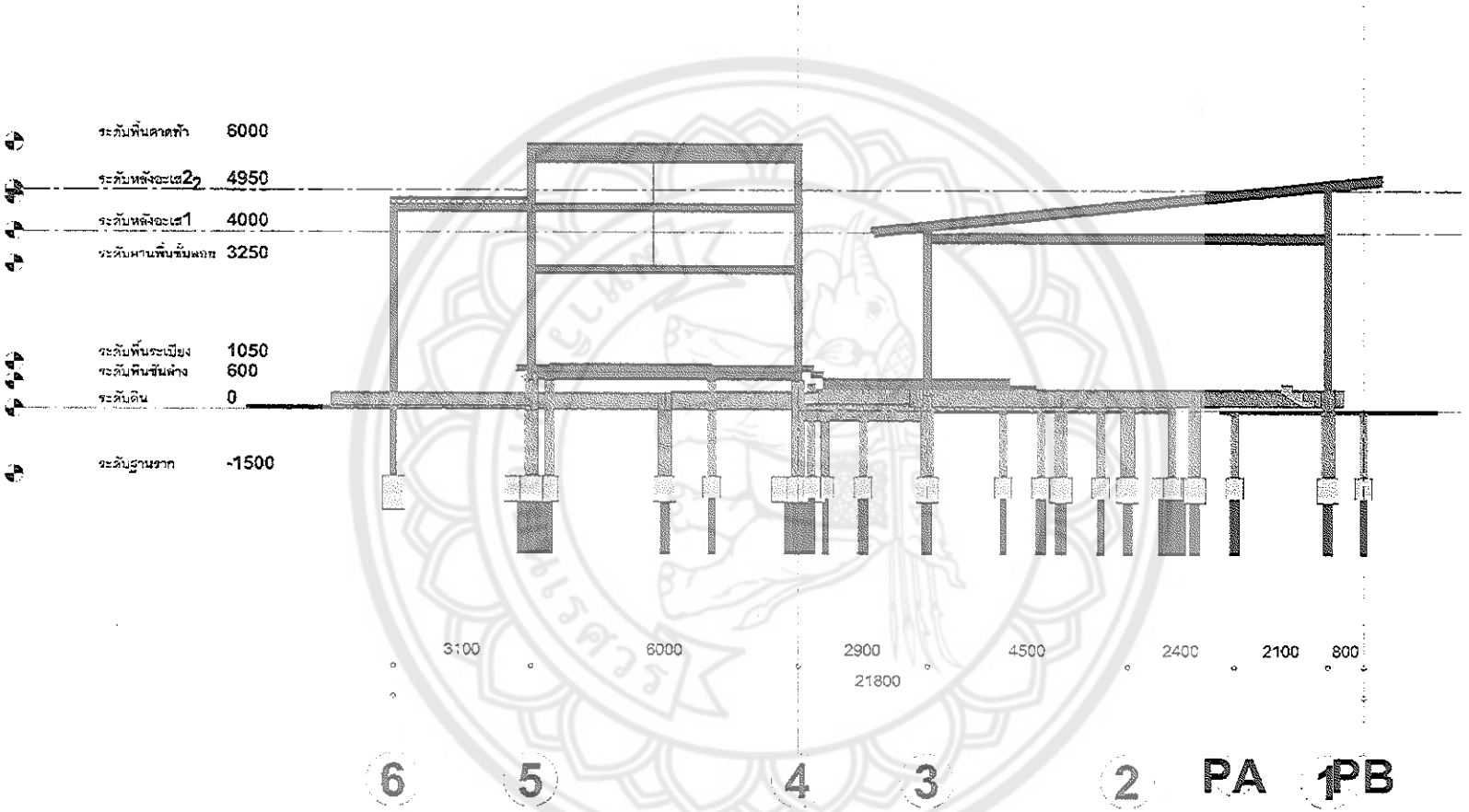
ภาพ 22 มุมมองแปลนคานชั้น 1 ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



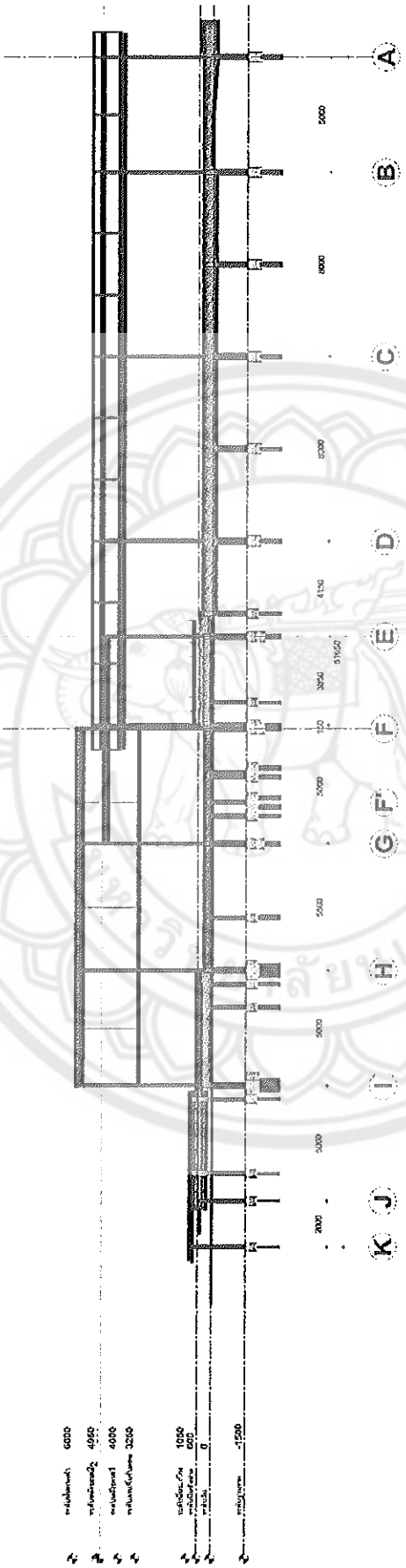
ภาพ 23 มุมมองแปลนคานชั้นลอย ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารแบบสัญญา



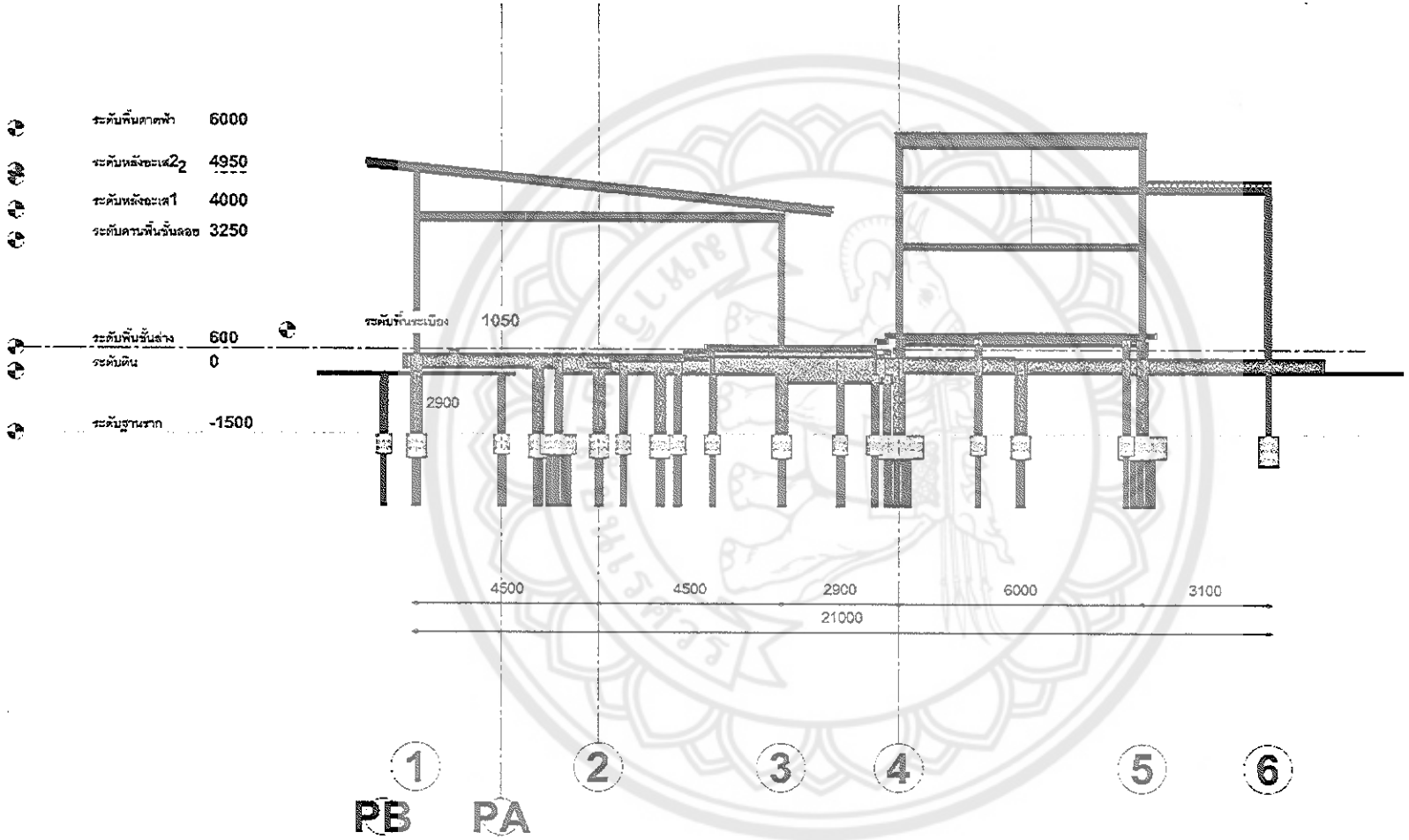
ภาพ 24 มุมมองรูปด้าน 1 แบบโครงสร้าง



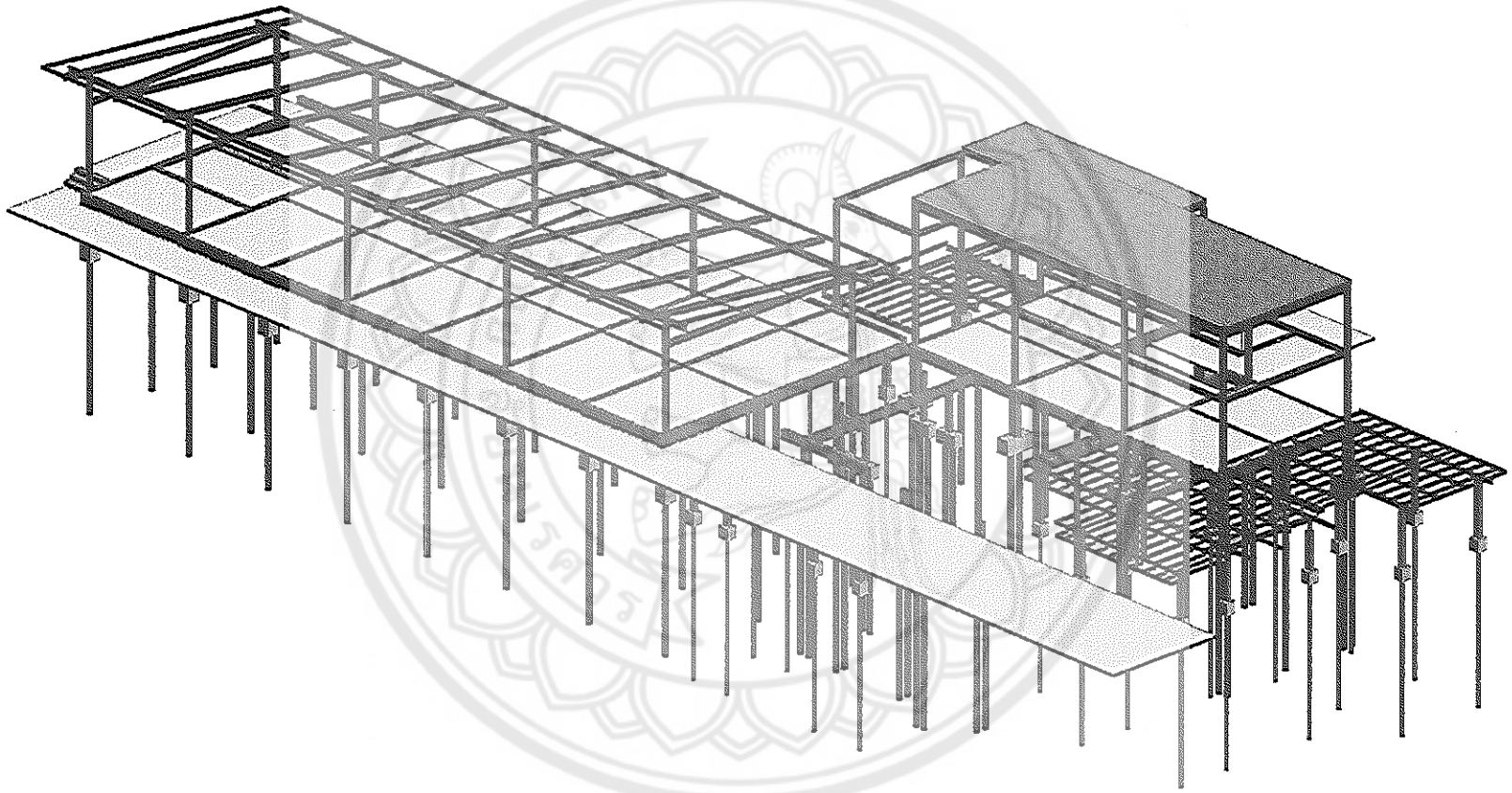
ภาพ 25 มุมมองรูปด้าน 2 แบบโครงสร้าง



ภาพ 26 มุมมองรูปด้าน 3 แบบโครงสร้าง



ภาพ 27 มุมมองรูปด้าน 2 แบบโครงสร้าง



ภาพ 28 แบบทัศนียภาพ แบบโครงสร้าง

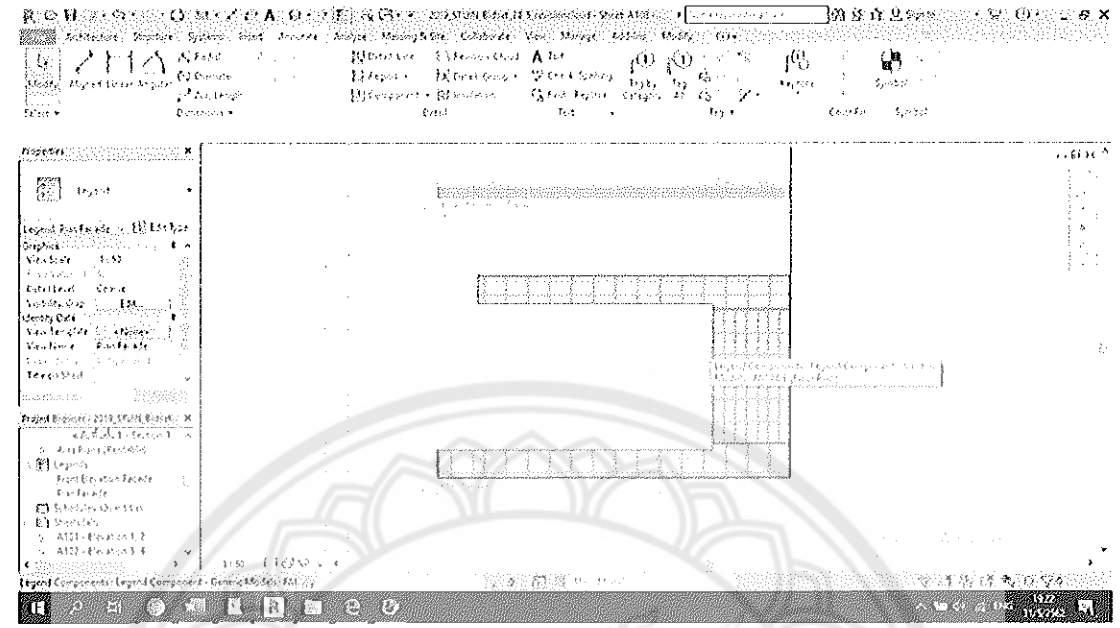
3. แบบติดตั้งหน้างาน (Shop Drawing)

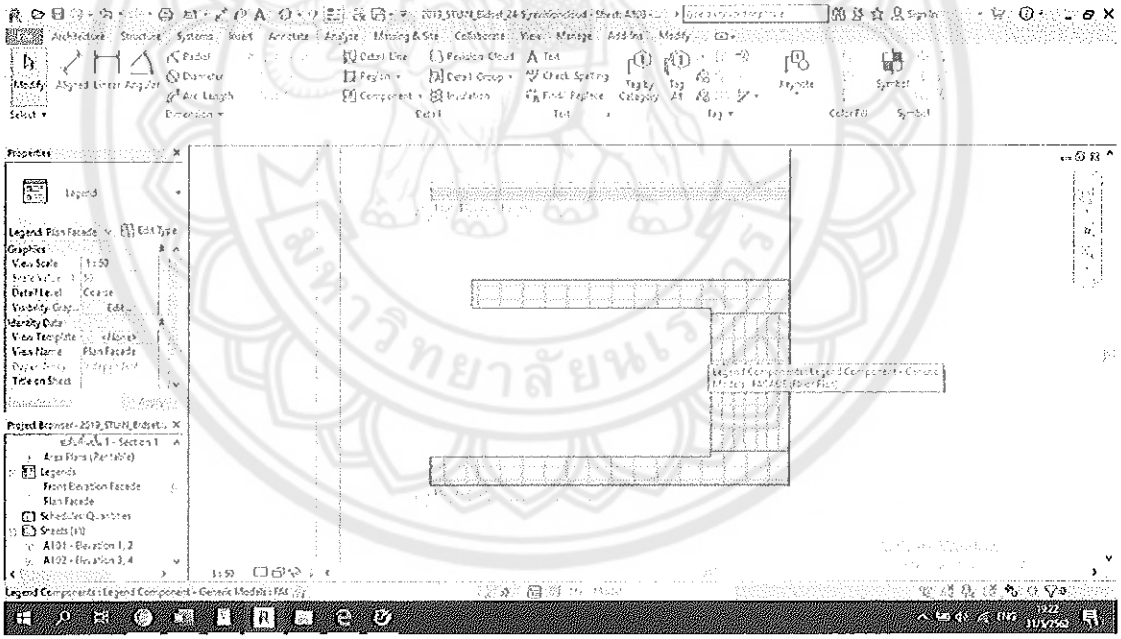
ในขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้างหรือแบบติดตั้งหน้างาน กรณีที่พัฒนาข้อมูลจากแบบสัญญานั้น จากตัวอย่างสามารถแก้ไขในแบบจำลองสารสนเทศของแบบสัญญาได้โดยตรง และเพิ่มรายละเอียดการติดตั้งหน้างานเพิ่มเติมได้ ทั้งการแก้ไขแบบจำลองในตัวโมเดลโดยตรง, การเพิ่มข้อมูลวัสดุ, การเขียนรายละเอียดประกอบเพิ่มเติม จากตัวอย่างของการทำแบบขยายแผงกันแดดของอาคารตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 แก้ไข Generic Component ส่วนที่เป็นแบบจำลองของแผงกันแดด ให้มีระยะตามการติดตั้งจริง ดังภาพ 27, 28

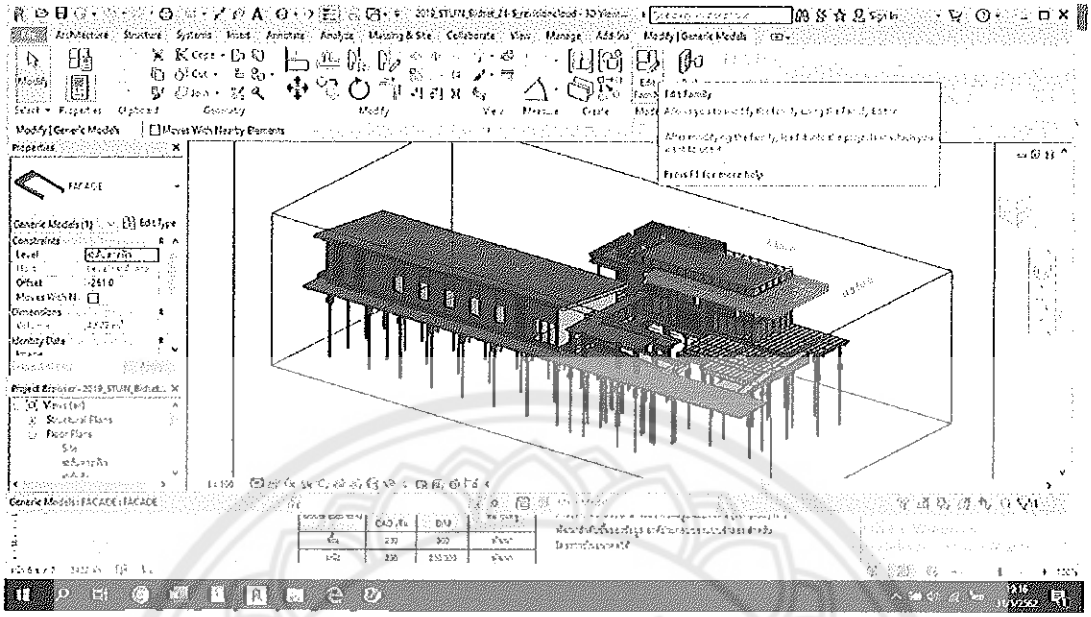
3.2 เพิ่มมุมมองการแสดงแบบขยาย ใน Legends ให้แสดงมุมมองของแบบจำลองแผงกันแดดตามความเหมาะสมเช่น แปลนพื้น, รูปด้าน

3.3 นำไปแสดงใน Sheet เพื่อจัดทำเอกสารแบบขยายดังภาพ 31, 32

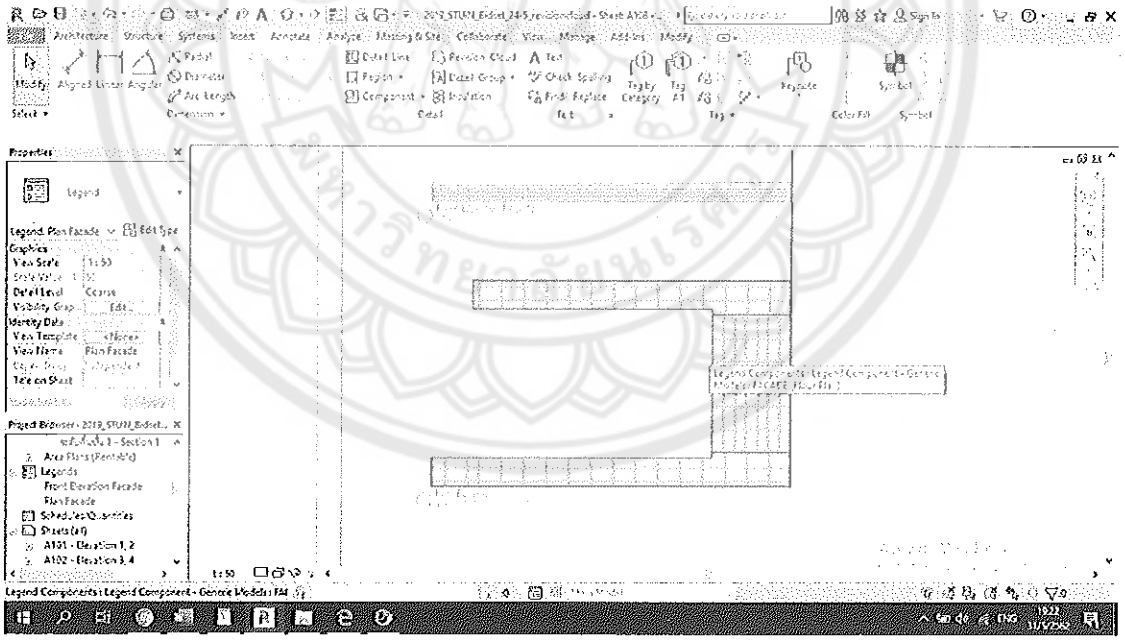




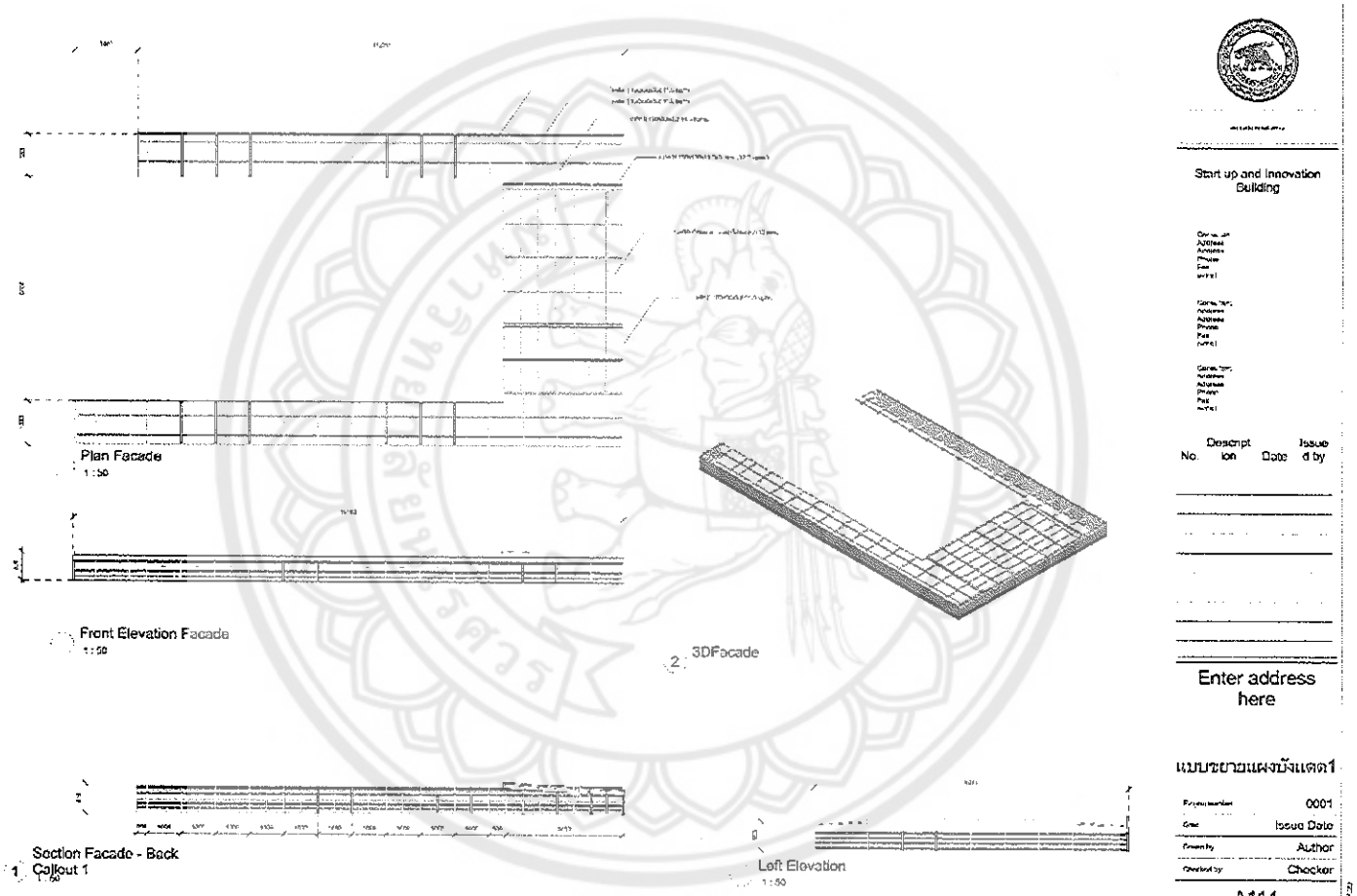
ภาพ 29 การเลือก Generic Family เพื่อจัดทำแบบก่อสร้าง แบบที่ 1 และแบบที่ 2



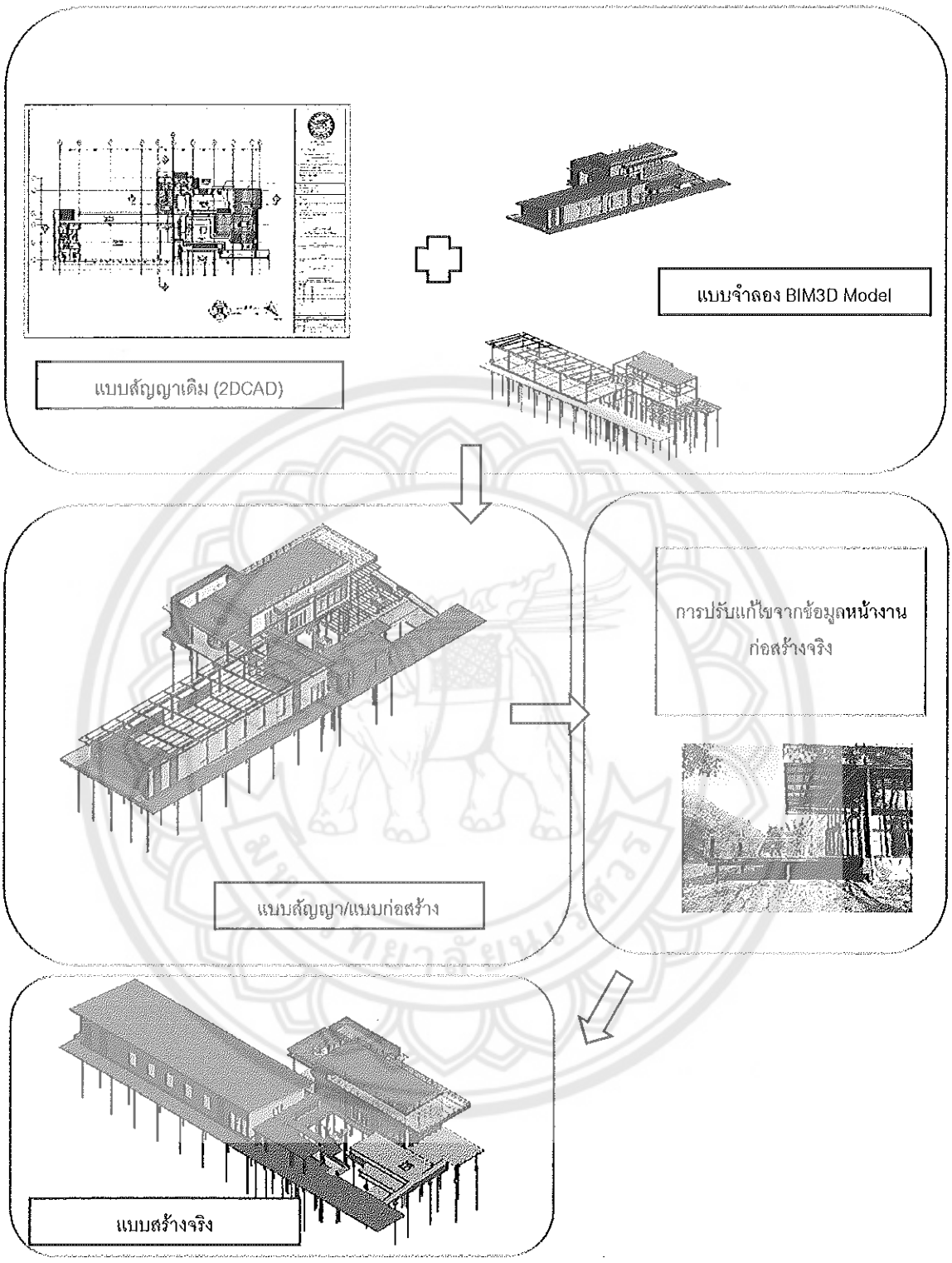
ภาพ 30 การเลือกGeneric Family เพื่อจัดทำแบบขยายการติดตั้ง



ภาพ 31 การปรับมุมมองการแสดงผลและเขียนรายละเอียดเพิ่มเติมในแบบ



ภาพ 32 การจัดแสดงผลลงบนกรอบงาน (Sheet)

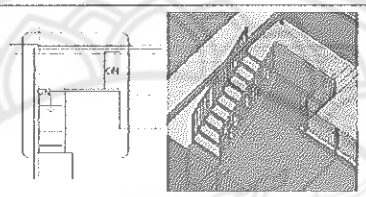
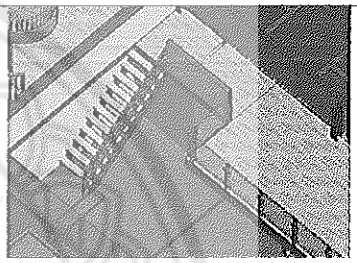
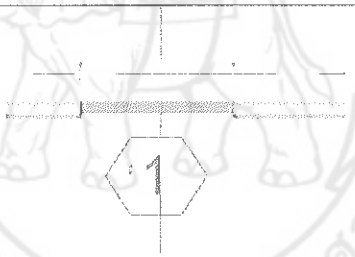
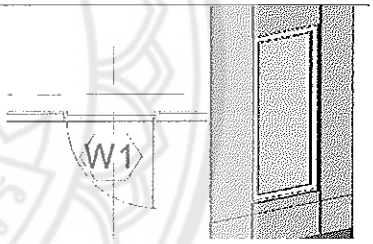
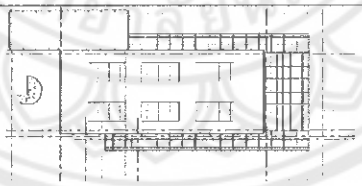
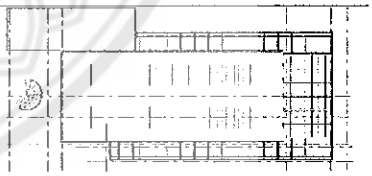
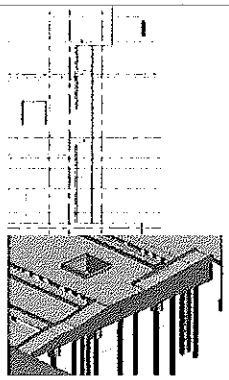
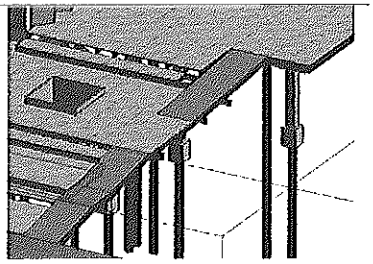


ภาพ 33 ภาพรวมขั้นตอนการรวมข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับจัดทำ

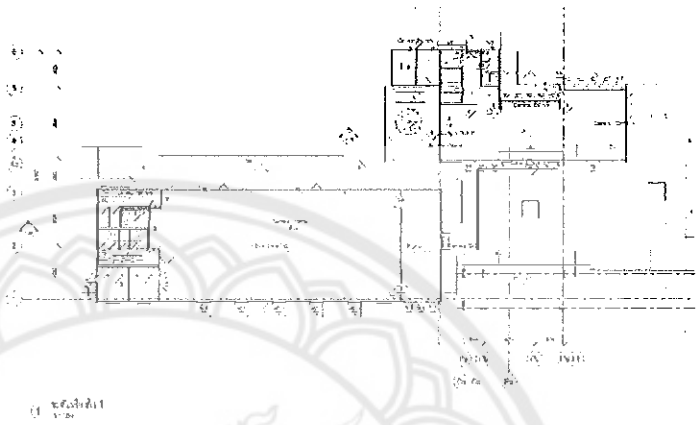
4. แบบสร้างจริง

จากการจัดทำแบบสร้างจริง จัดทำตามลำดับขั้นตอนในภาพ 32 เพื่อปรับแก้ไขข้อมูลจากแบบก่อสร้างแบบสัญญาให้ตรงกับการก่อสร้างจริงจากการจัดทำแบบสร้างจริง พบจุดที่ทำการปรับแก้ไขตามหน้างานจริง โดยปรับเปลี่ยนจากแบบในสัญญาดังตาราง 3

ตาราง 3 รายการปรับปรุงแก้ไขแบบสัญญาสำหรับจัดทำแบบสร้างจริง

รายการแก้ไข	แบบสัญญา	แบบสร้างจริง
1.การแก้ไขแบบบันได ST1 -ปรับรูปแบบเป็นบันไดทอดเดียว -แก้ไขพื้น -เพิ่มรายละเอียดลูกตั้งลูกนอนบันได -เพิ่มรายละเอียดเหล็กแม่บันได	 แปลนพื้นและภาพจำลองสามมิติ	 ภาพจำลองสามมิติ
2.การแก้ไขหน้าต่าง W1 -ปรับรูปแบบจากบานเปิดแกนกลาง เป็นบานเปิดเนื่องจากเหตุผลด้านการกันน้ำ กันฝน		
3.แก้ไขการวางตำแหน่ง Solar Cell -ปรับแก้ไขตำแหน่งการวางเพิ่มเติม		
4.รูปแบบทางลาด -ปรับปรุงรายละเอียดทางลาดเพิ่มเติม เช่นเหล็กโครงสร้าง พื้นผิว		

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการแก้ไข	แบบสัญญา	แบบสร้างจริง
5. ตำแหน่งผนัง บนแปลนพื้นมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขให้ตรงหน้างาน		

โดยแบบสร้างจริงเมื่อแล้วเสร็จ มีคุณลักษณะที่แตกต่างจากแบบสัญญาดังนี้

1. แปลนพื้น ถูกแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องตามหน้างาน เช่น ตำแหน่งผนัง, โครงสร้างต่างๆ มีรายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. รูปด้านและรูปตัด ถูกแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องตามหน้างาน การแสดงรูปตัดแสดงโครงสร้างจริง ต่างกับแบบในสัญญา ที่อาจระบุข้อมูลรูปตัดของโครงสร้างด้วยการเขียน View specific Elements เพิ่มเติม

3. แบบขยาย มีการตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลของแบบขยายให้ตรงตามหน้างานจริง

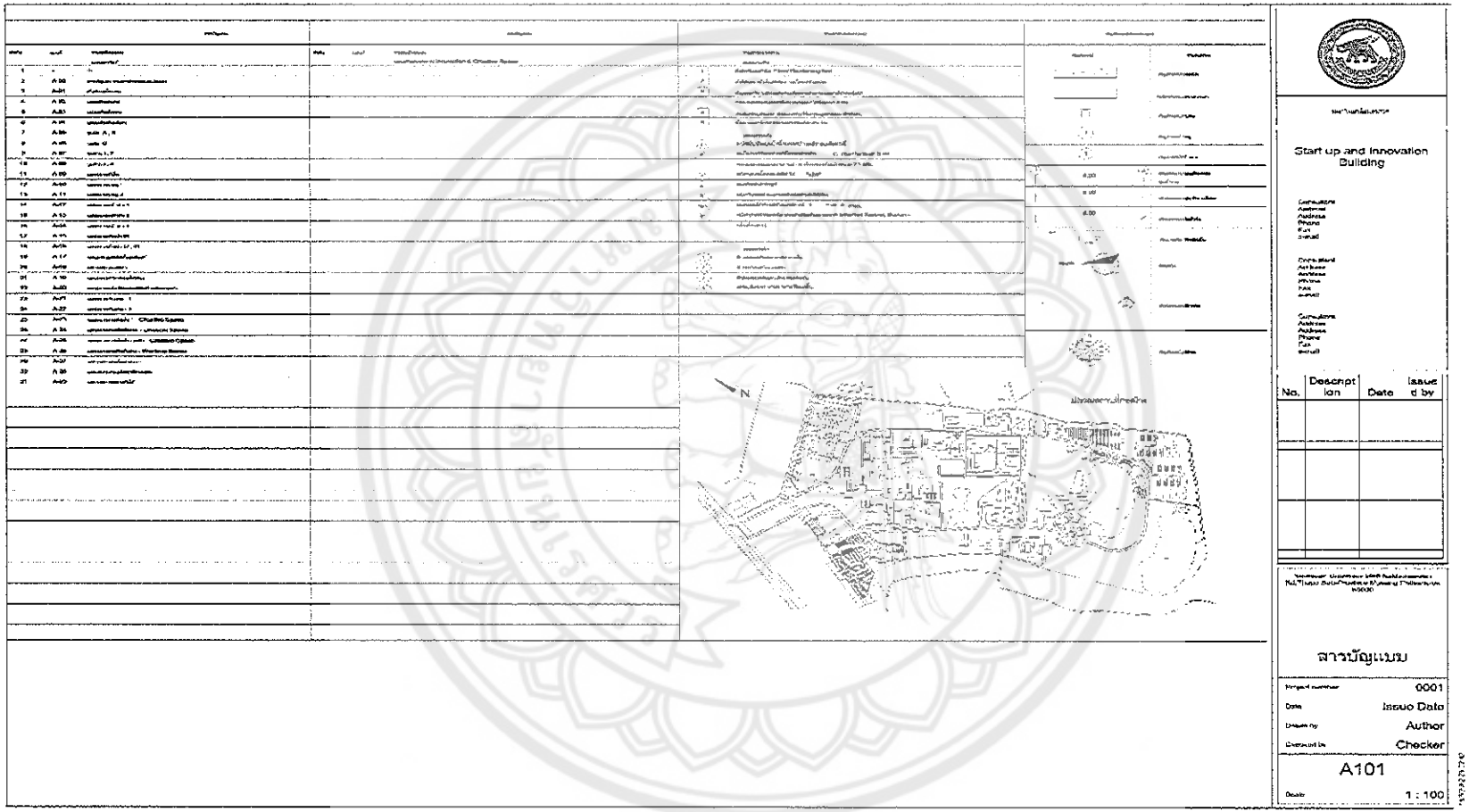
แบบสร้างจริงเมื่อจัดพิมพ์แล้วสามารถแสดงมุมมองที่สำคัญในการใช้งานได้ดังนี้

Start up and Innovation Building

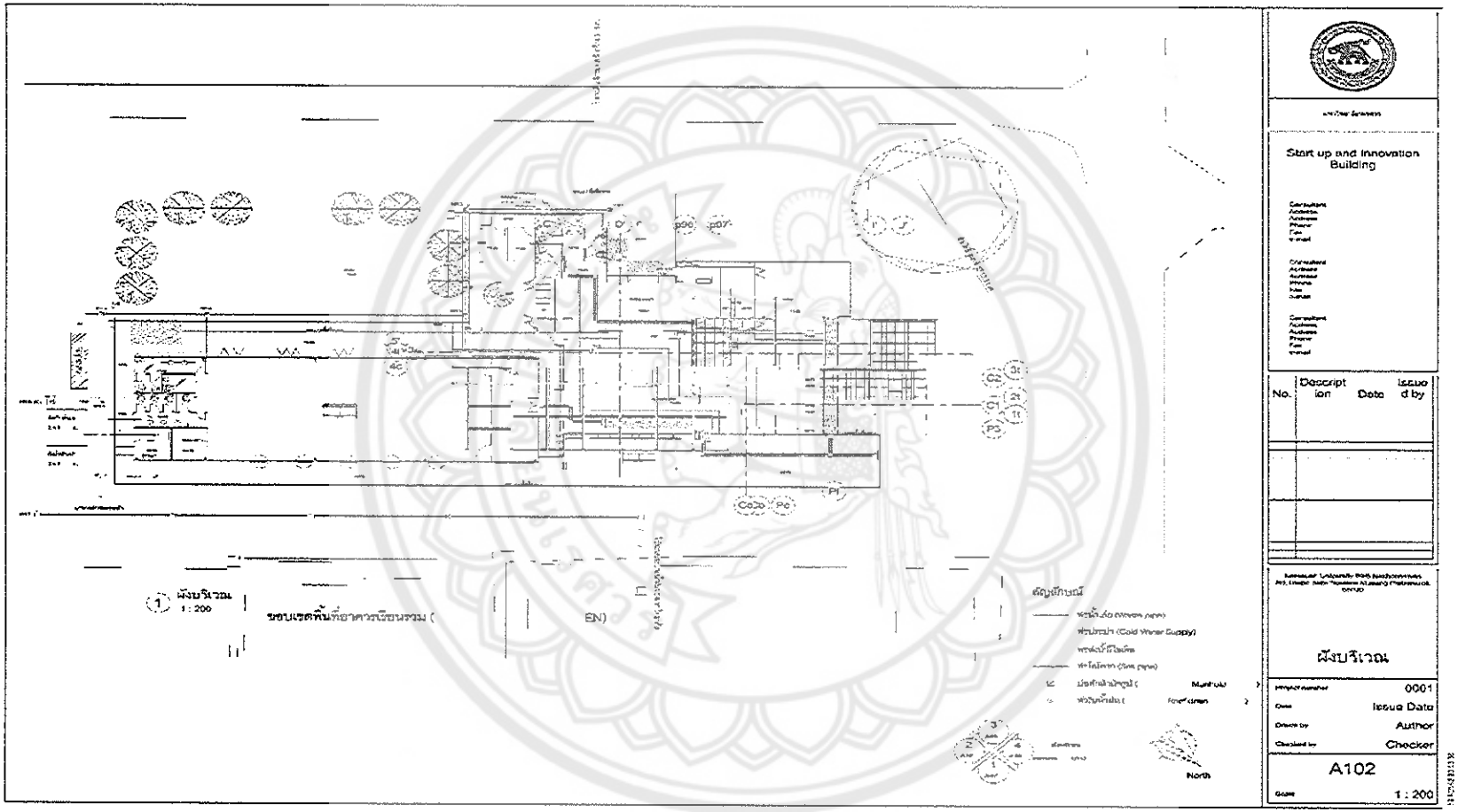
มหาวิทยาลัยนเรศวร

Naresuan University 99/6 Nakhonsawan Rd.Thapo Sub-Province Mueang
Phitsanulok 65000

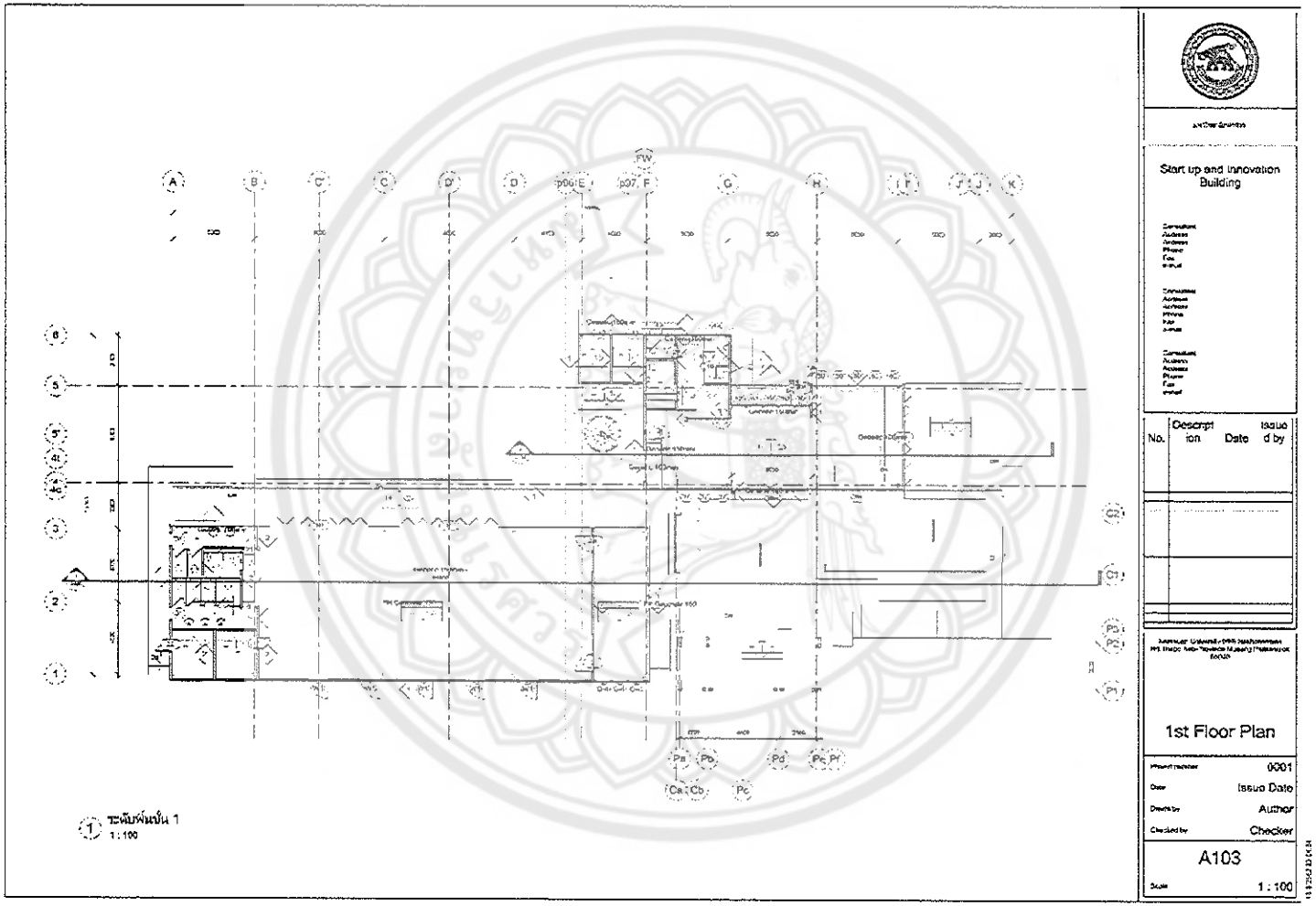
ภาพ 34 หน้าปกแบบสร้างจริง



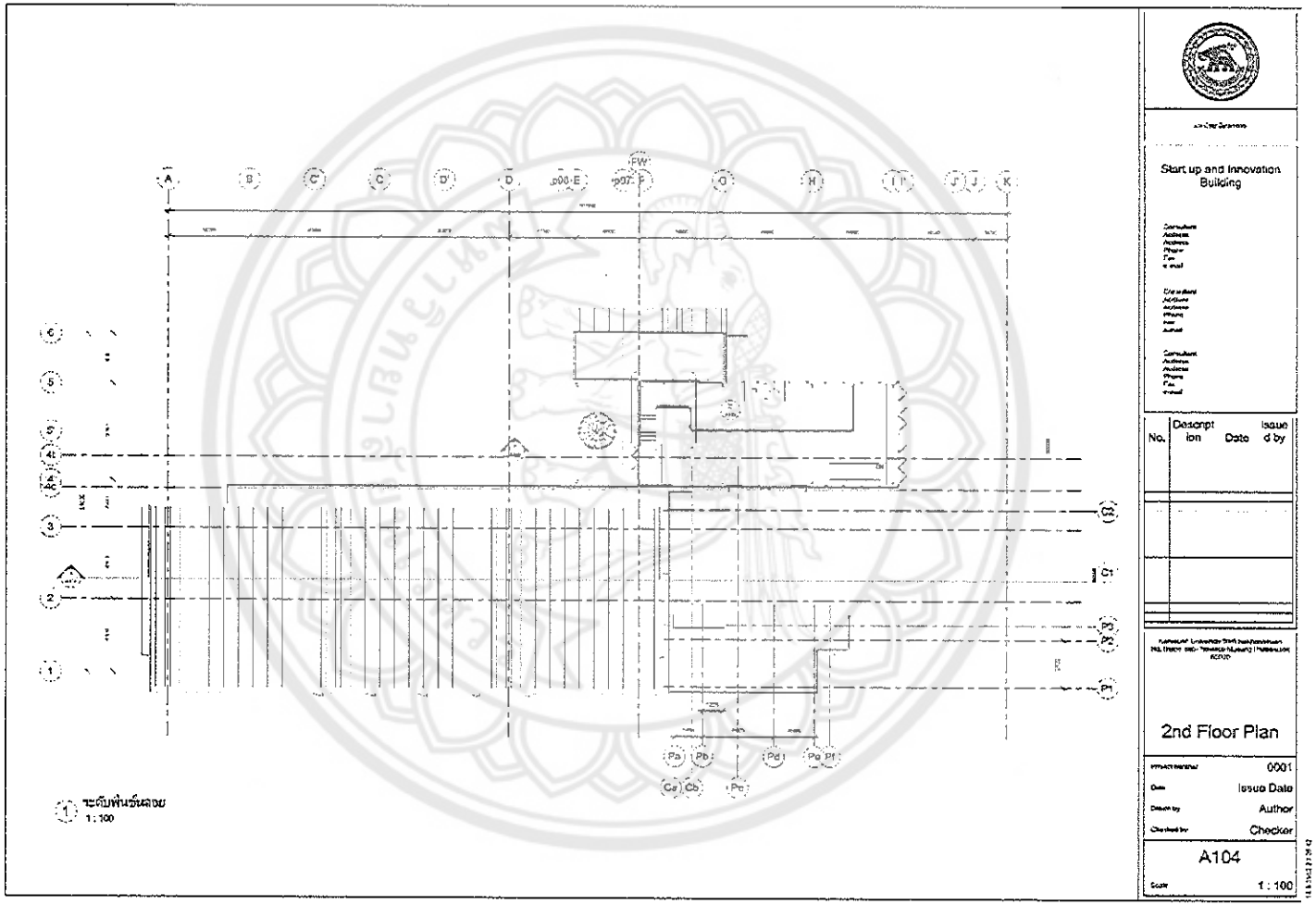
ภาพ 35 สารบัญแบบสร้างจริง



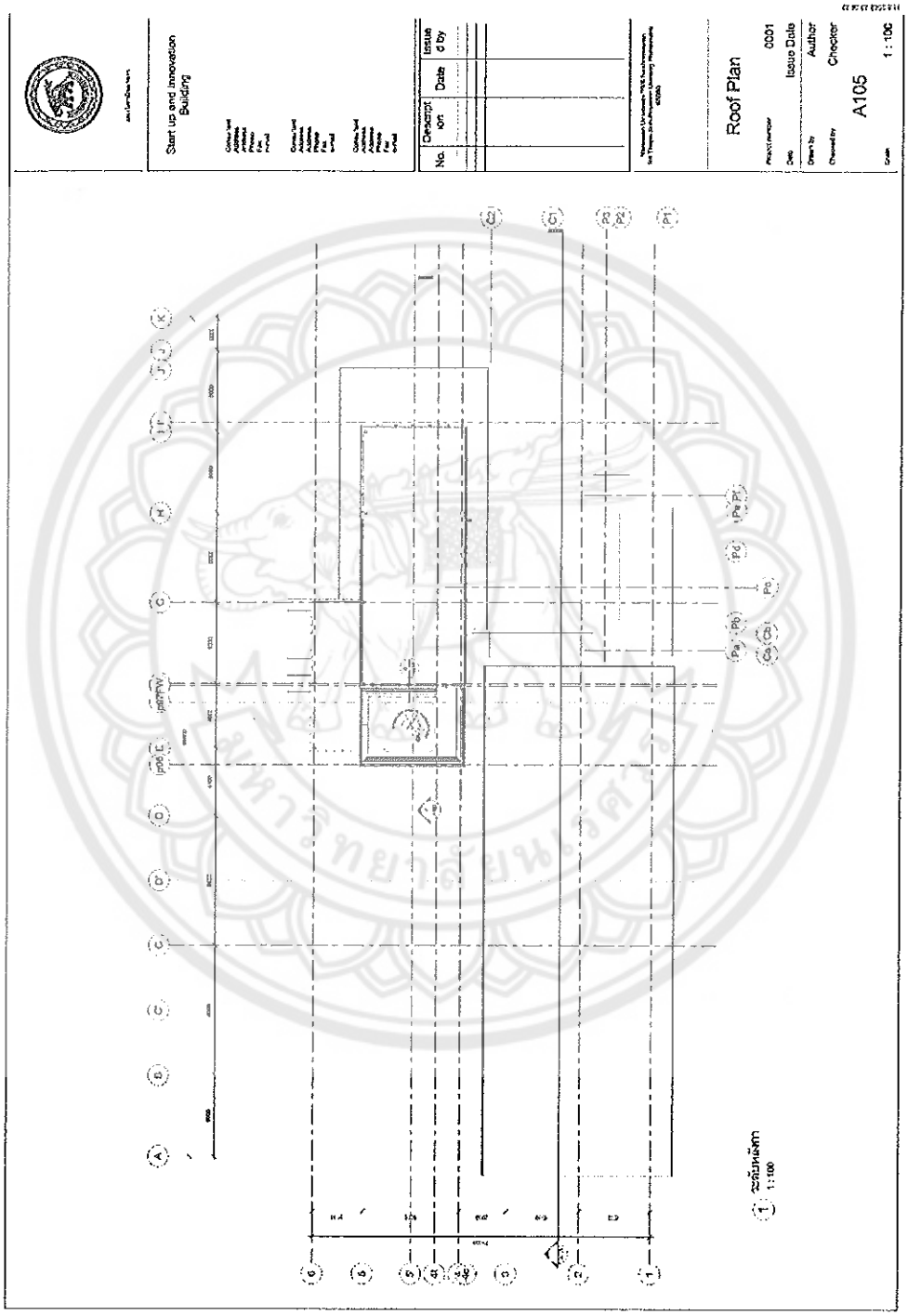
ภาพ 36 แปลนผังบริเวณแบบสร้างจริง



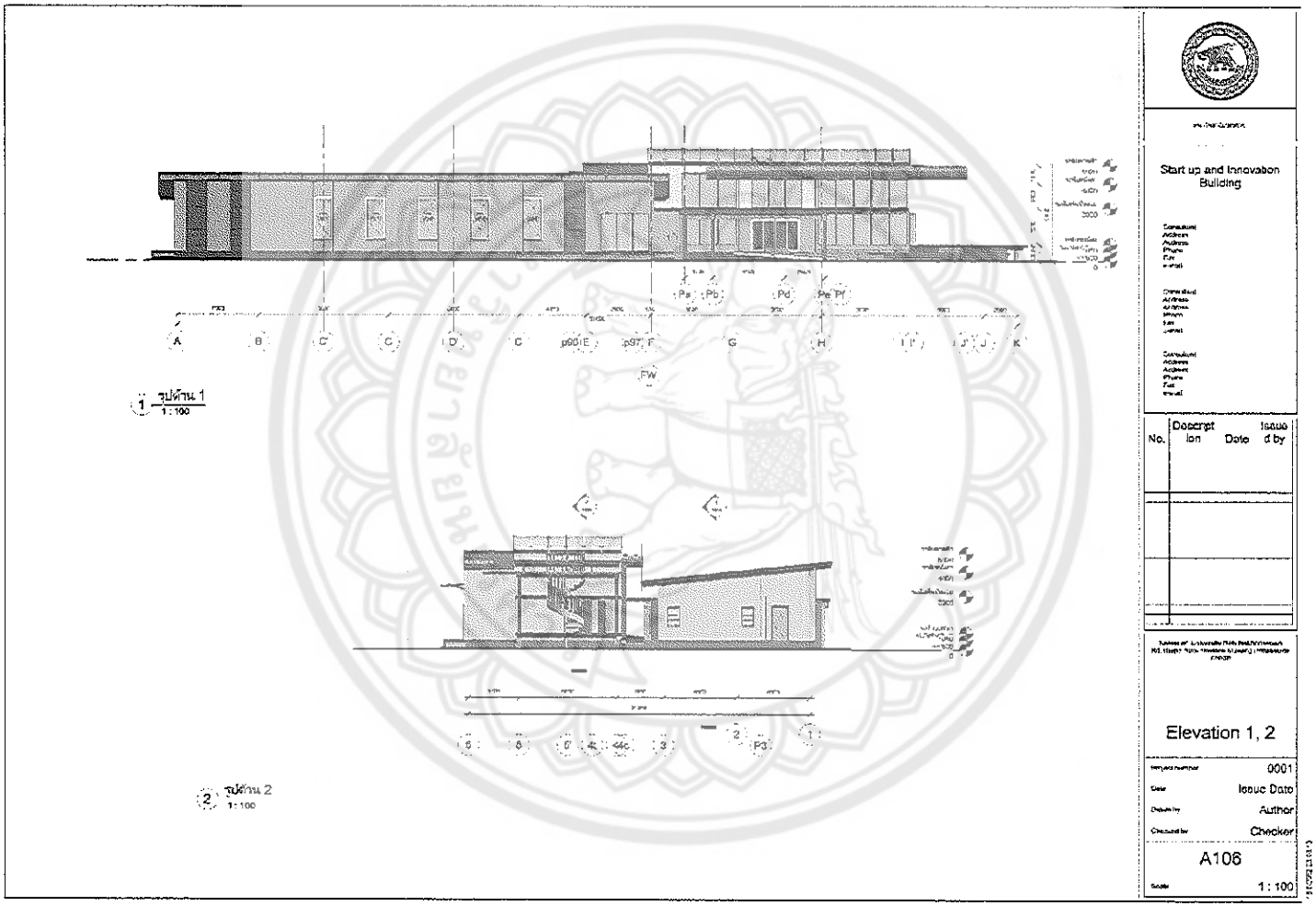
ภาพ 37 แปลนพื้นชั้นหนึ่งแบบสร้างจริง



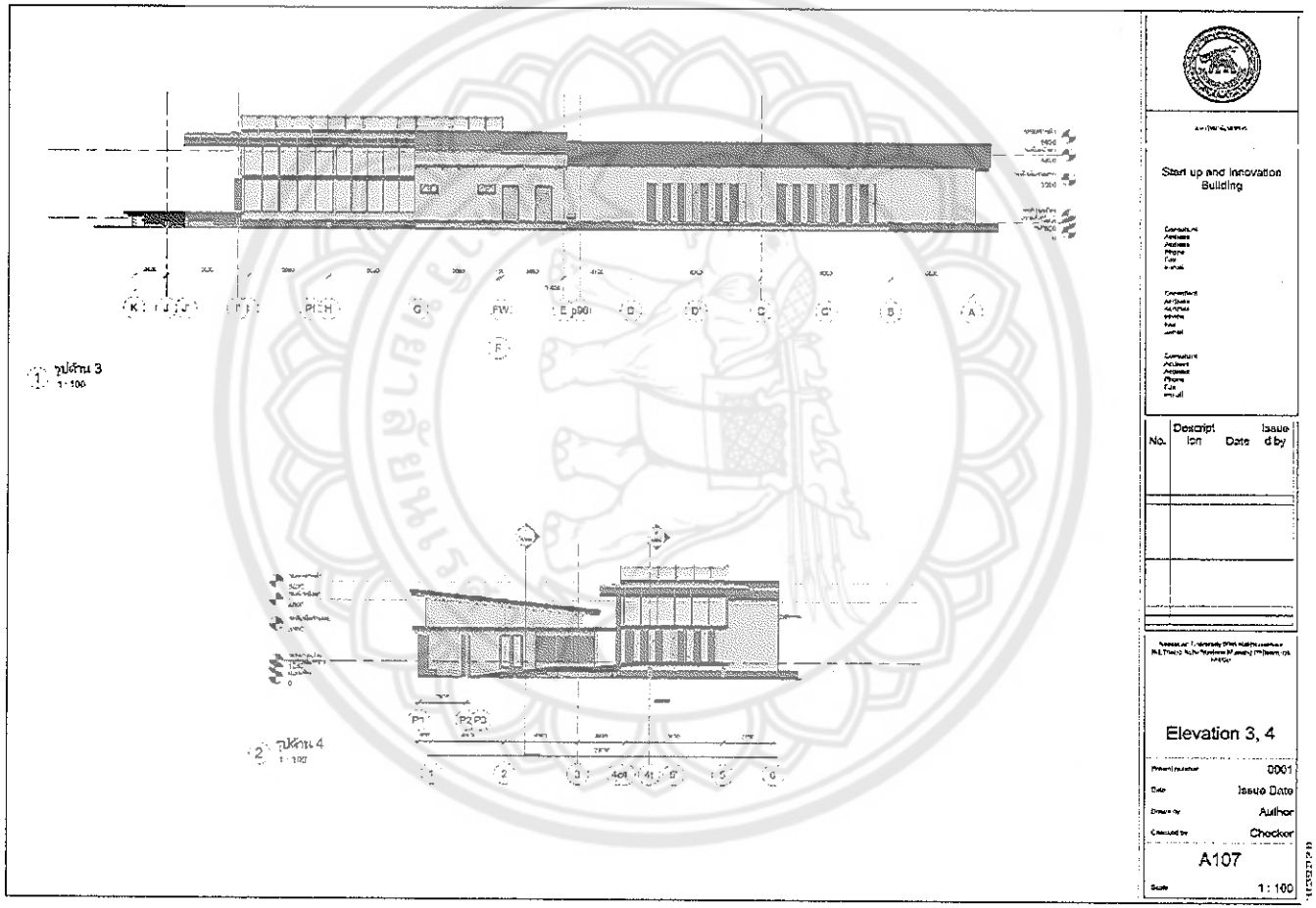
ภาพ 38 แปลนชั้นสองแบบสร้างจริง



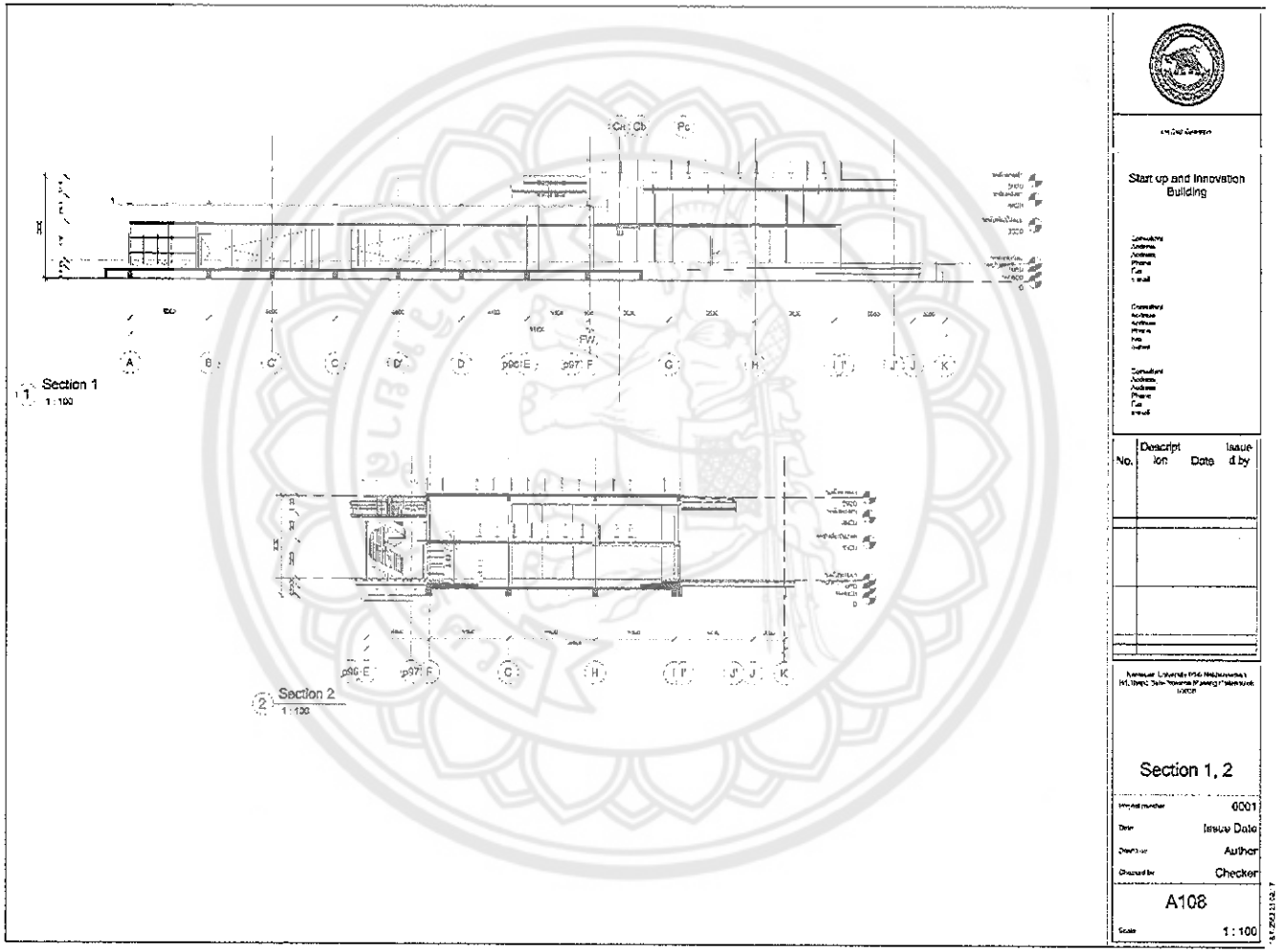
ภาพ 39 แปลนหลังคาแบบสร้างจริง



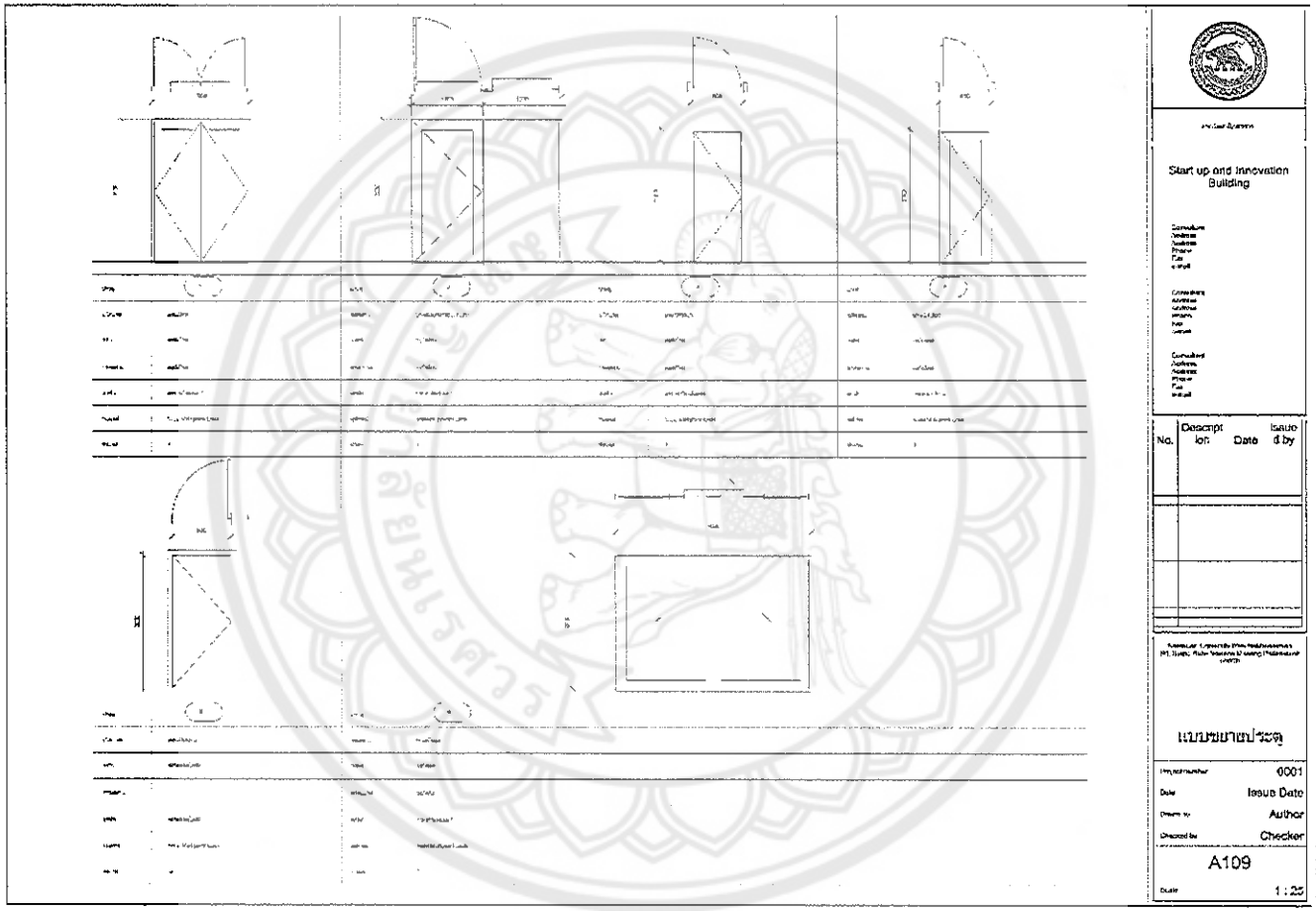
ภาพ 40 รูปด้าน 1 รูปด้าน 2 แบบสร้างจริง



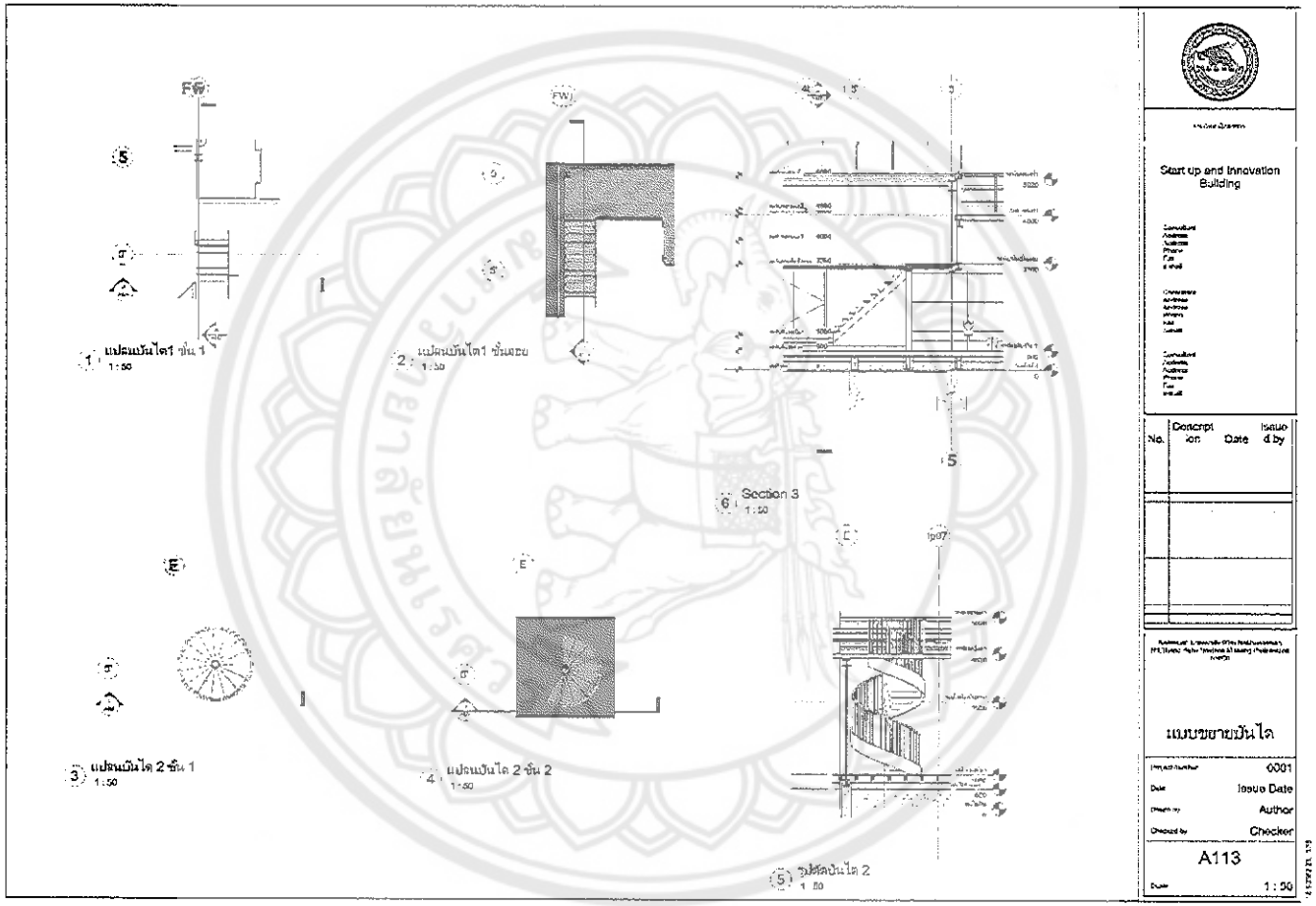
ภาพ 41 รูปด้าน 3 รูปด้าน 4 แบบสร้างจริง



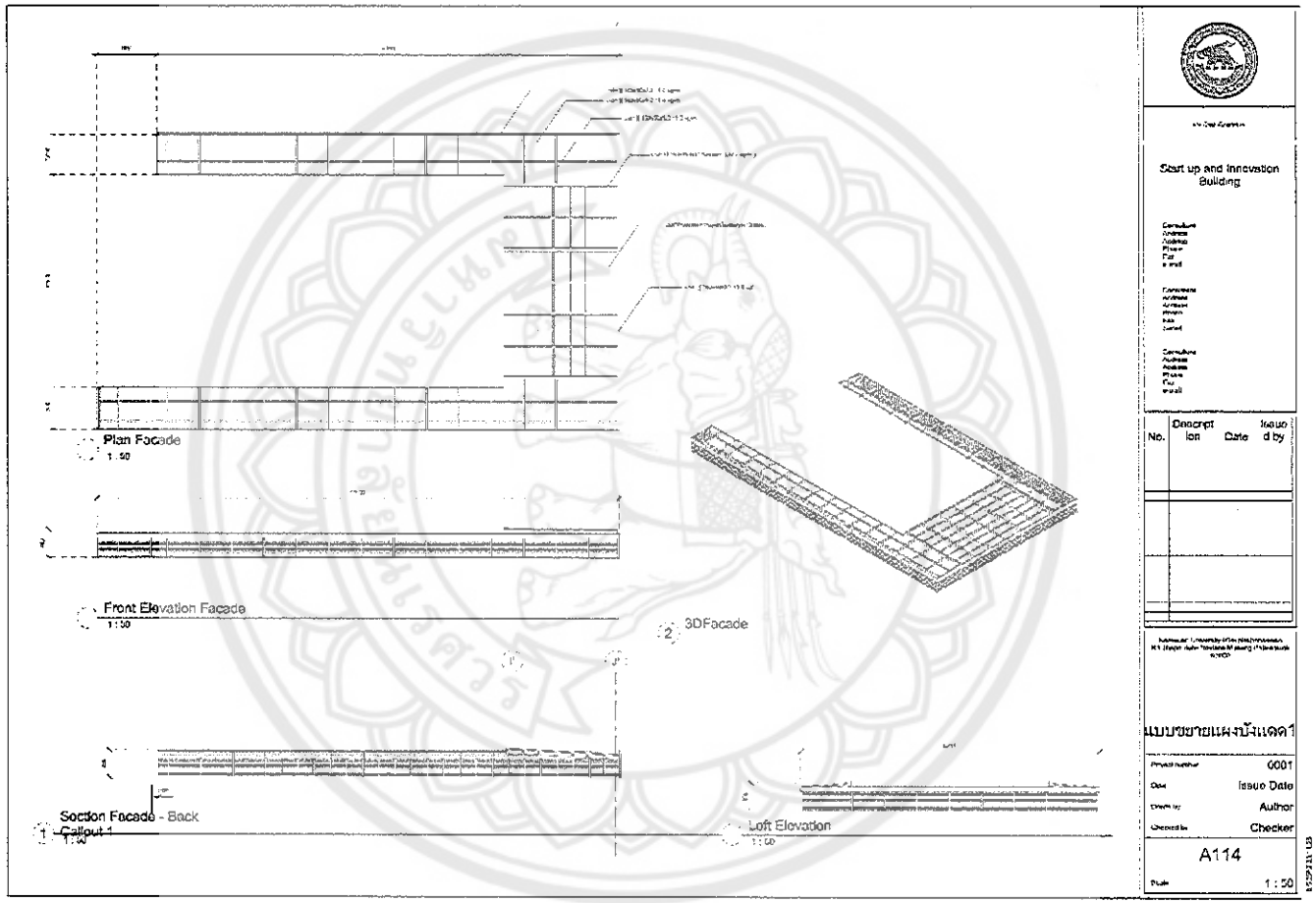
ภาพ 42 รูปตัด 1 รูปตัด 2 แบบสร้างจริง



ภาพ 43 แบบขยายประตูแบบสร้างจริง



ภาพ 44 แบบขยายบันไดแบบสร้างจริง



ภาพ 45 แบบขยายแผงบังแดดแบบสร้างจริง

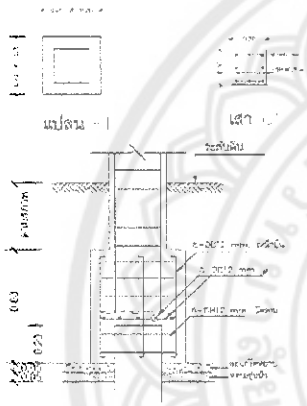
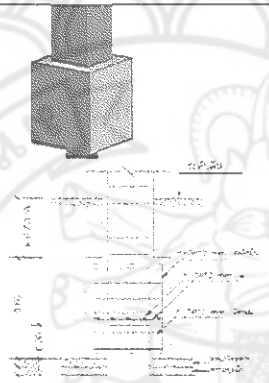
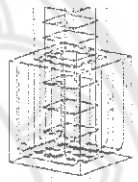
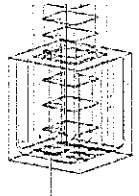
5. ระดับขั้นของข้อมูล หรือ Level of Definition (LOD) ในแบบจำลอง

แบบจำลองของโครงการตัวอย่างที่สร้างขึ้นในรูปแบบ 3D BIM มีการพัฒนาระดับขั้นของข้อมูลตามลำดับ โดยจัดทำแยกส่วนของ Model Elements ตามตาราง Omniclass 21 โดยสามารถสรุปได้ดังตาราง 4

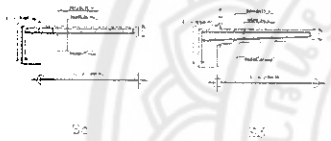
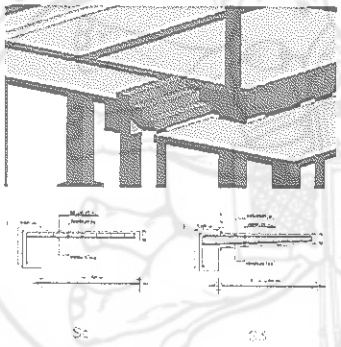
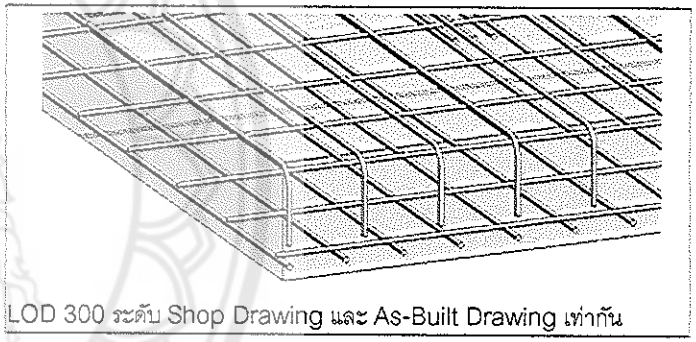
ตาราง 4 ระดับขั้นของข้อมูล หรือ Level of Definition (LOD) ในแบบจำลอง

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-01 00 00	Substructure				
21-01 10	Foundations				
21-01 10 10	Standard Foundations				

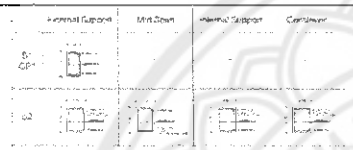
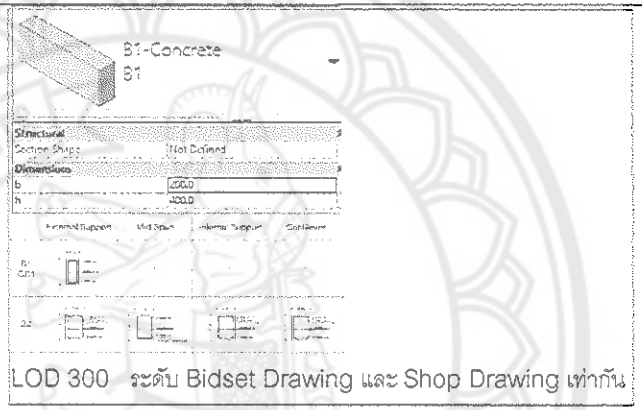
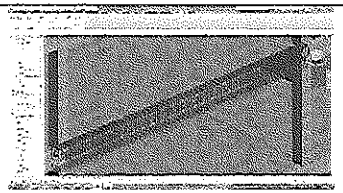
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-01 10 20 70	Pile Caps			  LOD 400 (ระดับเท่ากันทั้งแบบ Shop Drawing และ As-Built Drawing) -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม (แบบสามมิติ) - ระบุระยะความกว้าง ยาว ลึก และตำแหน่งโดยรอบ - บอกชนิดวัสดุ (การระบุและสร้างภาพพื้นผิวจำลองในโปรแกรม) - เพิ่มความชัดเจนในภาพจำลองมุมมองสามมิติ - เพิ่มการแสดงผลเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นโดยโปรแกรมจำลอง	
21-01 10 20 70 (ต่อ)	Pile Caps (ต่อ)	LOD 300 -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสองมิติ) - ระบุระยะความกว้าง ยาว ลึก และตำแหน่งโดยรอบ - บอกชนิดวัสดุ (การระบุ)	LOD 300 -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม (แบบสองมิติ) - ระบุระยะความกว้าง ยาว ลึก และตำแหน่งโดยรอบ - บอกชนิดวัสดุ (การระบุและสร้างภาพพื้นผิวจำลองในโปรแกรม) - เพิ่มความชัดเจนในภาพจำลองมุมมองสามมิติ		

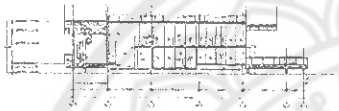
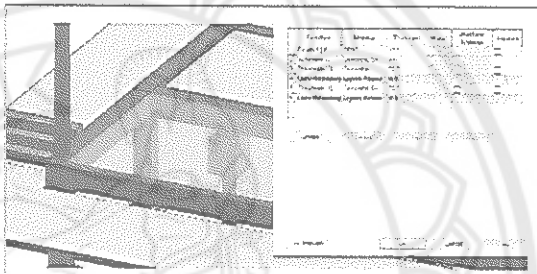
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 00 00	Shell				
21-02 10	Superstructure				
21-02 10 10	Floor Construction	 LOD 200 -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสองมิติ) โดยการแสดงตัวอย่างแบบขยาย - ไม่เห็นลักษณะส่วนเชื่อมต่อใกล้เคียง - บอกชนิดวัสดุ (การระบุ)	 LOD 200 -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสองมิติ) โดยการแสดงตัวอย่างแบบขยาย - ไม่เห็นลักษณะส่วนเชื่อมต่อใกล้เคียง - บอกชนิดวัสดุ (การระบุ) -เพิ่มแบบจำลองสามมิติ	 LOD 300 ระดับ Shop Drawing และ As-Built Drawing เท่ากัน -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสามมิติ) โดยการระบุในแบบสามมิติจนครบถ้วน -เห็นภาพจำลองและส่วนเชื่อมต่อใกล้เคียง - บอกชนิดวัสดุ	

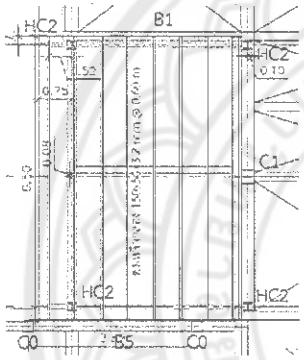
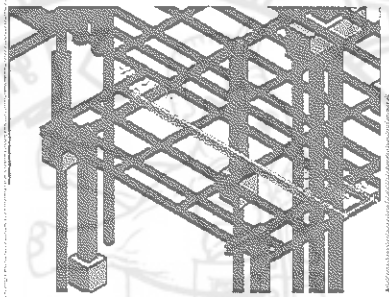
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 10 10 10	Floor Structural Frame	 LOD 300 -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสองมิติ) โดยการแสดงตัวอย่างแบบขยายในแต่ละเงื่อนไข - ไม่เห็นลักษณะส่วนเชื่อมต่อใกล้เคียง - บอกชนิดวัสดุ (การระบุ)	 LOD 300 ระดับ Bidset Drawing และ Shop Drawing เท่ากัน -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสองมิติ) โดยการแสดงตัวอย่างแบบขยาย - ไม่เห็นลักษณะส่วนเชื่อมต่อใกล้เคียง - บอกชนิดวัสดุ (การระบุ) -เห็นขนาดความกว้าง ความหนาและภาพจำลองสามมิติทั้งหมด		 LOD 400 -ระบุขนาดตำแหน่งเหล็กเสริม(แบบสองมิติ) โดยการสร้างแบบจำลองสามมิติจริง - เห็นลักษณะส่วนเชื่อมต่อใกล้เคียง - บอกชนิดวัสดุ -เห็นขนาดความกว้าง ความหนาและภาพจำลองสามมิติทั้งหมด

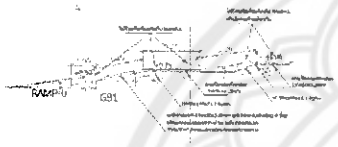
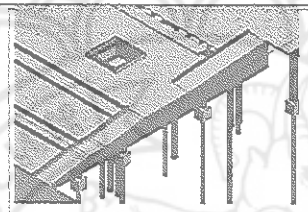
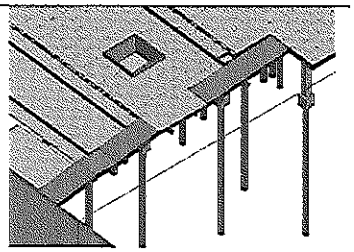
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 10 10 20	Floor Decks, Slabs, and Toppings	 LOD 200 -ระบุระยะหรือความหนาคร่าวๆ ไม่ปรากฏขัดในแบบ -ระบุชนิดวัสดุ	 LOD 300 *ระดับ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing เท่ากัน -ระบุระยะหรือความหนาตามชนิดหรือความหนาของวัสดุ -ระบุชนิดวัสดุ -เห็นภาพจำลองสามมิติและลักษณะวัสดุเบื้องต้น		
21-02 10 10 20 (ต่อ)	Floor Decks, Slabs, and Toppings (ต่อ)				

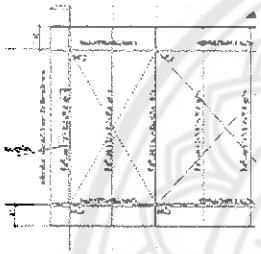
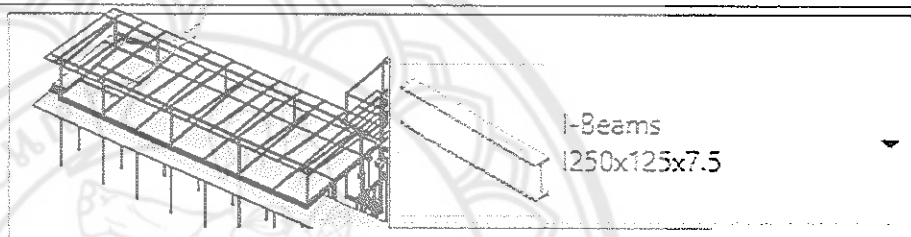
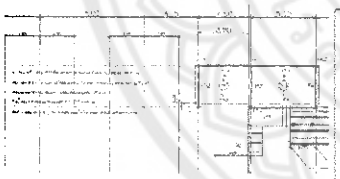
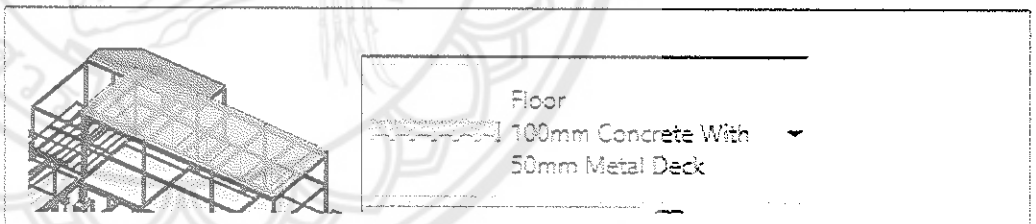
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 10 10 30	Balcony Floor Construction			LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน	
		LOD 300 -ระบุตำแหน่ง -ระบุชนิดและขนาดของวัสดุ	-ระบุตำแหน่ง -ระบุชนิดและขนาดของวัสดุ -เห็นแบบจำลองสามมิติ และ ส่วนใกล้เคียงโดยรอบ		

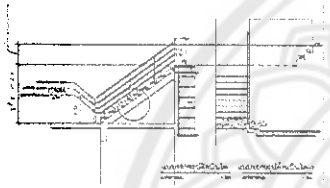
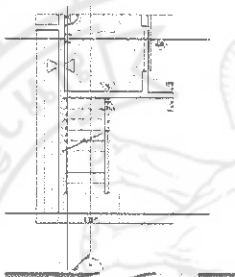
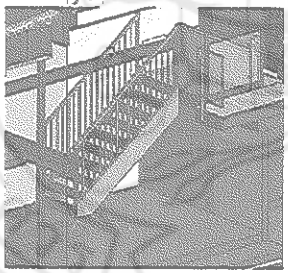
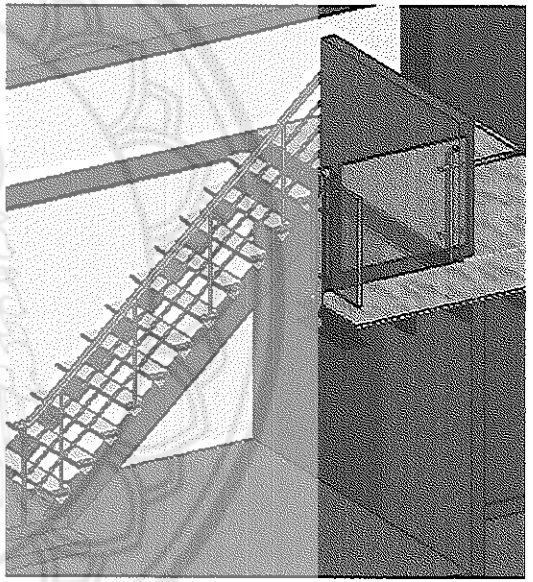
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 10 10 50	Ramps	 LOD 300 -ระบุตำแหน่ง -ระบุขนาดและชนิดของวัสดุ -ระบุการต่อของวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และแบบ Shop Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุตำแหน่ง -ระบุขนาดและชนิดของวัสดุ -ระบุการต่อของวัสดุ -เห็นแบบจำลอง		 LOD 350 *มีการปรับแก้ไขรายละเอียดของงานสถาปัตยกรรมให้ตรงตามหน้างาน -ระบุตำแหน่ง -ระบุขนาดและชนิดของวัสดุ -ระบุการต่อของวัสดุ -เห็นแบบจำลอง

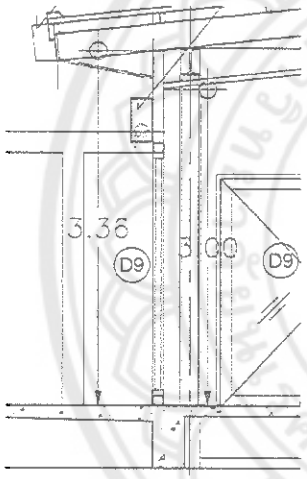
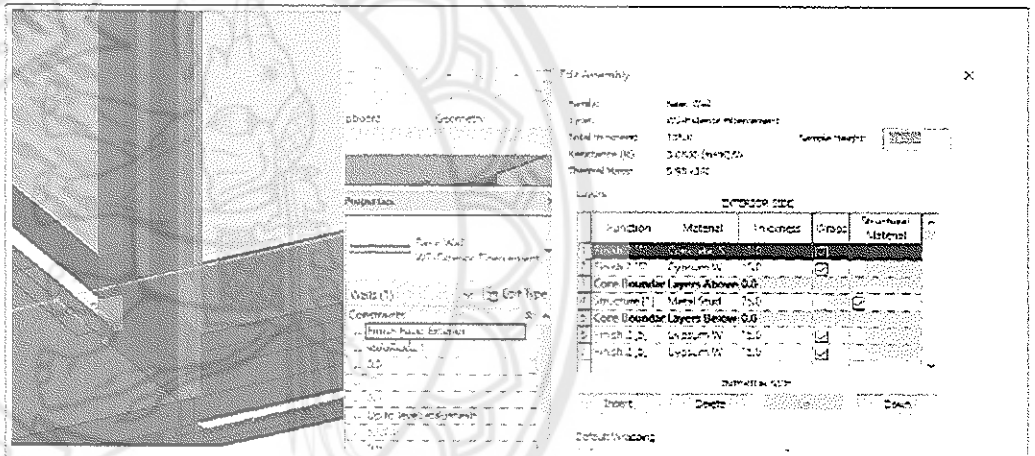
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 10 20 10	Roof Structural Frame	 LOD 300 -ระบุตำแหน่ง -ระบุชนิดและขนาดของวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุตำแหน่ง -ระบุชนิดและขนาดของวัสดุ -เห็นแบบจำลองสามมิติ และ ส่วนใกล้เคียงโดยรอบ		
21-02 10 20 20	Roof Decks, Slabs, and Sheathing	 LOD 300 -ระบุตำแหน่ง -ระบุชนิดและขนาดของวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุตำแหน่ง -ระบุชนิดและขนาดของวัสดุ -เห็นแบบจำลองสามมิติ และ ส่วนใกล้เคียงโดยรอบ		

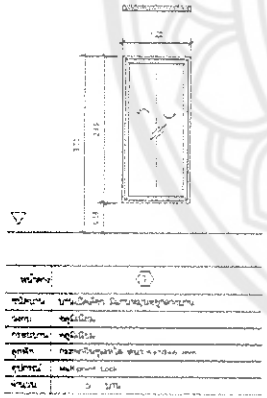
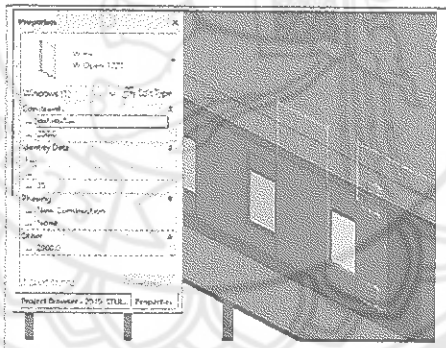
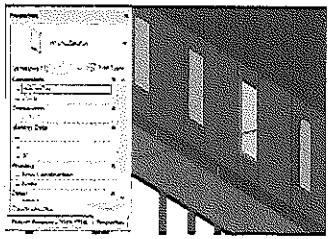
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 10 80	Stairs	 LOD 200 -ระบุระยะ -ระบุตัวอย่างลูกตั้งลูกนอน -ระบุรูปร่าง ขนาด และชนิดของวัสดุ (ตัวอักษร)	  LOD 200 -ระบุระยะ -ระบุตัวอย่างลูกตั้งลูกนอน -ระบุรูปร่าง ขนาด และชนิดของวัสดุ (ตัวอักษร) -สร้างแบบจำลองสามมิติ	 LOD 350 *รูปแบบ Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุระยะ ให้ตรงตามหน้างานจริง -ระบุรูปร่าง ขนาด และชนิดของวัสดุในวัสดุของแบบจำลองสามมิติ -แก้ไขขนาดวัสดุตามวัสดุก่อสร้างจริง	

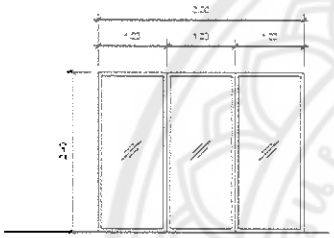
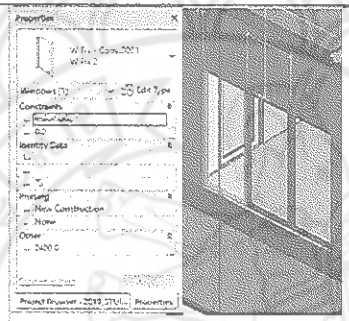
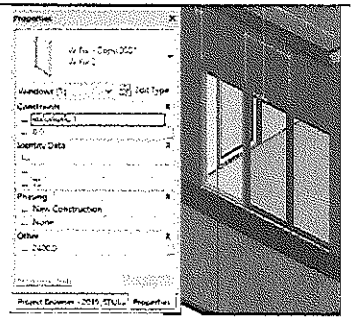
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 20	Exterior Vertical Enclosures				
21-02 20 10	Exterior Walls	 LOD 200 -ระบุขนาดโดยรวม เช่น ความหนา ความสูง	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดโดยรวม และ ขนาดวัสดุแต่ละชั้น -แสดงลักษณะวัสดุในแบบจำลอง -ข้อมูลจำลองเฉพาะของวัสดุ		
21-02 20 10 10	Exterior Wall Veneer	ไม่ปรากฏในแบบ	*รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing มีข้อมูลปรากฏในแบบจำลองสามมิติ และ ข้อมูล attribute data		

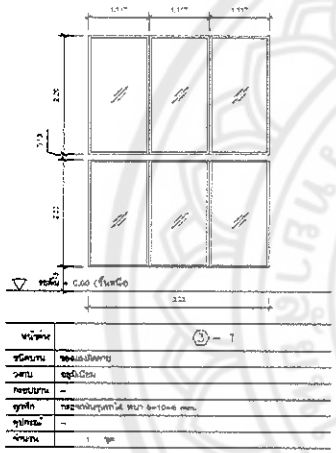
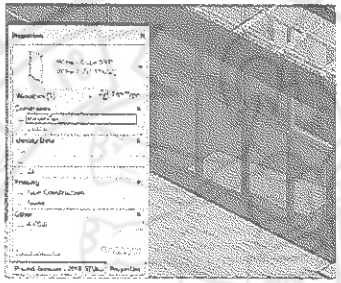
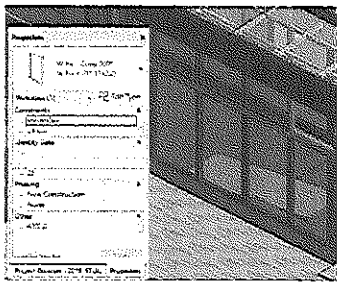
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 20 10 20	Exterior Wall Construction	ไม่ปรากฏในแบบ	*รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing มีข้อมูลปรากฏในแบบจำลองสามมิติ และ ข้อมูล attribute data		
21-02 20 10 30	Exterior Wall Interior Skin	ไม่ปรากฏในแบบ	*รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing มีข้อมูลปรากฏในแบบจำลองสามมิติ และ ข้อมูล attribute data		
21-02 20 20	Exterior Windows	 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และ Shop Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ-ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ โดยปรับแก้ไขขนาดและตำแหน่งตรงตามหน้างานจริง
21-02 20 20 10	Exterior Operating Windows				

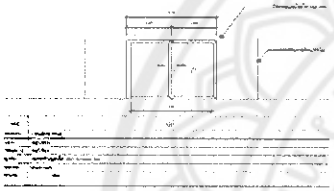
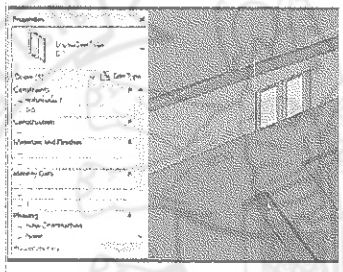
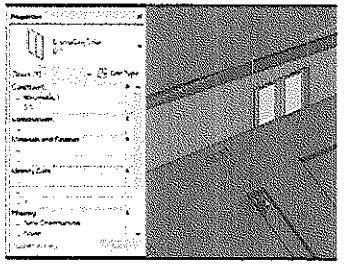
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 20 20 20	Exterior Fixed Windows	 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และ Shop Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติแก้ไขขนาดและตำแหน่งตรงหน้างาน

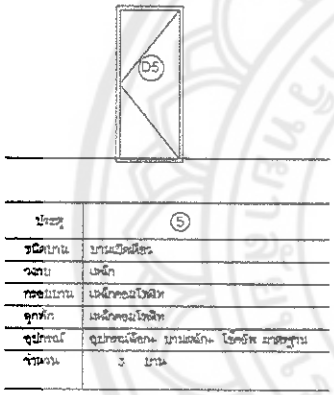
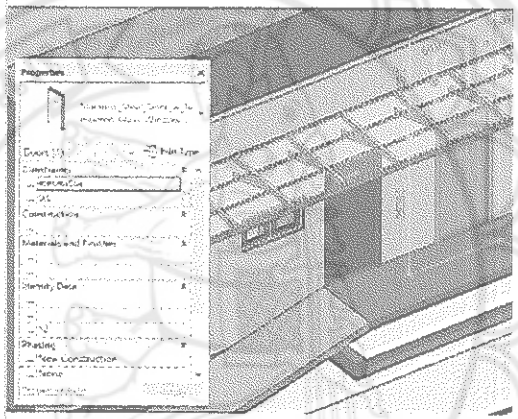
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 20 20 30	Exterior Window Wall	 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และ Shop Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		 LOD 350 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติแก้ไขระยะตำแหน่งและขนาดให้ตรงหน้างาน

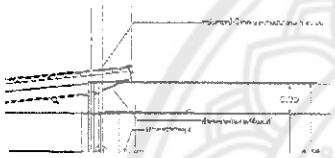
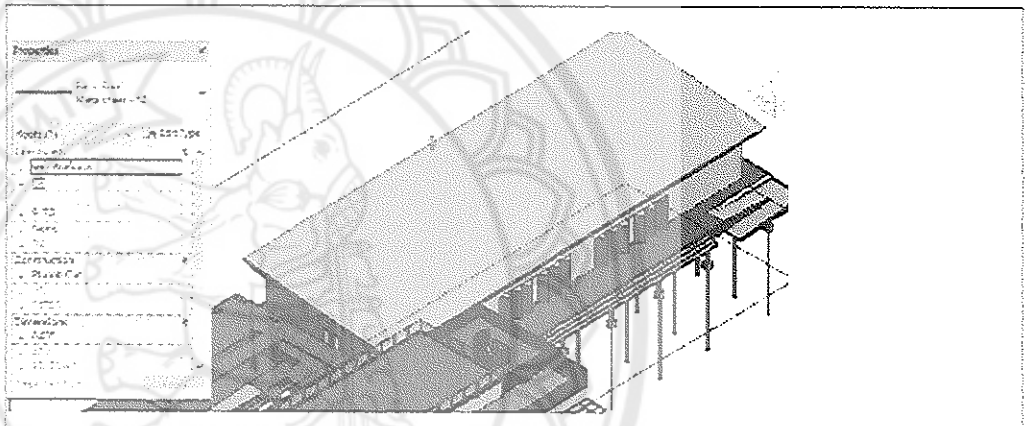
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 20 50 10	Exterior Entrance Doors	 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และ Shop Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		 LOD 350 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติแก้ไขระยะ ตำแหน่งและขนาดให้ตรงหน้างาน

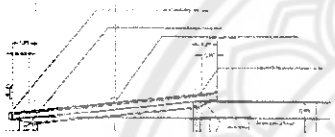
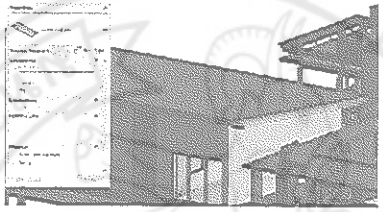
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 20	Exterior Utility				
50 20	Doors		 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน		
		LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	-ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		
21-02 30	Exterior Horizontal Enclosures				
21-02 30 10	Roofing				

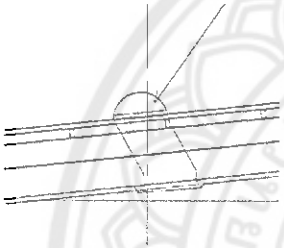
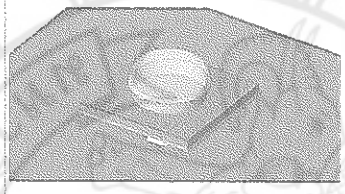
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 30 10 50	Low-Slope Roofing	 LOD 200 -ระบุขนาดความหนา -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 200 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดความหนา -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		

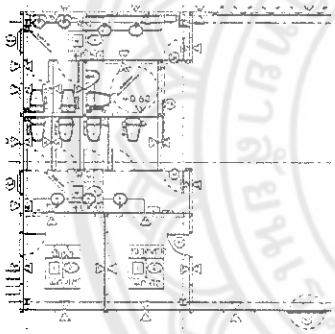
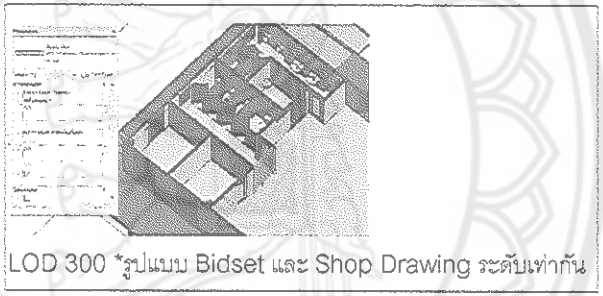
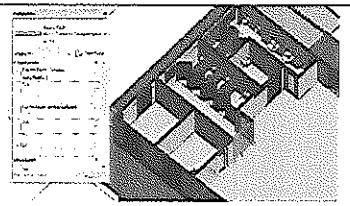
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 30 20	Roof Appurtenances	 LOD 200 -ระบุขนาดความหนา -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 200 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดความหนา -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์		
21-02 30 20 (ต่อ)	Roof Appurtenances (ต่อ)				

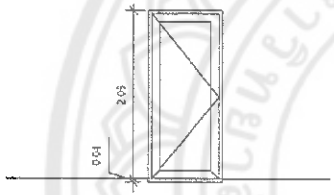
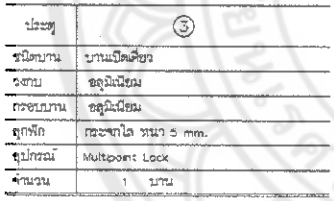
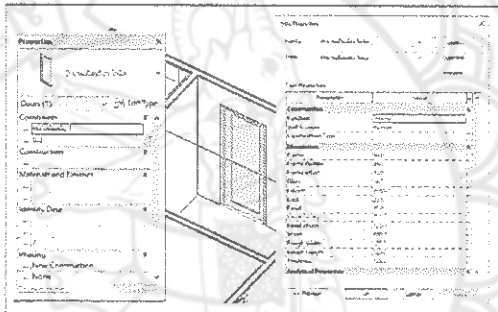
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-02 30 60 10	Roof Windows and Skylights	 LOD 200 -ระบุขนาดเบื้องต้น -ระบุชนิดอุปกรณ์	 LOD 200 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดเบื้องต้น -ระบุชนิดอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		
21-03 00 00	Interiors				

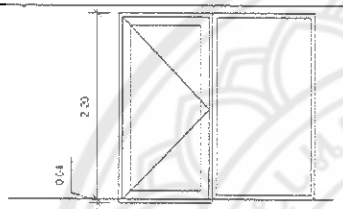
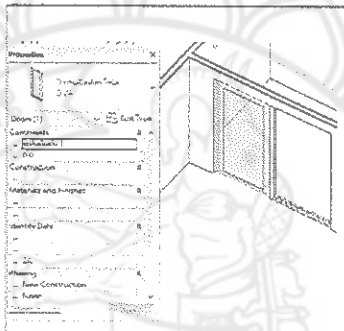
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 10	Interior Construction				
21-03 10 10	Interior Partitions				
21-03 10 10 10	Interior Fixed Partitions	 LOD 200 -ระบุขนาดเบื้องต้น (ความหนารวม) -ระบุชนิดวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และ Shop Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดความหนาตามชนิดวัสดุ -ระบุชนิดและข้อมูลวัสดุ - แบบจำลองสามมิติ		 LOD 350 -ระบุขนาดความหนาตามชนิดวัสดุ -ระบุชนิดและข้อมูลวัสดุ - แบบจำลองสามมิติโดยตรวจสอบและปรับแก้ไขตำแหน่งให้ตรงตามจริง

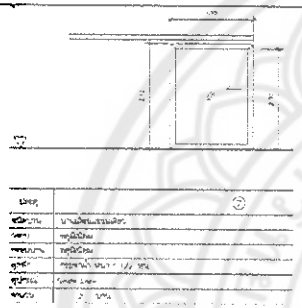
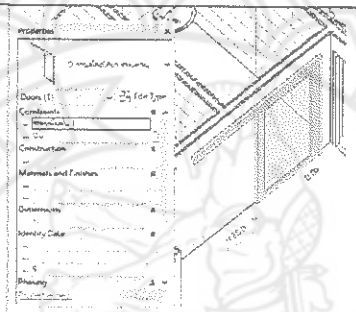
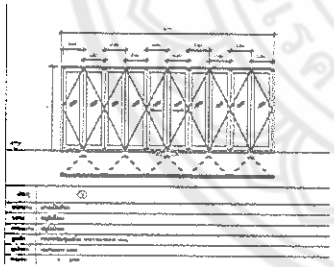
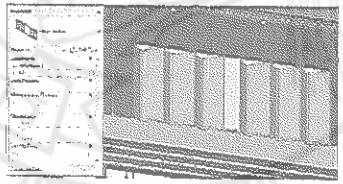
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 10 30	Interior Doors				
21-03 10 30 10	Interior Swinging Doors	  LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		

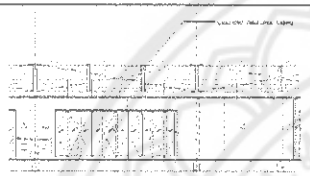
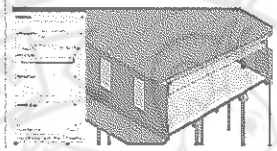
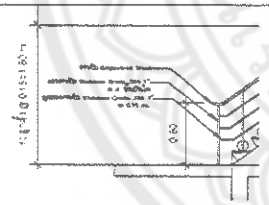
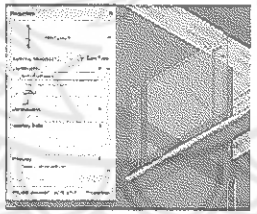
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 10 30 20	Interior Entrance Doors	 ประตู ② วัสดุบาน บานเปิดเนื้อกระจกลงกรอบ วงกบ อลูมิเนียม กรอบบาน อลูมิเนียม ลูกฟัก กระจกใส หนา 5 mm. อุปกรณ์ Multipoint Lock จำนวน 2 บาน LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์ -แบบจำลองสามมิติ		

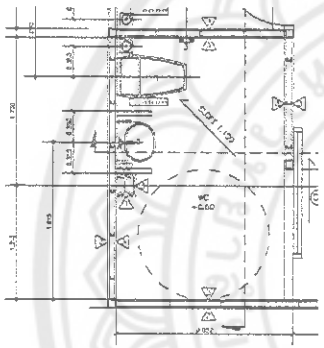
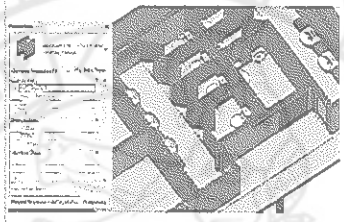
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 10 30 25	Interior Sliding Doors	 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์		
21-03 10 30 30	Interior Folding Doors	 LOD 300 -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดและระยะ -ระบุชนิดวัสดุและอุปกรณ์		

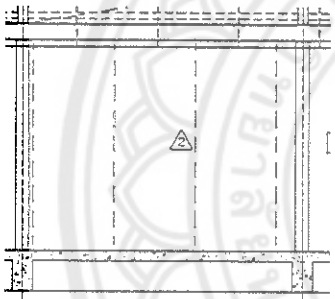
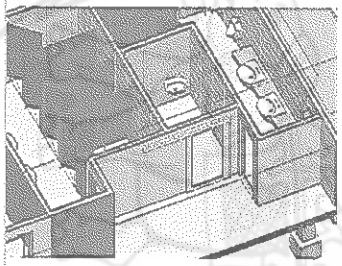
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 10 70	Suspended Ceiling Construction	 LOD 200 -ระบุชนิด ตำแหน่ง และขอบเขต (ไม่ระบุความหนาและโครงสร้าง)	 LOD 200 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุชนิด ตำแหน่ง และขอบเขต (ไม่ระบุความหนาและโครงสร้าง)		
21-03 10 90	Interior Specialties				
21-03 10 90 10	Interior Railings and Handrails	 LOD 200 -ไม่ระบุขนาดที่ชัดเจน ระบุเพียงชนิด และตำแหน่ง	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุขนาดตามวัสดุจริง -ระบุตำแหน่งในแบบจำลองสามมิติ และมุมมองอื่นๆ		

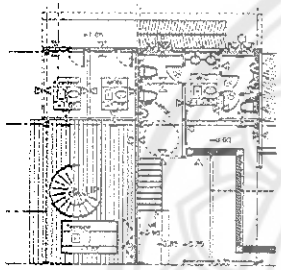
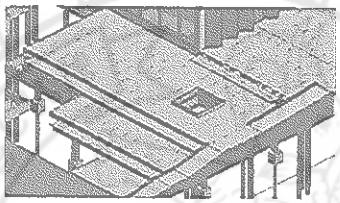
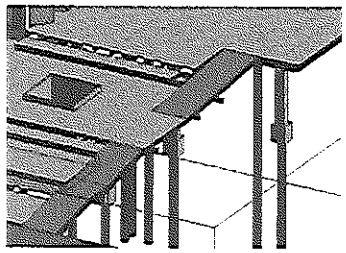
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 10 90 40	Toilet, Bath, and Laundry Accessories	 LOD 200 -ระบุระยะติดตั้ง -ไม่ระบุขนาดชิ้นอุปกรณ์ขัดเจน	 LOD 200 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุระยะติดตั้ง -ไม่ระบุขนาดชิ้นอุปกรณ์ขัดเจน		

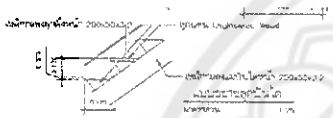
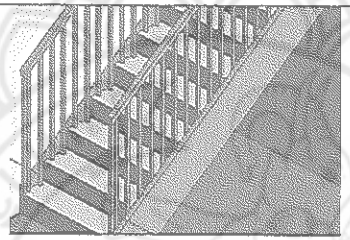
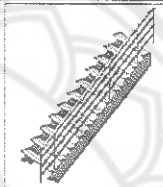
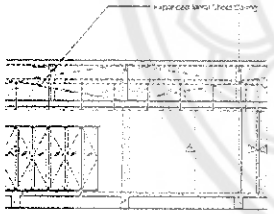
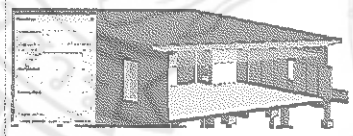
ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 20	Interior Finishes				
21-03 20 10	Wall Finishes	 LOD 200 -ระบุชนิด	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ -แสดงลักษณะพื้นผิววัสดุในแบบจำลองสามมิติ		

ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 20 30	Flooring	 LOD 200 - ระบุชนิดวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset และ Shop Drawingระดับเท่ากัน -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ -แสดงลักษณะพื้นผิววัสดุในแบบจำลองสามมิติ		 LOD 300 -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ -แสดงลักษณะพื้นผิววัสดุในแบบจำลองสามมิติ

ตาราง 4 (ต่อ)

Table 21	Elements	Bidset (2DCAD)	Bidset (BIM)	Shop Drawing BIM	As-Built Drawing BIM
21-03 20 40	Stair Finishes	 LOD 200 -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ	 LOD 200 -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบShop Drawing และ As-Built Drawing เท่ากัน -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ -แก้ไขแบบจำลองสามมิติให้ตรงตามชนิดวัสดุ	
21-03 20 50	Ceiling Finishes	 LOD 200 -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ	 LOD 300 *รูปแบบ Bidset Shop Drawing และ As-Built Drawing ระดับเท่ากัน -ระบุชนิด -ระบุความหนาวัสดุ -สร้างแบบจำลองสามมิติ เพื่อตรวจเช็คความสูงและส่วนใกล้เคียง		

จากผลลัพธ์ของการจัดทำปรากฏว่าว่า การจัดทำแบบจำลองในโครงการตัวอย่าง สามารถดำเนินการจัดทำแบบจำลองอาคารในส่วนต่างๆ ได้แล้วเสร็จ โดยแบบจำลองและผลลัพธ์ของแบบจำลองเหล่านี้ จะวัดค่าและประเมินโดยการสอบถามบุคลากรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบว่าเหมาะสมกับการใช้งานจริงในการบริหารสัญญาหรือไม่

ผลการประเมินแบบก่อสร้างและการตอบคำถามด้านการประยุกต์ใช้งานจริงกับองค์กร

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องสองประเด็นหลัก อันได้แก่ ประเด็นด้านปัญหาการประยุกต์ใช้งาน BIM ในองค์กรณ์ และประเด็นด้านผลลัพธ์ของการจัดทำแบบจำลอง BIM เพื่อจัดทำแบบก่อสร้างสำหรับ โครงการตัวอย่าง ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลสรุปของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามสามารถสรุปได้ดังตาราง

ตาราง 5 ข้อมูลสรุปของกลุ่มตัวอย่าง

สถานภาพทั่วไป		**จำนวน (N)**	**ร้อยละ (%)**
ตำแหน่งในองค์กร	อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ระดับบริหาร	2	8.7
	เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการหรือผู้รับเหมาก่อสร้าง	10	43.5
	บุคคลทั่วไปที่มีความรู้ความสนใจด้าน BIM หรือนักศึกษา	11	47.8
	รวม	23	100
เคยใช้งาน BIM ในงานออกแบบก่อสร้าง ควบคุมงานในองค์กรณ์หรือไม่	เคย	11	47.8
	ไม่เคย	12	52.2
	รวม	**23**	**100**
มีความเกี่ยวข้องกับโครงการตัวอย่าง อาคาร Startup and Innovation หรือไม่	เกี่ยวข้อง	6	26.1
	ไม่เกี่ยวข้อง	17	73.9
	รวม	23	100
ประสบการณ์ทำงานในองค์กรณ์ (ปี)	**ค่าเฉลี่ย**	7.43	

2. ข้อมูลสรุปของความเห็นด้านปัญหาการประยุกต์ใช้งาน BIM ในปัจจุบัน

มุมมองด้านบุคลากร

ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นว่าผู้เกี่ยวข้องแต่ละฝ่ายในโครงการก่อสร้างปัจจุบันยังไม่พร้อมปฏิบัติงานในรูปแบบ BIM โดยมีสาเหตุหลัก อันเนื่องมาจากยังมีหลายฝ่ายยังไม่มีองค์ความรู้ หรือบุคลากรที่มีความสามารถด้าน BIM การจะประยุกต์ใช้ได้อย่างเต็มที่ ทุกฝ่ายในงานก่อสร้างจะต้องเข้าใจรูปแบบการทำงานและสามารถปฏิบัติงานร่วมกันได้ และมีสาเหตุรองคือการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานที่ต้องใช้เวลา

ด้านองค์กร วิธีการและรูปแบบการทำงาน

ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นว่าองค์กรยังไม่พร้อมนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในทันที เนื่องจากปัจจุบัน ความพร้อมทั้งด้านทักษะ รูปแบบการทำงาน และเทคโนโลยี ยังไม่เพียงพอต่อเงื่อนไขในการประยุกต์ใช้ BIM

ด้านระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

ผู้ตอบแบบสอบถามยังไม่มีคำตอบที่แน่ชัดด้านระยะเวลาของขั้นตอนการปฏิบัติงานออกแบบและจัดทำแบบ และผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าเทคโนโลยี BIM จะช่วยให้

ข้อมูลสรุปของความเห็นด้านการประยุกต์ใช้ BIM สรุปได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 ความเห็นด้านปัญหาการประยุกต์ใช้งาน BIM ในปัจจุบัน

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
คำถามด้านความพร้อมของบุคลากร 3 คำถาม					
1.บุคลากรทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้าง (เจ้าของโครงการ ที่ปรึกษา ผู้รับจ้างก่อสร้าง ผู้รับจ้างช่วง) มีความพร้อมที่จะปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน โดยนำเทคโนโลยี BIM มาใช้งานในโครงการก่อสร้างขององค์กรณ์หรือไม่	1.พร้อมปฏิบัติ	- ประโยชน์ที่ได้รับคุ้มค่า	4	17.4	ไม่พร้อมปฏิบัติ (60.9%)
		-เทคโนโลยีสามารถเรียนรู้ใช้งานได้ง่าย/จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้งาน	2	8.7	
		-ไม่ระบุสาเหตุ	3	13.0	
	รวม		9	39.1	
	2.ไม่พร้อมปฏิบัติ	ขาดเครื่องมือหรือซอฟท์แวร์	3	13.0	
		บุคลากรยังไม่มีความรู้ความเข้าใจ	3	13.0	
		ยังไม่ได้รับความร่วมมือจากฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	2	8.7	
		รูปแบบการทำงานปัจจุบันยังไม่เหมาะสม	1	4.5	
		ไม่ระบุสาเหตุ	5	21.7	
	รวม		14	60.9	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
2.ท่านคิดว่าบุคลากรทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างปัจจุบัน มีความจำเป็นต้องศึกษาการใช้งาน BIM เพื่อรองรับเทคโนโลยี BIM ในอนาคตหรือไม่	จำเป็น	เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	14	60.8	จำเป็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเดิม(60.8%)
		เพื่อการสื่อสารที่ดีและลดข้อผิดพลาด	4	17.4	
		ไม่ระบุสาเหตุ	5	21.8	
	ไม่จำเป็น		0	0	
	รวม		23	100	
3.เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน BIM ท่านคิดว่าบุคลากรทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างปัจจุบัน ต้องปฏิบัติอย่างไร	1	บุคลากรทุกฝ่ายศึกษาความรู้เพิ่มเติมให้สามารถเข้าใจเบื้องต้น	14	60.9	บุคลากรทุกฝ่ายศึกษาความรู้เพิ่มเติมให้สามารถเข้าใจเบื้องต้น (60.9%)
	2	เฉพาะบุคลากรเฉพาะฝ่ายปฏิบัติเขียนแบบควรศึกษาการใช้งานเพิ่มเติม	3	13	
	3	จ้างผู้เชี่ยวชาญ BIM มาให้คำปรึกษาเพิ่มเติม	6	26.1	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
ด้านองค์กร วิธีการและรูปแบบการทำงาน จำนวน 3 ข้อ					
4.ท่านคิดว่าองค์กรณ์ของท่าน มีความพร้อมสามารถปรับเปลี่ยนบทบาทหน้าที่ ให้รองรับการทำงานโครงการก่อสร้างที่ใช้เทคโนโลยี BIM ได้หรือไม่ (จัดหาเจ้าหน้าที่เพิ่มเติม อบรมศึกษาผู้ปฏิบัติหน้าที่เดิม และผู้บริหารให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี)	1	ไม่พร้อมปรับเปลี่ยน ควรใช้ระยะเวลาฝึกฝน อบรมความรู้บุคลากรเพิ่มเติม กรณีจำเป็นควรจ้างบุคลากรภายนอกมาช่วยปฏิบัติงาน	14	60.9	ยังไม่พร้อมปรับเปลี่ยน (60.9%)
	2	พร้อมปรับเปลี่ยน หรือจัดทีมทำงานได้ในทันที โดยจัดหาบุคลากรภายในองค์กรณ์เป็นหลัก	9	39.1	
	รวม		23	100	
5.ท่านคิดว่าองค์กรณ์ของท่านสามารถเพิ่มขอบเขตงาน ระยะเวลาปฏิบัติงานและหน้าที่ให้ฝ่ายปฏิบัติงานเขียนแบบ สามารถเขียนแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้หรือไม่	ทำได้		3	13	ไม่สามารถทำได้ (87%)
	ทำไม่ได้		20	87	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
6. ท่านคิดว่าหากมีการประยุกต์ใช้งานแบบจำลอง BIM ที่มีความละเอียดของข้อมูลมากยิ่งขึ้น ในทุกขั้นตอนของโครงการก่อสร้าง จะมีความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมต่อรูปแบบการทำงานเดิมของมหาวิทยาลัยนเรศวรหรือไม่	เหมาะสม	สามารถประยุกต์ใช้ได้และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเดิม	7	36.4	ไม่เหมาะสม (63.4%)
		ไม่ระบุเหตุผล	1		
	ไม่เหมาะสม	ปัญหาด้านสัญญาราชการ	4	63.6	
		ปัญหาด้านระยะเวลาการทำงาน	3		
		ปัญหาด้านฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	1		
		ไม่ระบุเหตุผล	7		
	รวม		23	100	
คำถามด้านเครื่องมือและทรัพยากร 3 คำถาม					
7.องค์กรณ์ของท่านมีความพร้อมที่จะจัดหาซอฟท์แวร์ Revit 2020 มาใช้งาน สำหรับโครงการก่อสร้างหรือไม่(ค่าเช่าแบ่งเป็นเรทราคา รายเดือน ราคา 6,625 บาท/เดือน รายปี ราคา 53,500 บาท/ปี หรือเหมาจ่าย 3ปีราคา 145,000 บาท สำหรับเพื่อการศึกษา หรือการใช้งานไม่ก่อรายได้สามารถขอทดลองใช้ฟรีได้ 2 ปี)	ไม่พร้อม		13	56.5	ไม่พร้อม (56.5%)
	พร้อม		10	43.5	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
8.องค์กรณ์ของท่านมีเครื่องมือคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ที่รองรับการใช้งานซอฟท์แวร์ Revit 2020 หรือไม่ (ระบบที่เหมาะสมสามารถดำเนินงานได้ CPU: Intel Xeon,I series 7 AMD รุ่นรองรับเทคโนโลยี sse2 Ram 16GB หรือมากกว่า หน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 1680x1050 รองรับ Directx11 พื้นที่ว่างใน Disk ไม่น้อยกว่า 30 GB)	ไม่เหมาะสม	Computer มีเสปคต่ำกว่าระบุ	12	52.1	ไม่พร้อม (56.5%)
	เหมาะสม	Computer มีเสปคเทียบเท่าหรือดีกว่าระบุ	10	43.6	
	ไม่ระบุ		1	4.3	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
9.ท่านมีความพร้อมที่จะปฏิบัติ ศึกษาการใช้งาน Revit 2020 หรือไม่	พร้อม	สามารถศึกษาและปฏิบัติได้ทันที	18	78.3	พร้อม (78.3%)
	ไม่พร้อม	ไม่พร้อมใช้งานควรให้บุคลากรท่านอื่นปฏิบัติ	5	21.7	
	ไม่ระบุ		0	0	
	รวม		23	100	
คำถามด้านข้อจำกัดด้านเวลา 4 คำถาม					
10.ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลทำให้ระยะเวลาการทำงานเขียนแบบจำลอง และรวบรวมแบบก่อสร้างเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่	ระยะเวลารวมเพิ่มขึ้น	ระยะเวลาทำแบบรวบรวมแบบเพิ่มขึ้น (เนื่องจากบุคลากรต้องทำแบบละเอียดมากขึ้น)	11	47.85	ไม่สามารถระบุได้
	ลดลง	ระยะเวลาทำแบบรวบรวมแบบลดลง(เนื่องจากจุดเด่นเทคโนโลยีมีการตรวจสอบแบบได้ง่าย)	11	47.85	
	ไม่ระบุ		1	4.3	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
11.ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลทำให้ระยะเวลาการตรวจสอบควบคุมงาน การประชุมเพื่อตัดสินใจแก้ไขปัญหาหน้างาน เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่	ระยะเวลารวมเพิ่มขึ้น	-	0	0	ระยะเวลาลดลง (100%)
	ลดลง	-	23	100	
	รวม		23	100	
12.ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลทำให้ระยะเวลาการตรวจรับงานทั้งตรวจสอบหน้างานจริง และตรวจสอบแบบสร้างจริง เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่	ระยะเวลารวมเพิ่มขึ้น	-	1	4.3	ระยะเวลาลดลง(95.7%)
	ลดลง	-	22	95.7	
	รวม		23	100	

ตาราง 6 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
13.ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลต่อระยะเวลาดำเนินโครงการโดยรวมเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร	ระยะเวลารวมเพิ่มขึ้น	-	1	4.3	ระยะเวลาลดลง (95.7%)
	ลดลง	-	22	95.7	
	รวม		23	100	

ตาราง 7 ผลการทดสอบประเมินแบบจำลอง BIM ของโครงการตัวอย่าง

คำถาม	คำตอบ	คำอธิบาย	จำนวน(N)	ร้อยละ (%)	การแปรผล
14.ตัวอย่างแบบสร้างจริงที่จัดทำด้วย BIM มีความเหมาะสมสามารถทดแทนแบบก่อสร้างเดิมได้หรือไม่	ไม่เหมาะสม	1.ความชัดเจนของเส้น ต่างๆตัวอักษร มีขนาดไม่เหมาะสมต่อการใช้งานแบบก่อสร้าง ตามรูปแบบปัจจุบันขององค์กรณ์ เนื่องจากการดำเนินการตามขั้นต้องต้องมีการสำเนาเอกสารหลายครั้ง 2.ควรปรับแก้ไขสัญลักษณ์ ประกอบแบบ	2	8.7	เหมาะสมแต่ยังมีจุดที่ต้องปรับปรุง
	เหมาะสม	ไม่มีข้อแนะนำการปรับแก้ไขเพิ่มเติม	20	87	
	เหมาะสม	เสนอแนะให้เพิ่มเติมรายละเอียดงานสาขาอื่นๆ	1	4.3	
	รวม		23	100	

ตาราง 8 การทดสอบและประเมินผลจากผู้ตอบแบบสอบถาม ด้านระดับขั้นของข้อมูลแบบจำลอง

แบบจำลอง	การประเมินระดับขั้นของข้อมูล เปรียบเทียบกับแบบ 2D CAD เดิม			รวมผล				แปลผล
	1 น้อยลง ความถี่ (%)	2 เท่าเดิม ความถี่ (%)	3 พัฒนาขึ้น ความถี่ (%)	$\bar{X}$	S.D.	%	N	
1.โครงสร้างฐานราก Substructure	0	7(31.8)	15(68.2)	2.68	0.47	89.3	22	พัฒนาขึ้น
2.โครงสร้าง Floor Construction	0	6(27.3)	16(72.7)	2.72	0.45	90.9	22	พัฒนาขึ้น
3.โครงสร้าง Roof Construction	0	5(22.7)	17(77.3)	2.77	0.42	92.4	22	พัฒนาขึ้น
4.โครงสร้างบันได	0	5(22.7)	17(77.3)	2.77	0.42	92.4	22	พัฒนาขึ้น
5.ผนังภายนอกอาคาร	0	3(14.3)	18(85.7)	2.85	0.35	95.2	21	พัฒนาขึ้น
6.หน้าต่างภายนอกอาคาร	0	5(22.7)	17(77.3)	2.77	0.42	92.4	22	พัฒนาขึ้น
7.งานวัสดุมุงหลังคา ครอบข้าง ครอบสัน และช่องสกายไลท์	0	3(13.6)	19(86.4)	2.86	0.35	95.4	22	พัฒนาขึ้น
8.ผนังกั้นภายในอาคาร	0	5(22.7)	17(77.3)	2.77	0.42	92.4	22	พัฒนาขึ้น
9.ประตูภายในอาคาร	0	6(27.3)	16(72.7)	2.72	0.45	90.0	22	พัฒนาขึ้น
10.ฝ้าเพดานโครงสร้างแขวน	0	4(18.2)	18(81.8)	2.81	0.39	93.9	22	พัฒนาขึ้น
11.ราวจับ ราวกันตกภายในอาคาร	0	4(18.2)	18(81.8)	2.81	0.39	93.9	22	พัฒนาขึ้น
12.อุปกรณ์ประกอบห้องน้ำ	0	4(18.2)	18(81.8)	2.81	0.39	93.9	22	พัฒนาขึ้น
13.งาน Finishing พื้น ผนัง เพดาน	0	4(18.2)	18(81.8)	2.81	0.39	93.9	22	พัฒนาขึ้น

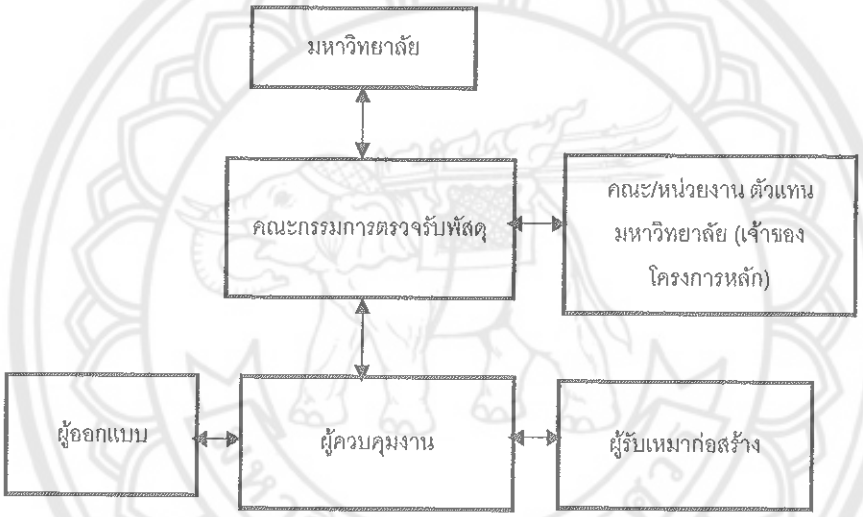
3. ข้อมูลสรุปการประเมินผลด้านแบบจำลอง BIM ของโครงการตัวอย่าง

จากการประเมินพบว่า ระดับขั้นของข้อมูลมีการพัฒนาขึ้น โดยมีส่วนที่ต้องแก้ไขด้านความชัดเจนของเส้น การกำหนดสัญลักษณ์ประกอบแบบ ดังข้อมูลสรุปในตาราง

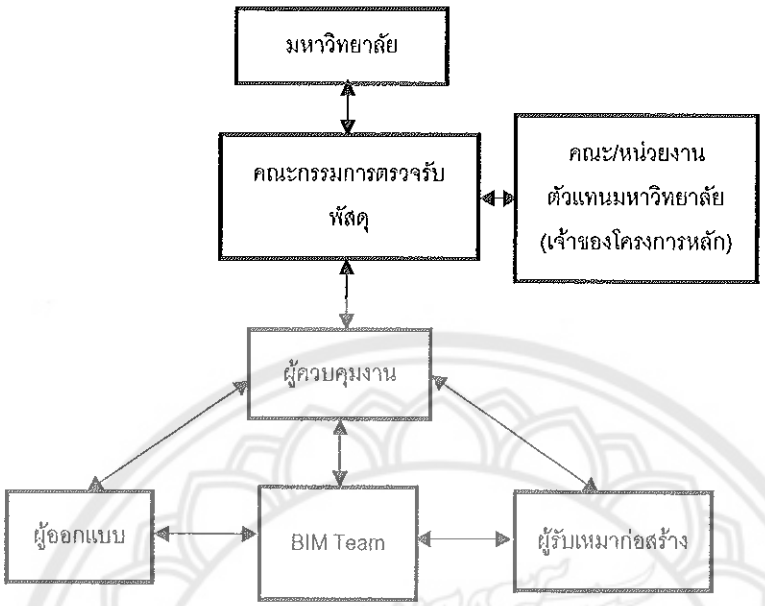
แนวทางที่ได้จากการจัดทำแบบจำลอง 3D BIM โครงการตัวอย่าง

1. รูปแบบการประสานงาน

การประยุกต์ใช้งาน ทำให้ทีมทำงานหรือฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการ มีการเปลี่ยนรูปแบบ จึงควรปรับปรุงรูปแบบการประสานงาน จากเดิม (ภาพ) เป็นรูปแบบใหม่ (ภาพ)



ภาพ 46 การประสานงานฝ่ายที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน



ภาพ 47 การประสานงานของฝ่ายที่เกี่ยวข้องในรูปแบบ BIM

2. บทบาทและหน้าที่ของฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้าง

จากการทดลองจัดทำแบบจำลอง การสอบถามและการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ เมื่อปรับรูปแบบการประสานงานใหม่ การกำหนดบทบาทและหน้าที่ในการปฏิบัติงาน BIM จึงควรเป็นตามตาราง 9

ตาราง 9 บทบาทและหน้าที่ของฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการเมื่อปรับเป็นรูปแบบ BIM

	หน่วยงาน ทีม หรือคณะทำงาน	**บทบาท**	**ตำแหน่ง**
หน่วยงานราชการ	มหาวิทยาลัย	หน่วยงานราชการ	**อธิการบดี** โดยประกอบไปด้วยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น • กองคลัง (งานพัสดุ) • กองอาคารสถานที่

ตาราง 9 (ต่อ)

	หน่วยงาน ทีม หรือคณะทำงาน	บทบาท	ตำแหน่ง
	คณะ/หน่วยงานตัวแทนมหาวิทยาลัย (เจ้าของโครงการหลัก)	เจ้าของโครงการก่อสร้าง เป็นผู้กำหนดแนวคิดริเริ่มโครงการ การใช้งานหลักของโครงการก่อสร้าง	**คณะในมหาวิทยาลัย หน่วยงานเจ้าของโครงการ**
	คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ	ตรวจสอบและตรวจรับโครงการก่อสร้าง	**คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ**
	ผู้ควบคุมงาน	ควบคุมงานก่อสร้างให้ตรงตามสัญญา	**ผู้ควบคุมงาน**
หน่วยงานภายนอก หรือ หน่วยงานภายนอก(บริษัทออกแบบ)	ผู้ออกแบบ	ออกแบบโครงการก่อสร้างให้ตรงตามจุดประสงค์การใช้งาน กฎหมาย และหลักการออกแบบ	**ทีมทำงาน ทั้งในหน่วยงานเอง หรือบริษัท หรือหน่วยงานนายนอกอันประกอบไปด้วย** • สถาปนิก • วิศวกรโครงสร้าง • วิศวกรงานระบบ • เขียนแบบ • เจ้าหน้าที่ประเมินปริมาณวัสดุและราคา
	Bim Team	วางแผนการจัดทำ BIM Model พัฒนา รวบรวม จัดทำ และปรับปรุงแก้ไข BIM Models ตรวจสอบข้อขัดแย้งใน BIM Models ตรวจนับปริมาณงานในโครงการ	• Bim Manager • Bim Coordinator
หน่วยงานภายนอก	ผู้รับเหมาก่อสร้าง	ก่อสร้างตามสัญญา	**ผู้รับจ้างก่อสร้างในสัญญา**

3. Software ที่ใช้งาน

ในการประยุกต์ใช้งาน จากการทดลองและการสอบถามผู้ปฏิบัติงานด้านการออกแบบ พบว่าควรเริ่มต้นใช้งาน Software BIM ด้านการออกแบบและจัดทำแบบก่อสร้างในขั้นแรกของการประยุกต์ใช้งาน ดัง ตาราง 10 โดยหน่วยงานของกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวรยังไม่มีการประยุกต์ใช้ซอฟท์แวร์ BIM เต็มรูปแบบ จึงควรเริ่มต้นใช้งานรูปแบบการประยุกต์ BIM ขั้นแรกดังตาราง เมื่อมีการพัฒนาฐานข้อมูลแบบจำลอง ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้ซอฟท์แวร์ในขั้นแรกได้ดีแล้ว จึงปรับใช้ซอฟท์แวร์ในรูปแบบ 2 รูปแบบการประยุกต์ BIM เต็มรูปแบบ ทั้งนี้ตารางดังกล่าวเป็นลักษณะที่ประยุกต์ใช้ซอฟท์แวร์ Autodesk Revit เป็นซอฟท์แวร์หลักในการทำงาน

ตาราง 10 ซอฟท์แวร์ที่ใช้งานในขั้นตอนการทำงาน

	รูปแบบการทำงานเดิม			1.รูปแบบการประยุกต์ BIM ขั้นแรก (แนะนำ)			2.รูปแบบการประยุกต์ BIM เต็มรูปแบบ		
	Software	Version	File Format	Software	Version	File Format	Software	Version	File Format
การสร้างแบบก่อสร้าง หรือแบบจำลอง	Autocad	2018	DWG	Autodesk Revit	2018	RVT	Autodesk Revit	2018	RVT
	Sketchup + Plugins	2018	SKP	Autodesk Autocad	2018	DWG	Autodesk Navisworks Manage	2018	NWC, NWF, NWD
การรวบรวมแบบก่อสร้าง แบบจำลอง การนำเสนอแบบจำลอง	Autocad	2018	DWG	Autodesk Revit	2018	DWG	Autodesk Navisworks Manage	2018	NWC, NWF, NWD
	Sketchup + Plugins	2018	SKP	Adobe Acrobat	2018	PDF	Autodesk revit	2018	RVT
	Adobe Acrobat	2018	PDF	Autodesk Revit	2018	RVT	Autodesk Navisworks Manage	2018	NWC, NWF, NWD
การตรวจสอบข้อขัดแย้งในแบบ	Autocad	2018	DWG SKP	Autodesk Autocad	2018	DWG	Excel		XLS
	Sketchup + Plugins	2018	SKP	Autodesk revit	2018	RVT			

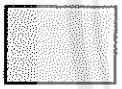
ตาราง 10 (ต่อ)

	รูปแบบการทำงานเดิม			1.รูปแบบการประยุกต์ BIM ขั้นแรก (แนะนำ)			2.รูปแบบการประยุกต์ BIM เต็มรูปแบบ		
	Software	Version	File Format	Software	Version	File Format	Software	Version	File Format
การประมาณการปริมาณงานและราคา	Excel		XLS	Excel		XLS			

4. กระบวนการและขั้นตอนการทำงาน

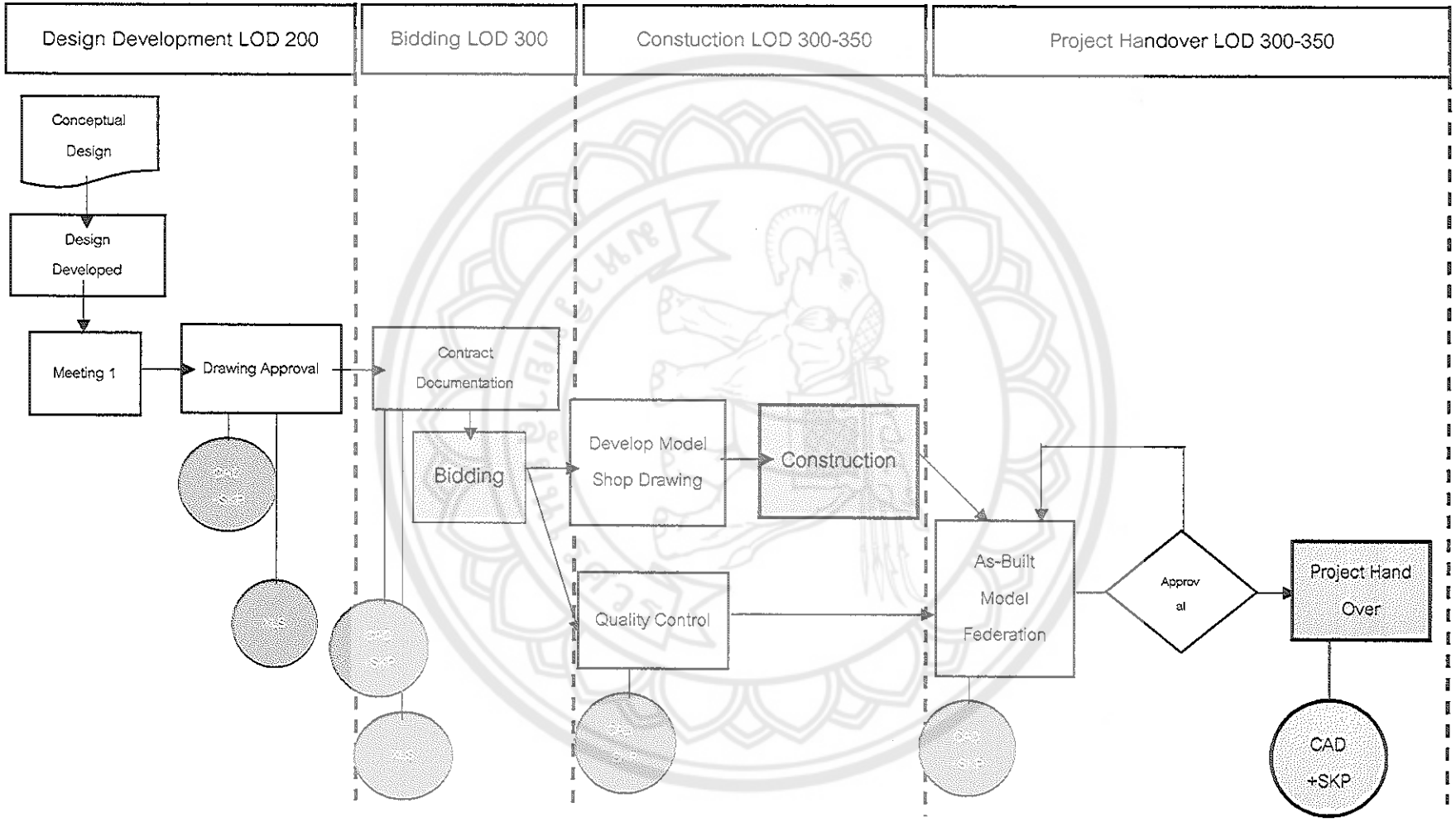
จากการทดลองจัดทำแบบจำลอง การสอบถามและการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ จึงสามารถสรุปแนวคิดด้านขั้นตอนการทำงานได้ โดยภาพ แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานเดิมดัง ภาพ 48 ซึ่งควรปรับปรุงเป็นรูปแบบ กระบวนการทำงานโดยเทคโนโลยี BIM ดัง ภาพ 49โดยผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการในแต่ละขั้นตอนจะเปลี่ยนไปตามลักษณะกระบวนการทำงาน และซอฟท์แวร์ที่ใช้งาน ตามตาราง 12

ตาราง 11 สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายในกระบวนการ

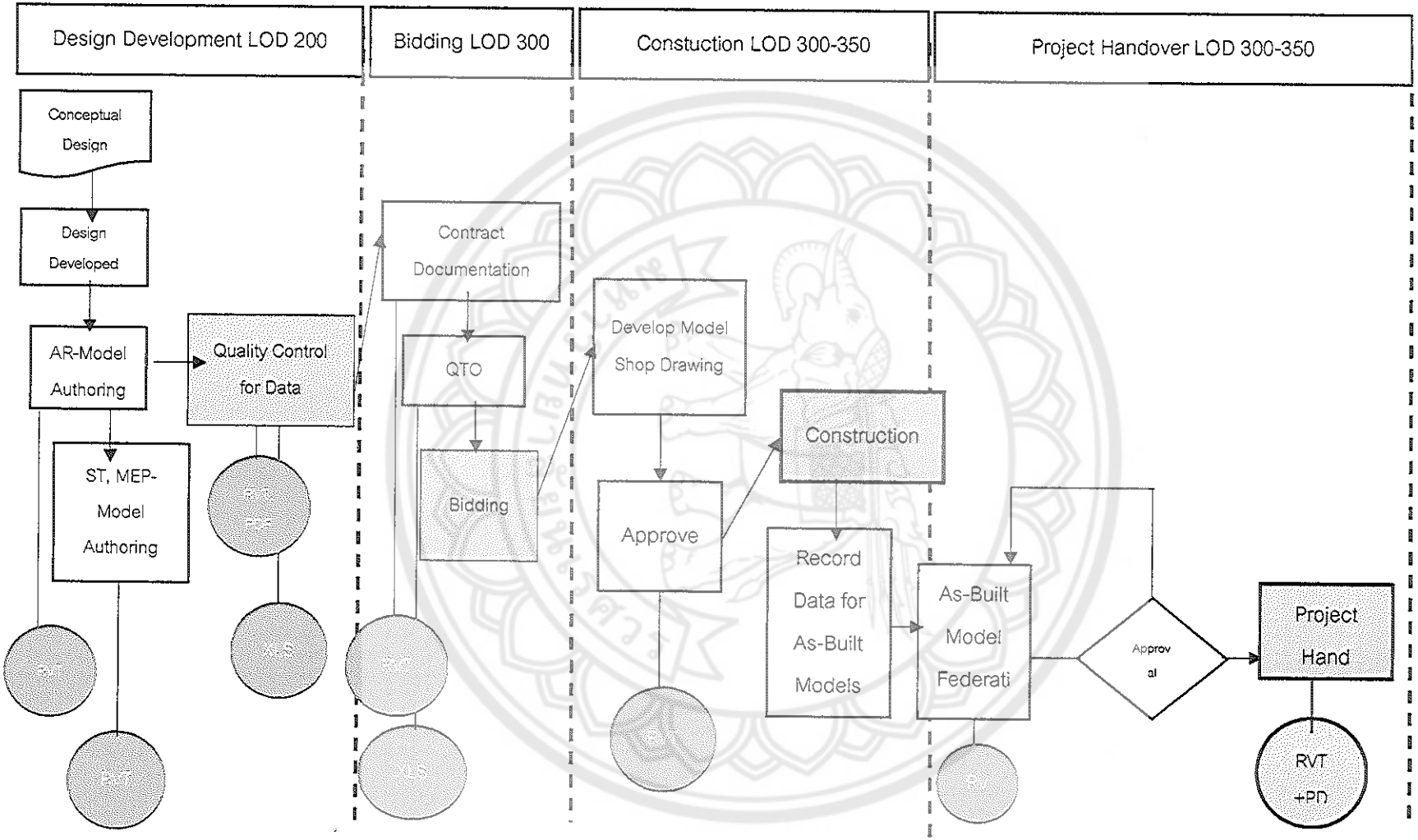
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ข้อมูลสำหรับเริ่มต้นกระบวนการทำงาน
	กระบวนการ
	กระบวนการสำคัญ
	ผลงาน/ ผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากกระบวนการ
	กระบวนการตัดสินใจ

5. บทบาทและหน้าที่ในขั้นตอนการทำงาน

จากการทดลองจัดทำแบบจำลอง การสอบถามและการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ จึงสามารถสรุปแนวคิดด้านขั้นตอนการทำงานได้ แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานเดิม ซึ่งควรปรับปรุงเป็นรูปแบบ กระบวนการทำงานโดยเทคโนโลยี BIM



ภาพ 48 รูปแบบกระบวนการทำงานปัจจุบัน



ภาพ 49 กระบวนการทำงานรูปแบบประยุกต์ใช้ BIM

ตาราง 12 สรุปกิจกรรมและผลงานที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

	Pre Construction			Construction		Handover
	LOD 200		LOD 300	LOD 300/350	LOD 300/350	LOD 400
				สำรวจ วางผังบริเวณ	ก่อสร้างจริง	
กิจกรรม	Design Review	Design Review	Design Review	Design Review	Design Review	As-Built Review
	Construction Review	Construction Review	Construction Review	Construction	Construction	Model Review
		Model Review	Model Review	Review	Review	
		Clash Detection	Clash Detection	Model Review	Model Review	
		Property Review	Detailed Design for	Clash Detection	Clash Detection	
			Construction			
			Property Review			
		Meeting for Quality	Meeting for Quality			
		Management	Management			
		Cost Estimate 1	Cost Estimate 2			

ตาราง 12 (ต่อ)

		Pre Construction			Construction		Handover
		LOD 200		LOD 300	LOD 300/350	LOD 300/350	LOD 400
ผลงานที่ได้	Models	Architectural Model Site Model	แบบจำลองทั้งอาคาร (สถาปัตย์ฯ โครงสร้าง งานระบบ) โครงสร้างใต้ดินไม่มีจุดขัดแย้ง	แบบจำลองทั้งอาคาร (สถาปัตย์ฯ โครงสร้าง งานระบบ) ไม่มีจุดขัดแย้งที่เด่นชัด	แบบจำลองทั้งอาคาร (สถาปัตย์ฯ โครงสร้าง งานระบบ) ไม่มีจุดขัดแย้ง	Shop Model	As-Built Model
	Drawings	LOD 200 Drawings	LOD 200 Drawings	LOD 300 Drawings	Shop Drawing จากแบบจำลอง	Shop Drawing จากแบบจำลอง	As-Built Drawing จากแบบจำลอง
	Documents	รายการประกอบแบบคร่าว ๆ ตัวอย่างเสปค ผลิตภัณฑ์	บัญชีปริมาณงานและราคา 1 รายการประกอบแบบ	บัญชีปริมาณงานและราคา 2 (พร้อมประมูล) รายการประกอบแบบละเอียด งวดงาน มาตรฐานฝีมือช่าง และเอกสารประกอบอื่น ๆ		รายการประกอบแบบที่ปรับปรุงข้อมูล	รายการประกอบแบบ ที่สมบูรณ์ คู่มือการใช้งาน

ตาราง 13 สรุปบทบาทหน้าที่ในแต่ละฝ่ายในขั้นตอนการทำงาน

	Pre Construction			Construction	Handover
	LOD 200		LOD 300	LOD 300/350 สำรวจ วางผังบริเวณ ก่อสร้างจริง	
BIM Manager	วางแผน จัดการ บริหารงานด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตลอดโครงการ				
Bim Coordinator	วางแผนจัดทำแบบจำลอง	รวบรวม ตรวจสอบและจัดทำแบบจำลอง	• ถอดปริมาณงาน • พัฒนา/ตรวจสอบแบบจำลอง	Bim Coordinator	
คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ				ตรวจรับพัสดุตามระเบียบราชการ	
ผู้ควบคุมงาน		ให้ข้อมูลแนวทางการวางแผนงานก่อสร้าง		ตรวจสอบและควบคุมงานก่อสร้าง ตรวจสอบ Shop Drawing	ตรวจสอบแบบ As-Built Model

ตาราง 13 (ต่อ)

	Pre Construction		Construction		Handover
	LOD 200	LOD 300	LOD 300/350		
			สำรวจ วางผังบริเวณ	ก่อสร้างจริง	
ผู้ออกแบบ สถาปัตย์	ออกแบบพัฒนาแบบขั้นต้น			พัฒนาแบบจำลอง LOD 300 ปรับแก้ไขแบบจำลอง และส่งต่อข้อมูลให้ BIM Coordinator	
ผู้ออกแบบ วิศวกรรมโครงสร้าง		พัฒนาแบบจำลอง LOD 200 ปรับแก้ไขแบบจำลอง และส่งต่อข้อมูลให้ BIM Coordinator	ให้ข้อมูลแก่ผู้รับจ้างด้านการออกแบบ ให้ข้อแนะนำตัดสินใจด้านการออกแบบ		
ผู้ออกแบบ วิศวกรรมงานระบบ			นำเสนอแนวทางการก่อสร้าง เสนอ Shop Drawing	ปรับพัฒนาแบบจำลองให้เป็น Shop Model / ให้ข้อมูลในการจัดทำแบบจำลอง	รวบรวมและส่งแบบจำลอง As-Built Model, As-Built Drawing, รายการประกอบแบบสมบูรณ์
ผู้รับเหมาก่อสร้าง				ตรวจสอบแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบที่ได้จากหน่วยงาน เพื่อวางแผนในการจัดซื้อและการก่อสร้าง	

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ มุ่งเน้นการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ของโครงการตัวอย่าง อาคาร Startup and Innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อจัดทำแบบสัญญา แบบก่อสร้างหน้างาน และแบบสร้างจริง ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit 2018 เพื่อหาแนวทางการประยุกต์ใช้จริงในองค์กรณ์ โดยผ่านการทดลองจัดทำแบบจำลองโครงการตัวอย่าง "อาคาร Startup and Innovation" จริง เพื่อทดลองว่าสามารถทำกับโครงการได้จริง

จากการทดลองจัดทำแบบจำลองโครงการตัวอย่าง เพื่อจัดทำแบบจำลองสามมิติ แบบสัญญา แบบก่อสร้างหน้างาน และแบบสร้างจริงแล้ว โครงการตัวอย่างและการทำลองทำสามารถแสดงผลองค์ประกอบอาคารที่จำเป็นต่อการทำงานก่อสร้างจริงได้ องค์ประกอบอาคารมีการพัฒนาขึ้นจากแบบจำลองเดิมเนื่องจากเครื่องมือซอฟท์แวร์สามารถช่วยให้สร้างแบบจำลองที่ชัดเจน ประสานงาน และระบุข้อมูลได้ดีขึ้น

ขั้นตอนการประเมินผลโดยการจัดทำแบบสอบถามโดยผู้ประเมินเป็นผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดทำแบบและบริหารงานก่อสร้างจริง พบประเด็นสำคัญ สองประเด็นคือ 1)ด้านข้อกังวลด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะด้านบุคลากร ที่ต้องเรียนรู้การใช้งานเครื่องมือหรือซอฟท์แวร์ ความกังวลด้านฝ่ายที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่นผู้รับเหมาก่อสร้าง ที่ยังไม่มีความพร้อมใช้เครื่องมือหรือซอฟท์แวร์ และลักษณะสัญญาก่อสร้างทางราชการที่อาจไม่เหมาะสมในการระบุแบบให้ชัดเจน ในขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งผู้รับเหมาก่อสร้างจะต้องปฏิบัติตามแบบในสัญญาอย่างเคร่งครัด จึงจะตรวจรับมอบงานได้ ทำให้งานก่อสร้างจริงกรณีที่เกิดปัญหาไม่สามารถปฏิบัติตามแบบรูปในสัญญาได้ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแจ้งปัญหาเพื่อขอให้ทางหน่วยงานราชการ ปรับแก้ไขสัญญา ส่งผลให้การดำเนินงานจริงล่าช้าได้ ประเด็นดังกล่าวเหล่านี้เป็นข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบประเมินในด้านการประยุกต์ใช้งาน 2)ประเด็นด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารโครงการตัวอย่าง พบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่มีระดับข้อมูลที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ประเมินเสนอแนะให้จัดทำการแสดงผลของเส้น และสัญลักษณ์ให้ชัดเจน ขึ้น ในตัวเอกสารแบบก่อสร้างที่จัดพิมพ์ออกมา เนื่องจากในการ

ใช้งานจริงนั้น แบบก่อสร้างที่จัดพิมพ์ มักถูกคัดลอกสำเนาด้วยการถ่ายเอกสาร ความชัดเจนของเส้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรพัฒนาต่อไป

ขั้นตอนการเสนอแนะแนวทางการประยุกต์ใช้งาน จากการทดลองผู้วิจัยเสนอแนะ ลำดับการประสารงาน และขั้นตอนการทำงานตามแผนภูมิดังภาพที่ เพื่อกำหนดขั้นตอนในภาพรวม เมื่อใช้งานเทคโนโลยี BIM ในขั้นตอนต่าง ๆ ควรพัฒนาแบบจำลองตามลำดับขั้น และมีการตรวจสอบแก้ไขตามขั้นตอนการทำงาน รวมถึงกำหนดผลงานที่ควรได้ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งเป็นสามด้านตามผลการวิจัยที่ได้ดังนี้

การจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ได้จากการทดลอง

เป็นแบบจำลองอาคารในรูปแบบ 3D BIM ที่สามารถจัดทำเอกสารแบบสัญญา แบบก่อสร้างหน้างาน และแบบสร้างจริงได้ โดยการปรับแก้ไข พัฒนาแบบทำได้รวดเร็ว จากภาพรวมของกระบวนการจัดทำแบบดังกล่าว ด้านตัวแบบจำลองในแต่ละส่วนของอาคารเมื่อแบ่งหมวดตามตารางการแบ่งประเภทงาน Omniclass table21 เพื่อแบ่งประเภทแบบจำลองอาคารให้เป็นหมวดหมู่ชัดเจน เพื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบจำลองเดิมแล้ว พบว่าแบบจำลอง 3D BIM มีลักษณะข้อมูลเชิงสามมิติและระดับขั้นข้อมูลเพิ่มขึ้นจากแบบจำลองเดิม เนื่องจากฐานข้อมูลในตัวเครื่องมือซอฟท์แวร์ที่ช่วยเพิ่มรายละเอียดข้อมูลตั้งแต่ขั้นตอนการจัดทำแบบจำลอง จากการทดลองดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ได้แนวทางหนึ่งในการจัดทำแบบจำลองเพื่อการนำไปใช้งานในการบริหารสัญญาได้ ตามวัตถุประสงค์ โดยมีส่วนช่วยด้านการพัฒนาข้อมูลแบบจำลองให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสามารถตรวจสอบการออกแบบในลักษณะสามมิติได้ง่ายขึ้น

การประเมินผลการประยุกต์ใช้งานจริงกับสัญญาจ้างก่อสร้างและแบบจำลองตัวอย่าง

ปัญหาสำคัญในการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี BIM จากการทำแบบสอบถามผู้ปฏิบัติงานในองค์กรณ์ต่างมีความเห็นที่ตรงกัน เรื่องปัญหาการขาดองค์ความรู้ในการใช้งานของแต่ละฝ่าย และความร่วมมือจากฝ่ายอื่นนอกองค์กรณ์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานก่อสร้างโดยเฉพาะผู้รับเหมาก่อสร้าง และข้อกังวลด้านปัญหาเมื่อปรับใช้งานกับสัญญาราชการ ในกรณีนี้สะท้อนให้เห็นถึงข้อกังวลด้านบริบทที่เกิดขึ้นจริงในการทำงานของงานประเภทราชการ ที่ยังไม่เคยระบุข้อกำหนดด้านการทำงาน BIM ในสัญญา อีกทั้งรูปแบบการแข่งขันของผู้รับจ้างที่เกิดขึ้นจริงมุ่งเน้นการแข่งขันด้านราคา ผู้รับเหมาที่รับงานในท้องที่จึงไม่มีความสนใจด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BIM ในองค์กรตนเอง

การเริ่มต้นใช้งาน ผู้ประเมินส่วนใหญ่มองว่า องค์กรณ์ในมหาวิทยาลัยนเรศวรต้องเตรียมความพร้อมด้านการพัฒนาบุคลากรให้สามารถใช้งานเทคโนโลยี BIM ในระดับพื้นฐาน และควรเพิ่มความพร้อมด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ทั้งนี้รูปแบบการทำงานจัดทำแบบ BIM ต้องชัดเจนและเป็นไปในทิศทางเดียวกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้โดยง่าย

ด้านแบบจำลองตัวอย่างที่ทำการทดลองผู้ประเมินส่วนใหญ่มองว่าตัวแบบจำลอง BIM ให้ระดับขั้นของข้อมูลเพิ่มขึ้น โดยส่วนประกอบอาคารที่มีการพัฒนาสูงที่สุดคือ วัสดุมุงหลังคา ครอบข้าง และครอบสันหลังคา โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 2.86 และส่วนประกอบอาคารที่มีการพัฒนาระดับลองลงมาคือส่วนของผนังภายนอกอาคารโดยมีค่าเฉลี่ยในการประเมินที่ 2.85 ส่วนประกอบอาคารที่ผู้ประเมินมองว่าพัฒนาน้อยที่สุดคือส่วนของโครงสร้างฐานราก ที่มีค่าเฉลี่ยการประเมินที่ 2.68 เนื่องจากแบบโครงสร้างฐานรากเดิมมีความละเอียดชัดเจนมากอยู่แล้ว เมื่อนำมาจัดทำเอกสารแบบก่อสร้างแล้วให้ผู้ประเมินแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน ผู้ประเมินส่วนใหญ่มองว่าสามารถนำไปใช้ทดแทนเอกสารเดิมได้ ตามวัตถุประสงค์โดยควรปรับแก้ไขการแสดงผลเรื่องเส้นในการเขียนแบบเพิ่มเติม

การเสนอแนะแนวทางการประยุกต์การใช้งานจริงแก่องค์กร

การเสนอแนะแนวทางการประยุกต์ใช้งานจริงจากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม และการทดลองปฏิบัติจริงสามารถเสนอแนะแนวทางการประยุกต์โดยการกำหนดฝ่ายในงานก่อสร้าง กำหนดลำดับการประสานงาน และกำหนดลำดับขั้นตอนและผลงานที่ได้ในขั้นตอนการปฏิบัติงาน ทั้งนี้แนวทางดังกล่าวเป็นการประยุกต์ตามเงื่อนไขและลักษณะเฉพาะขององค์กรณ์ในกรณีศึกษา และเป็นการประยุกต์สำหรับองค์กรณ์ที่เริ่มต้นทำเทคโนโลยีมาใช้งาน

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดทำแบบจำลองในแต่ละช่วงเวลาของโครงการ อาจมีวัตถุประสงค์ และผู้จัดทำแบบที่ต่างกัน เช่น ผู้ออกแบบอาจจัดทำแบบจำลองโดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ตัวอาคาร และฟังก์ชันการใช้งาน ผู้จัดทำแบบสัญญา เน้นจุดประสงค์ด้านการถอดปริมาณงาน ผู้รับเหมาก่อสร้างเน้นจุดประสงค์ด้านการตรวจเช็คระยะประกอบหน้างานจริง เพื่อการติดตั้ง และการจัดทำแบบ As-Built Drawing การกำหนดจุดประสงค์ที่แตกต่างกันไปนี้ อาจมีรายละเอียดการจัดทำที่แตกต่างกัน ควรมีข้อตกลงด้านรูปแบบการจัดทำ หรือมีทีมงานเฉพาะด้านการจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยประสานงานนำข้อมูลจากทุกฝ่ายมากจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้มีทิศทางเดียวกัน

2. เนื่องจากโครงการวิจัยนี้ไม่ได้จัดทำแบบสร้างจริง ควบคู่กับระยะการก่อสร้างจริง ส่งผลให้การจัดทำแบบจำลองมีจุดเด่นและความชัดเจนเฉพาะงานสถาปัตยกรรมซึ่งปรากฏบริเวณภายนอกอาคาร โครงการวิจัยในอนาคตจึงควรจัดทำบันทึกแบบจำลองควบคู่หน้างานจริง โดยมุ่งเน้นการแก้ไข บันทึก แบบจำลองอาคารระหว่างการก่อสร้างจริง เพื่อประโยชน์ด้านความชัดเจนของข้อมูลอาคาร

3. เนื่องจากขอบเขตงานวิจัย ยังไม่ได้ทดลองด้านความร่วมมือในการส่งต่อข้อมูลอาคารระหว่างผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง ที่อาจเป็นประเด็นสำคัญในอนาคต งานวิจัยในอนาคตอาจทดลองวิจัยในประเด็นนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

คณะอนุกรรมการมาตรฐานรหัสต้นทุนก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2555. (2557). *มาตรฐานรหัสต้นทุนก่อสร้างงานอาคาร พ.ศ.2555*. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

รัศรินทร์ โคตรปาลี. (2559). *แนวทาง พัฒนา แบบ จำลอง สารสนเทศ อาคาร ก่อสร้าง จริง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). *มาตรฐานการจัดเตรียมแบบสร้างจริงและคู่มือเจ้าของอาคาร*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

สภาสถาปนิก สภาวิศวกร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ. (2560). *แนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร Building Information Modeling Guide*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558). *การศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ*: สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์.

American Institute of Architects. (2013). *G202-2013 Building Information Modelling Protocol Form*. Washington, D.C.: American Institute of Architects.

Azhar, S. (2011). *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. Leadership and management in engineering.

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc,.

Cavka, H. B. Staub-French, S. & Poirier, E. A. (2017). Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management. *Automation in construction*, 83, 169-183.

Secretariat for the OmniClass Development Committee. (2012). *Omniclass table 21:* Construction Specifications Institute. Virginia: Construction Specification Institute.

National BIM Guide for Owners Project Team. (2017). *National BIM Guide for Owners.* Washington, D.C.: National Institute of Building Sciences.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลทั่วไป อาคาร Startup and Innovation

ชื่อโครงการ อาคาร Startup and innovation ของธุรกิจสมุนไพร และอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีงบประมาณดำเนินการ 2561

บริษัทก่อสร้าง หจก. วิษณุบุตร เอ็นจิเนียริ่ง

ที่ตั้งโครงการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ความเป็นมาของโครงการ

ตามที่รัฐบาลมีนโยบายชัดเจนที่จะสร้างความมั่งคั่ง โดยพัฒนาด้านวิจัยและนวัตกรรม ใน

ปัจจุบันยังขาดความร่วมมือกันระหว่างนักวิจัยและภาคอุตสาหกรรม ทำให้การพัฒนานวัตกรรมของประเทศไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างมีรูปธรรม โดยภาครัฐพยายามผลักดันในรูปของงานวิจัยร่วมแต่ลักษณะการวิจัยร่วม เหล่านั้นไม่สามารถกระตุ้นความร่วมมือสำหรับภาคอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และ SME ในท้องถิ่นได้ ด้วยเหตุนี้จึงเกิดโครงการพื้นที่สำหรับการผลิตนวัตกรรมในท้องถิ่น

วัตถุประสงค์ของโครงการ

มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างพื้นที่ เพื่อให้บริการ แก่ กลุ่มอุตสาหกรรม ในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งต้องการ การสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆโดยทำงานร่วมกับนักวิจัยในคณะ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ ให้แก่ นิสิต ศิษย์เก่าและบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้ใช้ประโยชน์ โดยจะมีพื้นที่ทำงานร่วมกัน (Co-Working Space) ที่เป็นอิสระพร้อมด้วยอุปกรณ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการพื้นฐาน และอุปกรณ์สำนักงานที่เพียงพอต่อความต้องการ เปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และ

สร้างนวัตกรรมให้แก่ภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่ ภาคเหนือตอนล่าง

รูปแบบอาคาร

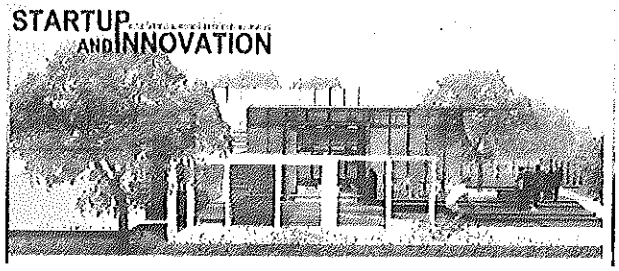
รูปแบบอาคารออกแบบด้วยแนวความคิดหลักคือเป็นอาคารสำหรับการสร้างสรรค์ความคิดอันมีจุดเด่นหลักได้แก่

1.หลังคา Roof Garden , ติดแผง Solar Cell

2.CO-Working Space อาคารสำหรับทำงานร่วมกัน เป็นอาคารชั้นเดียว ขนาดประมาณ 10 x 30 ตารางเมตร สามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่ภายในได้ หลายรูปแบบ ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

3.Creative Space อาคารสำหรับสร้างสรรค์ความคิด เป็นอาคารโครงสร้างเหล็ก 2 ชั้น ขนาดประมาณ 6 x 16 ตารางเมตร ผนังกระจก 2 ชั้น

ภาพจำลองสามมิติของโครงการ



ภาคผนวก ข แบบสัญญาของโครงการ

โครงการ

Startup and Innovation ของธุรกิจสมุนไพร และ อุตสาหกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เจ้าของ

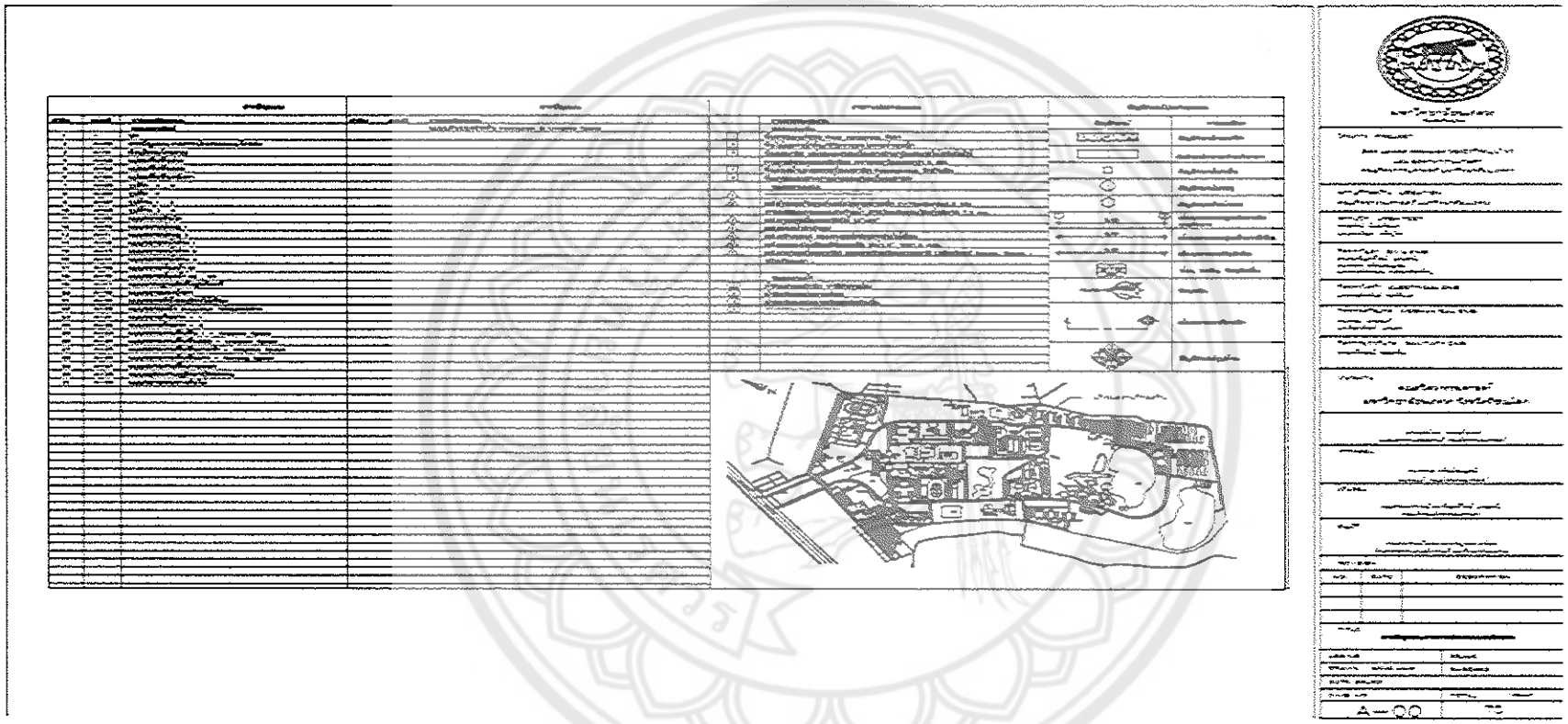
มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

สถานที่ก่อสร้าง

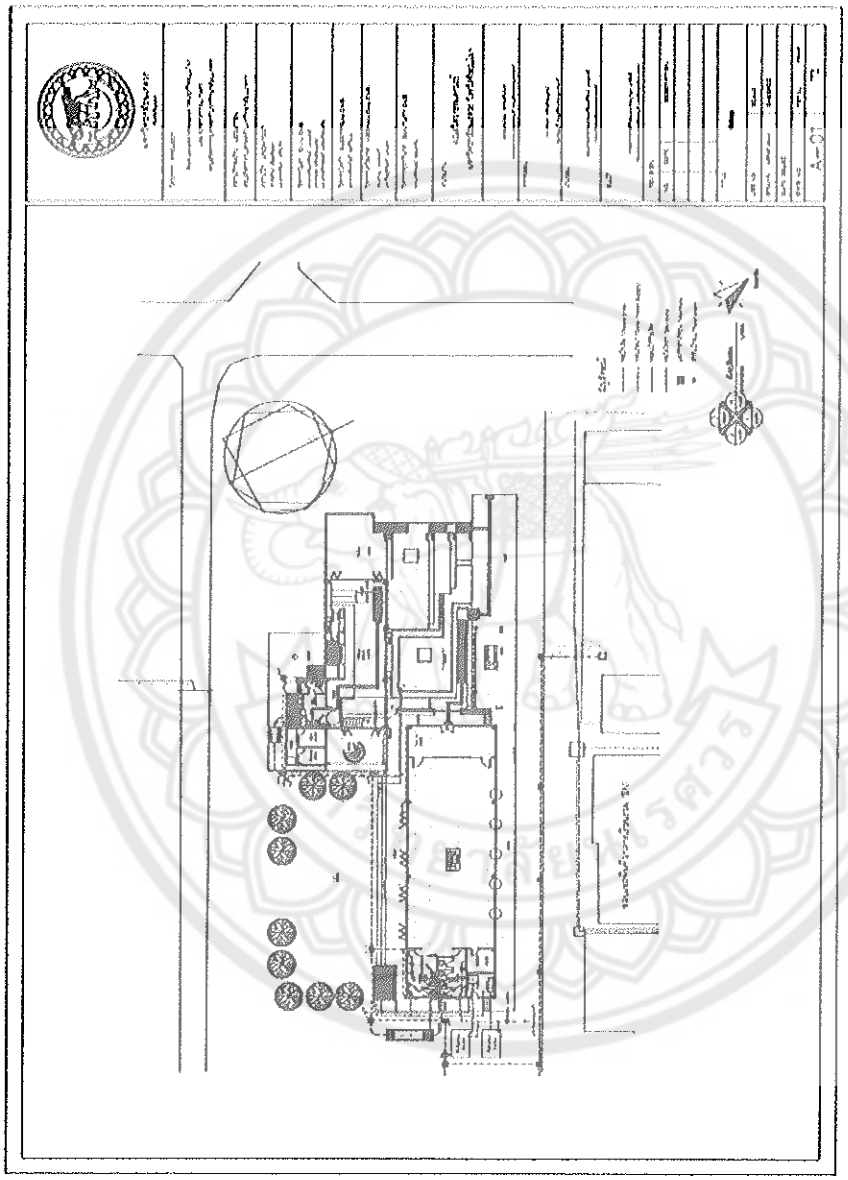
มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

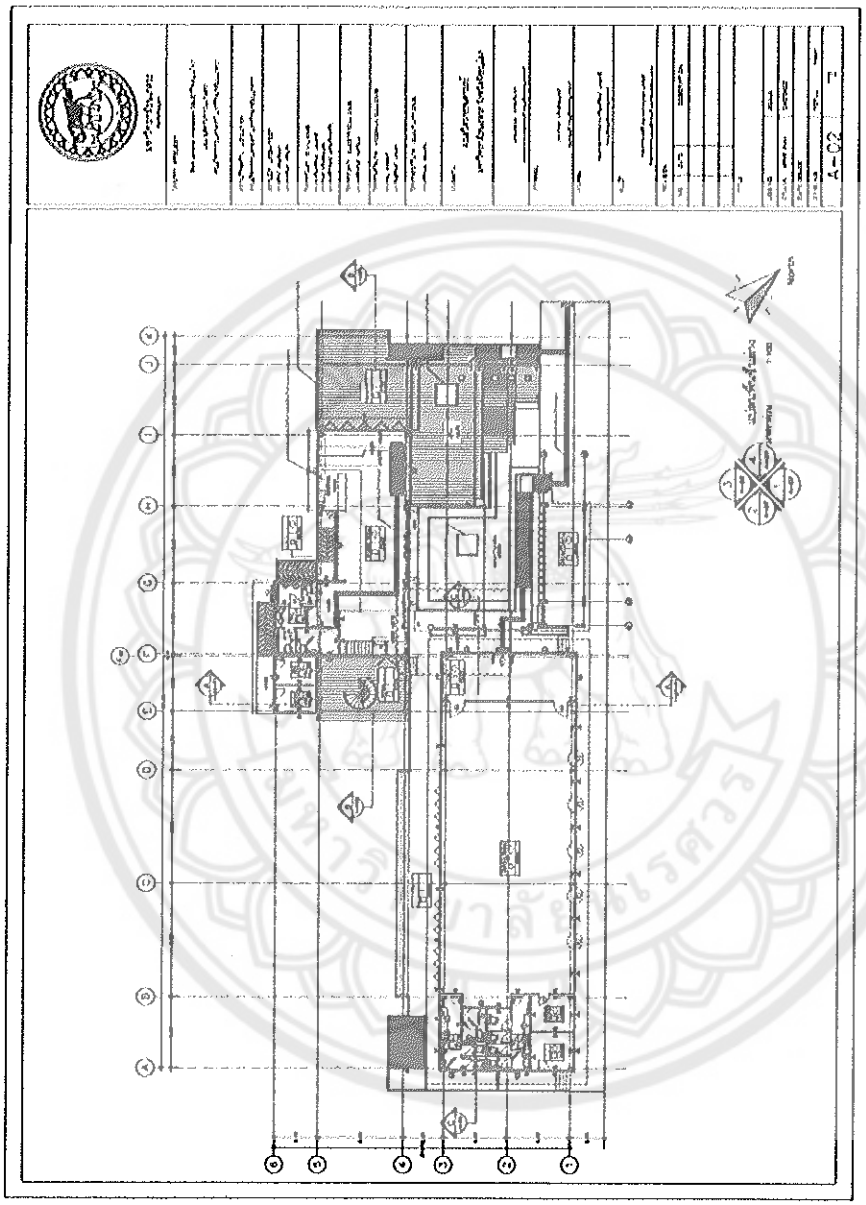
ภาพ 50 หน้าปก และสารบัญแบบสัญญาเดิม



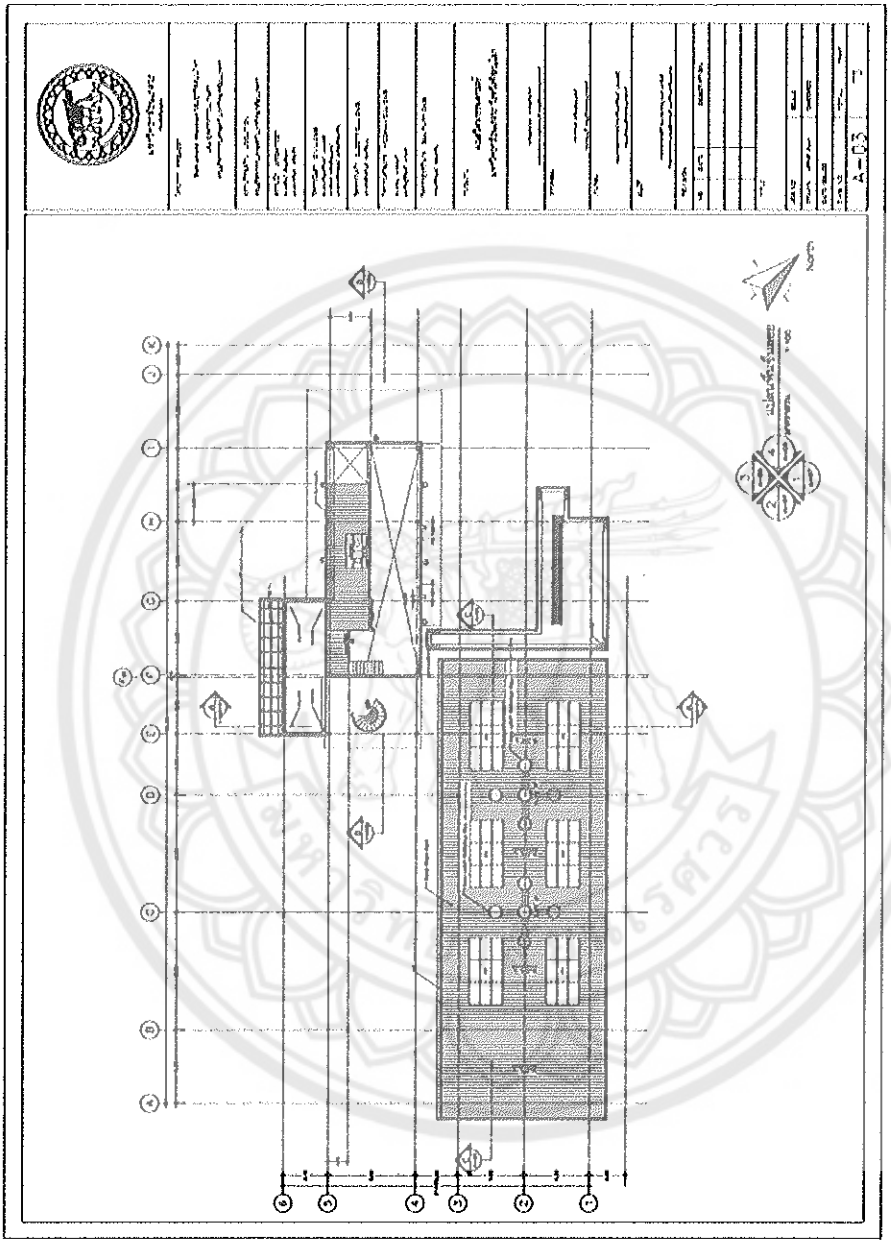
ภาพ 50 (ต่อ)



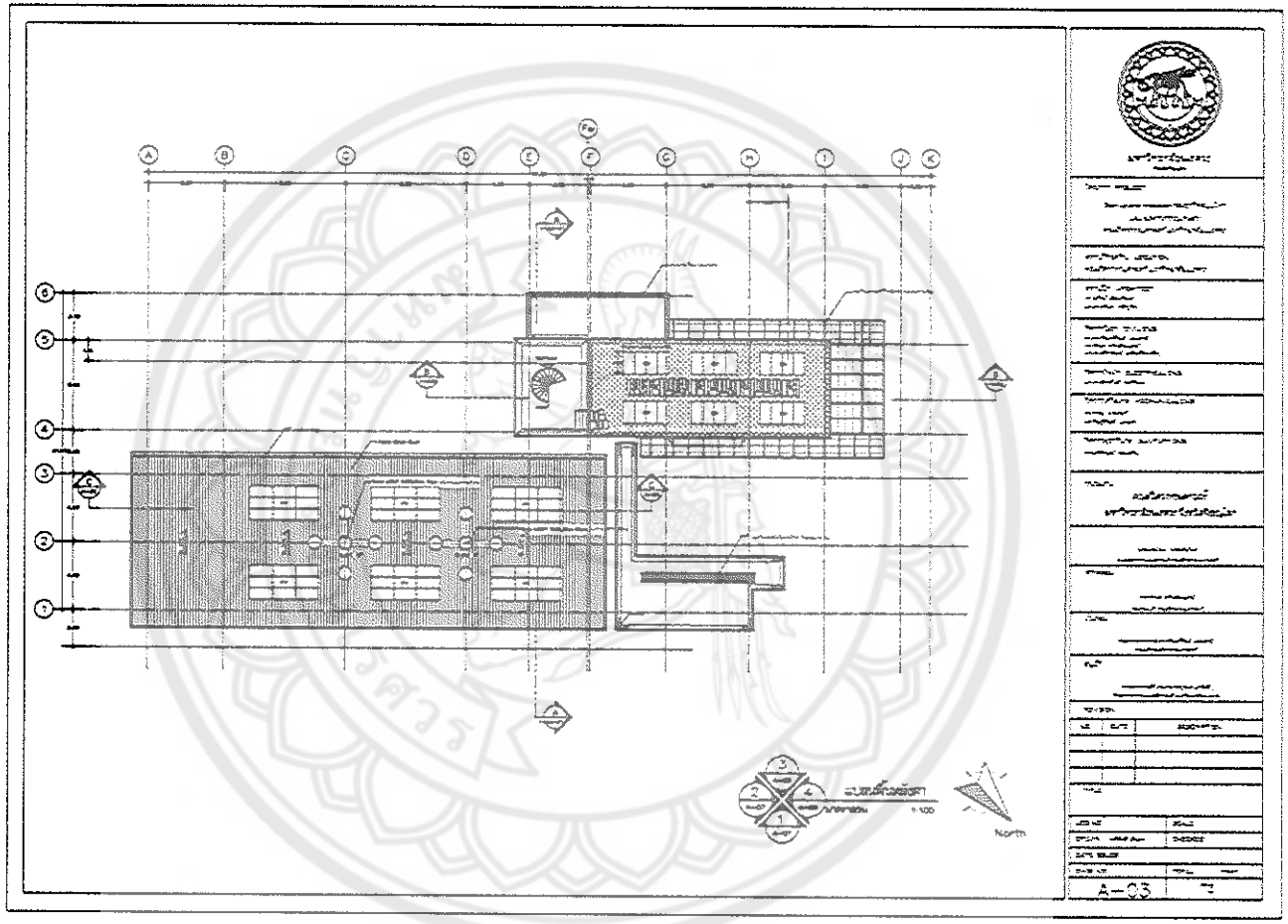
ภาพ 51 ผังบริเวณแบบสัญญาเดิม



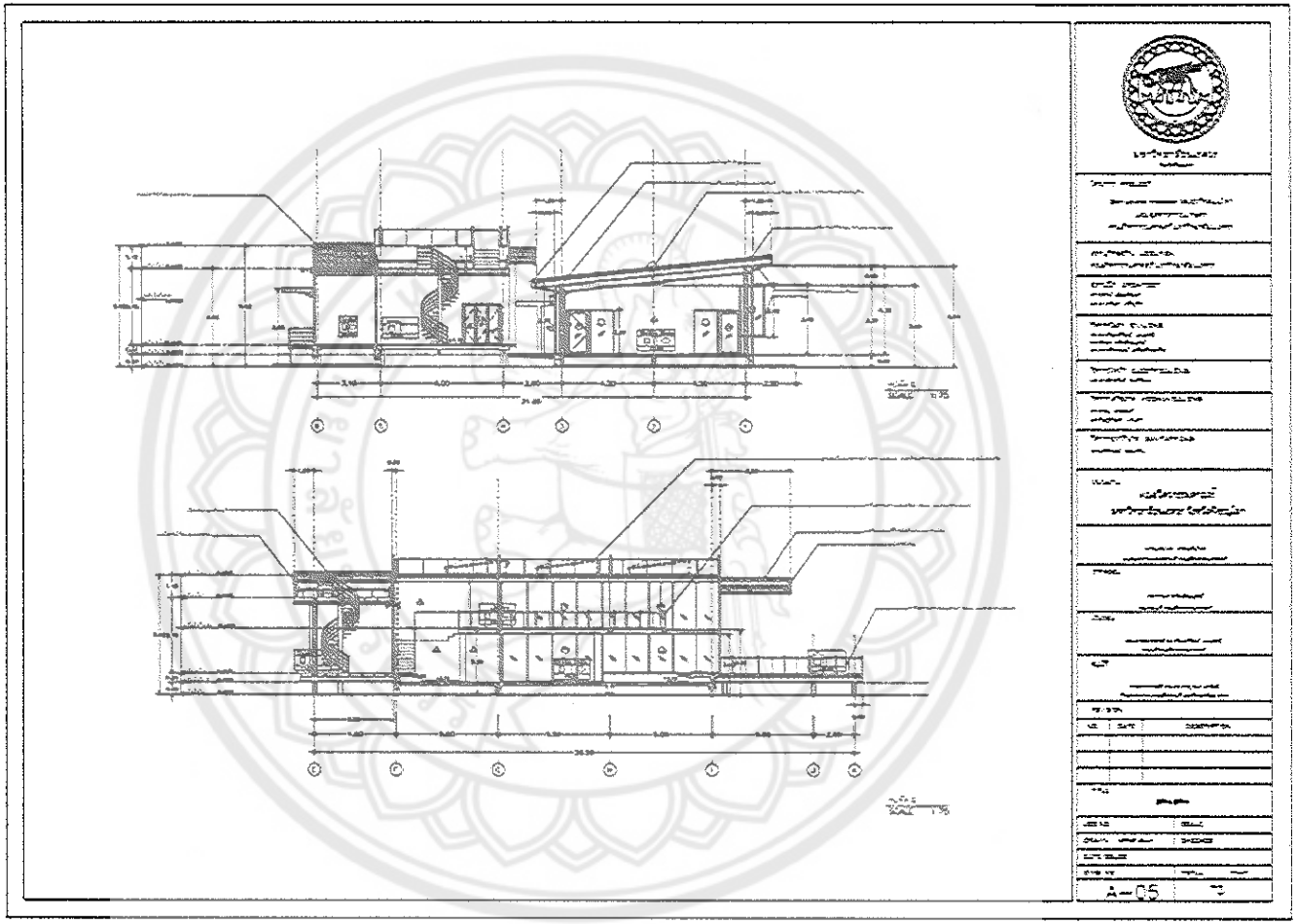
ภาพ 52 แบบแปลนพื้นชั้นที่ 1 แบบสัญญาเดิม



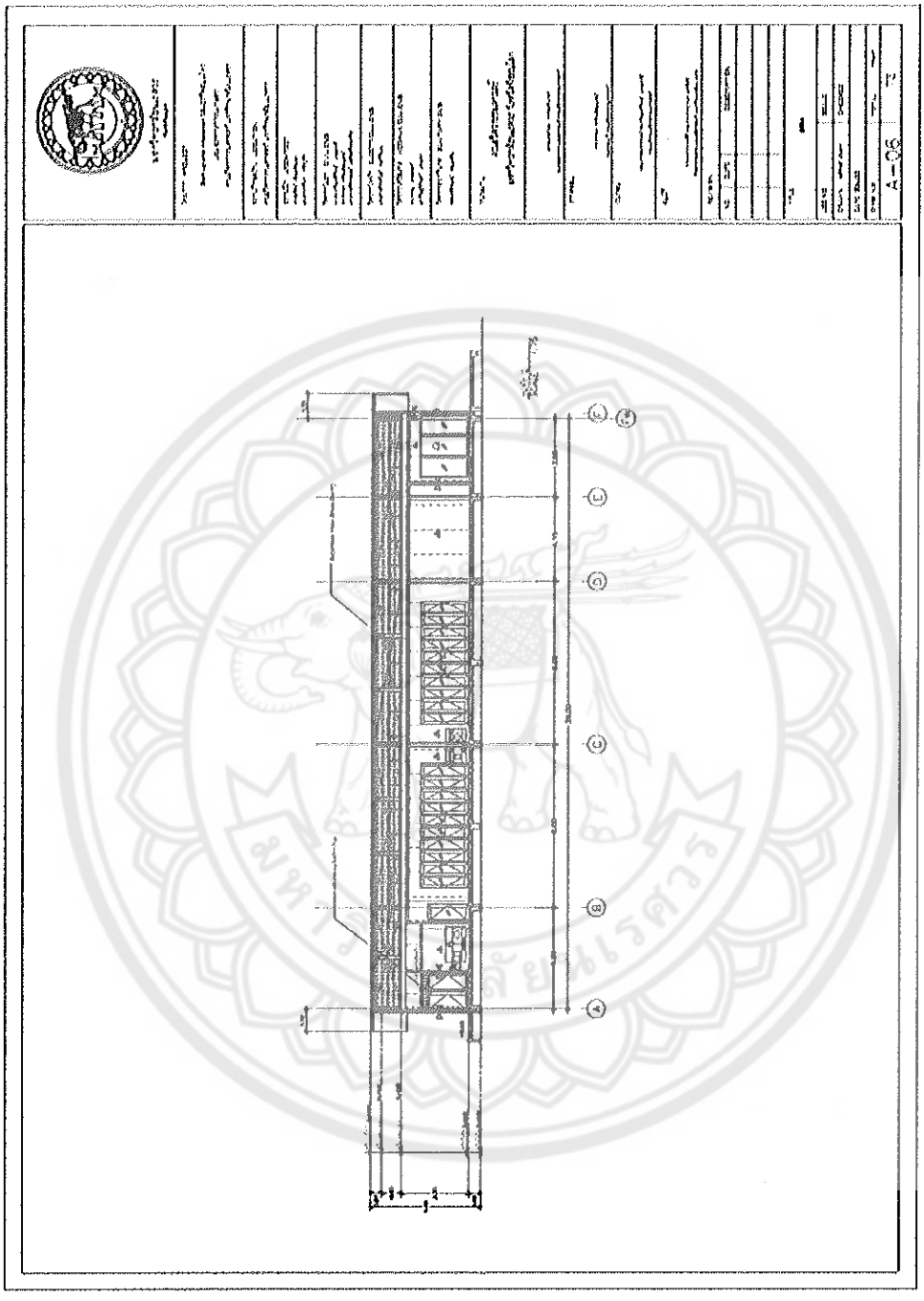
ภาพที่ 53 แปลนชั้นที่ 2



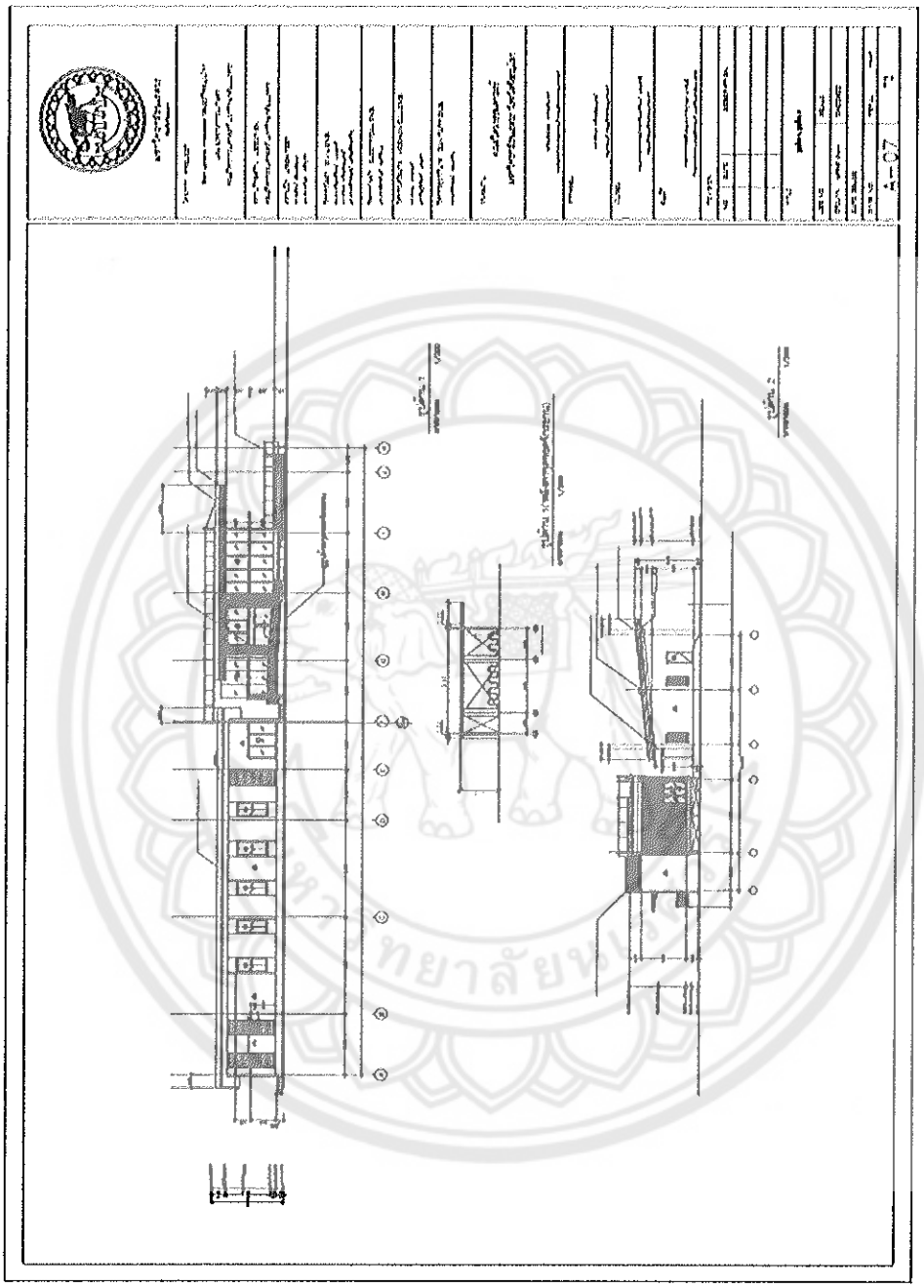
ภาพ 54 แปลนชั้นดาดฟ้าแบบสัญญาเดิม



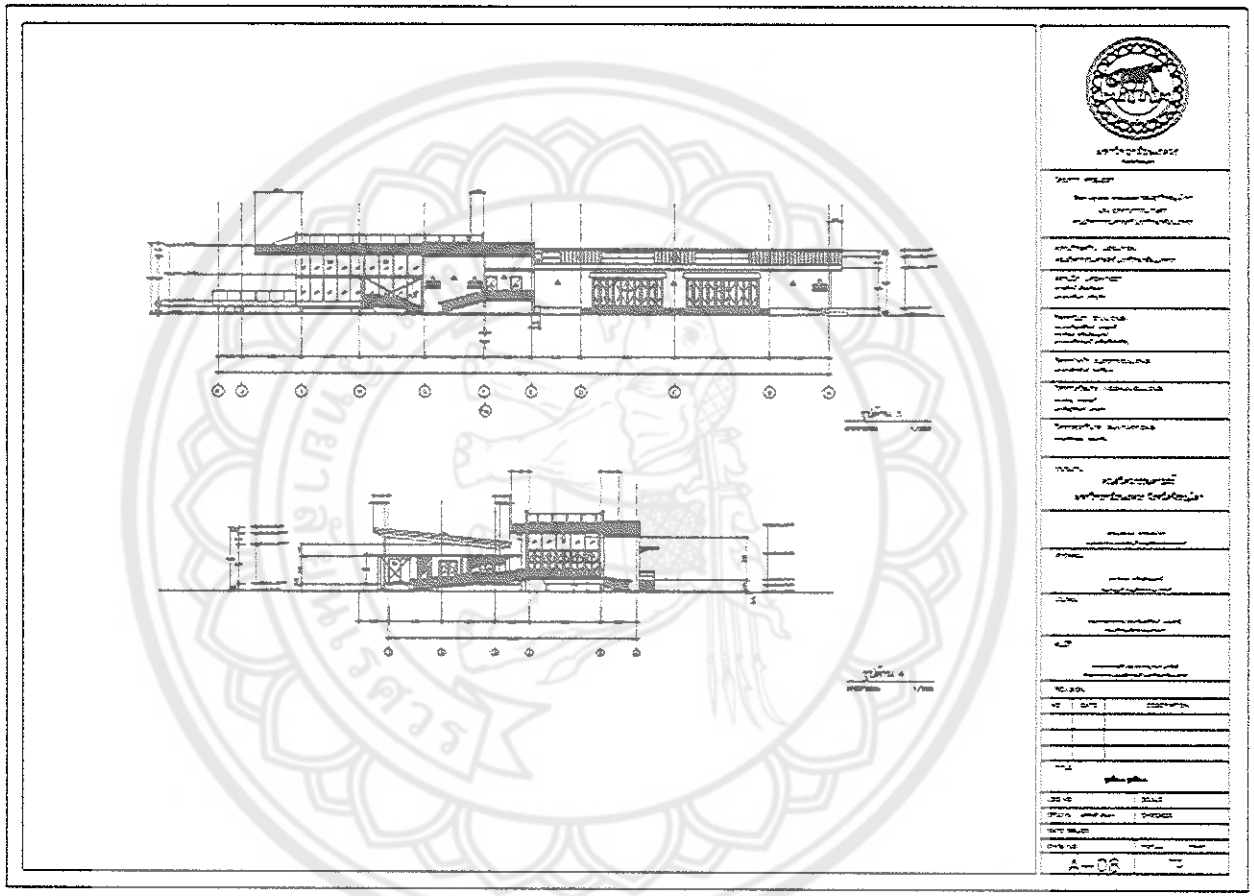
ภาพ 55 รูปตัด 1-2 แบบสัญญาเดิม



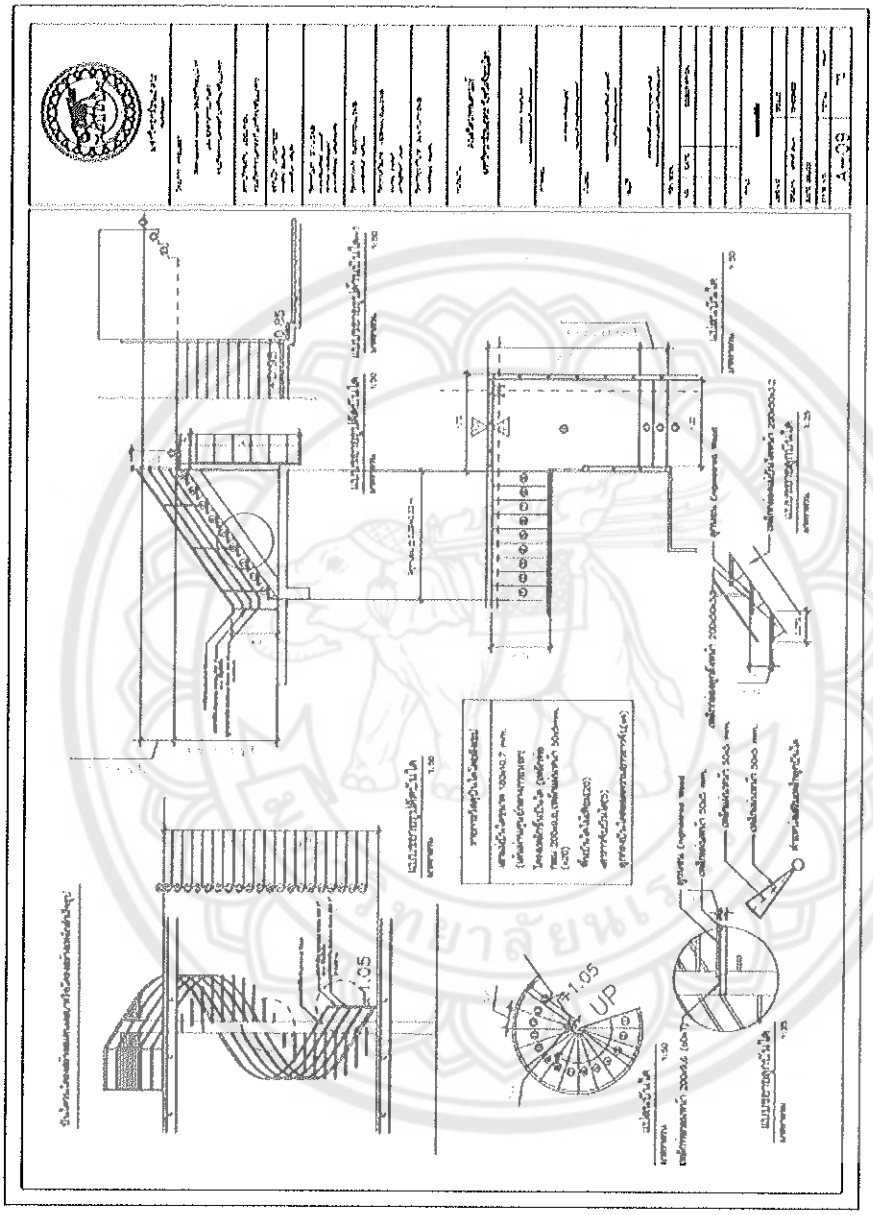
แผนผังบริเวณชั้นที่ 3 มาตราส่วน 1:100



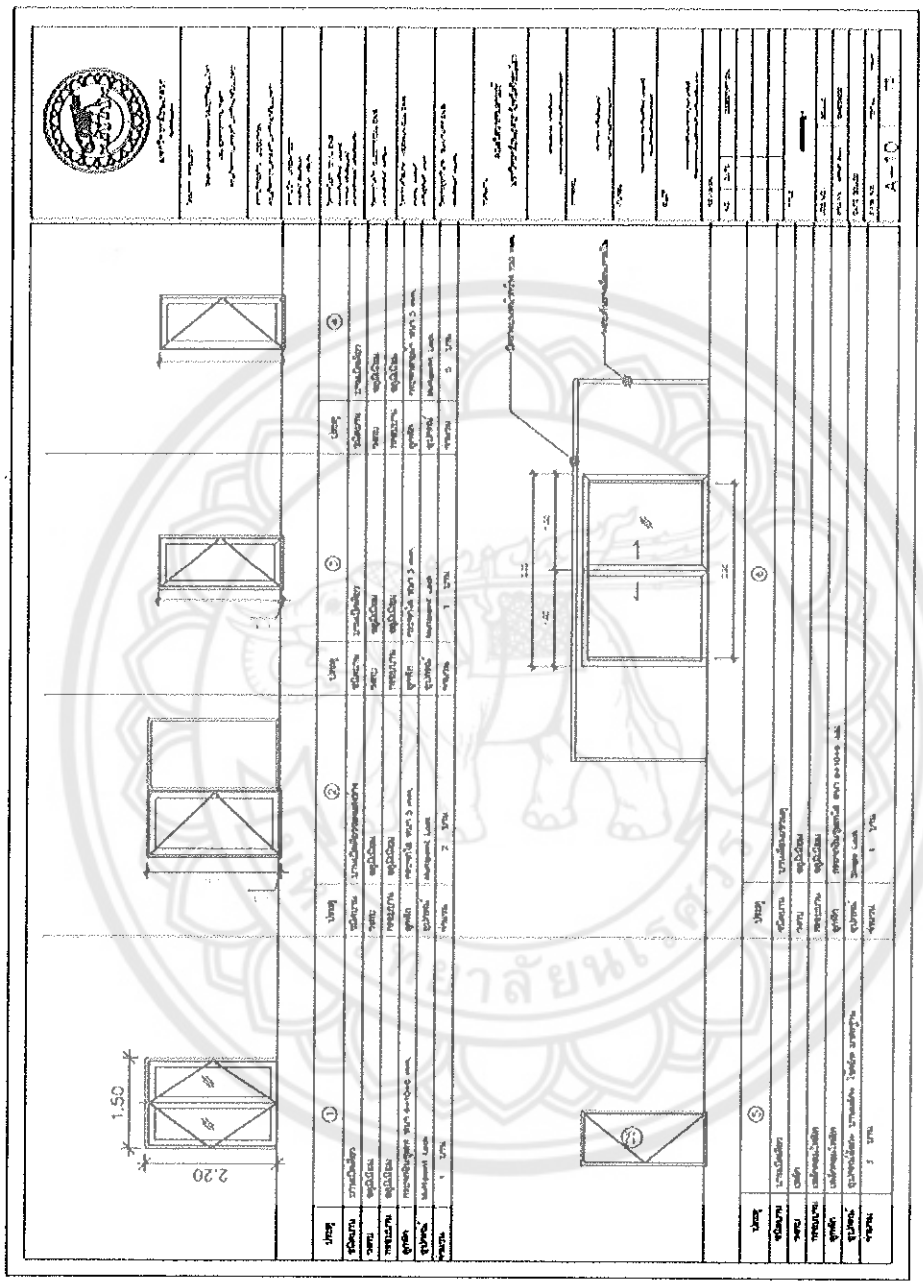
ภาพ 57 รูปด้าน 1-2 แบบสัญญาเดิม



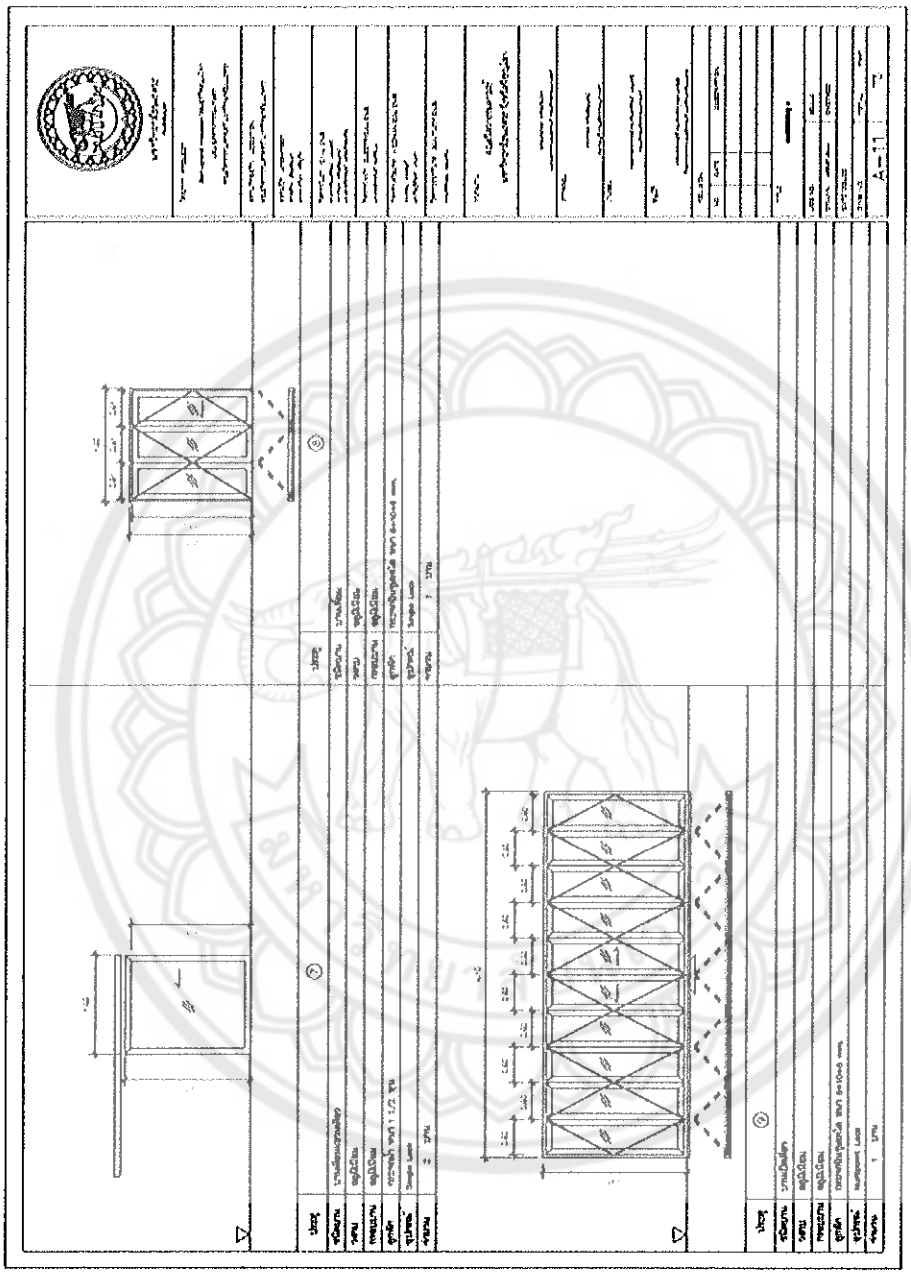
ภาพ 58 รูปด้าน 3-4 แบบสัญญาเดิม



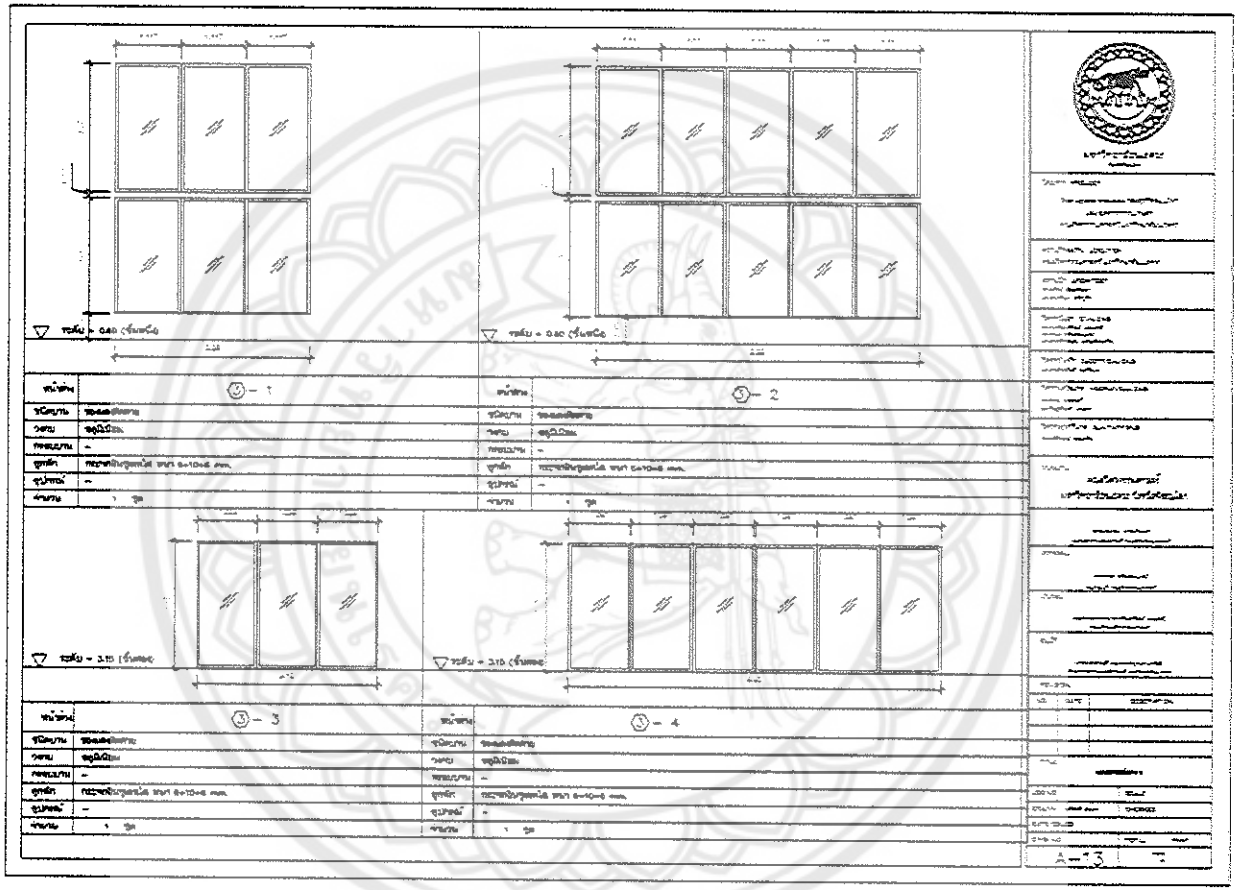
มหาวิทยาลัยนเรศวร ตามมาตรา 69 พ.ร.บ.



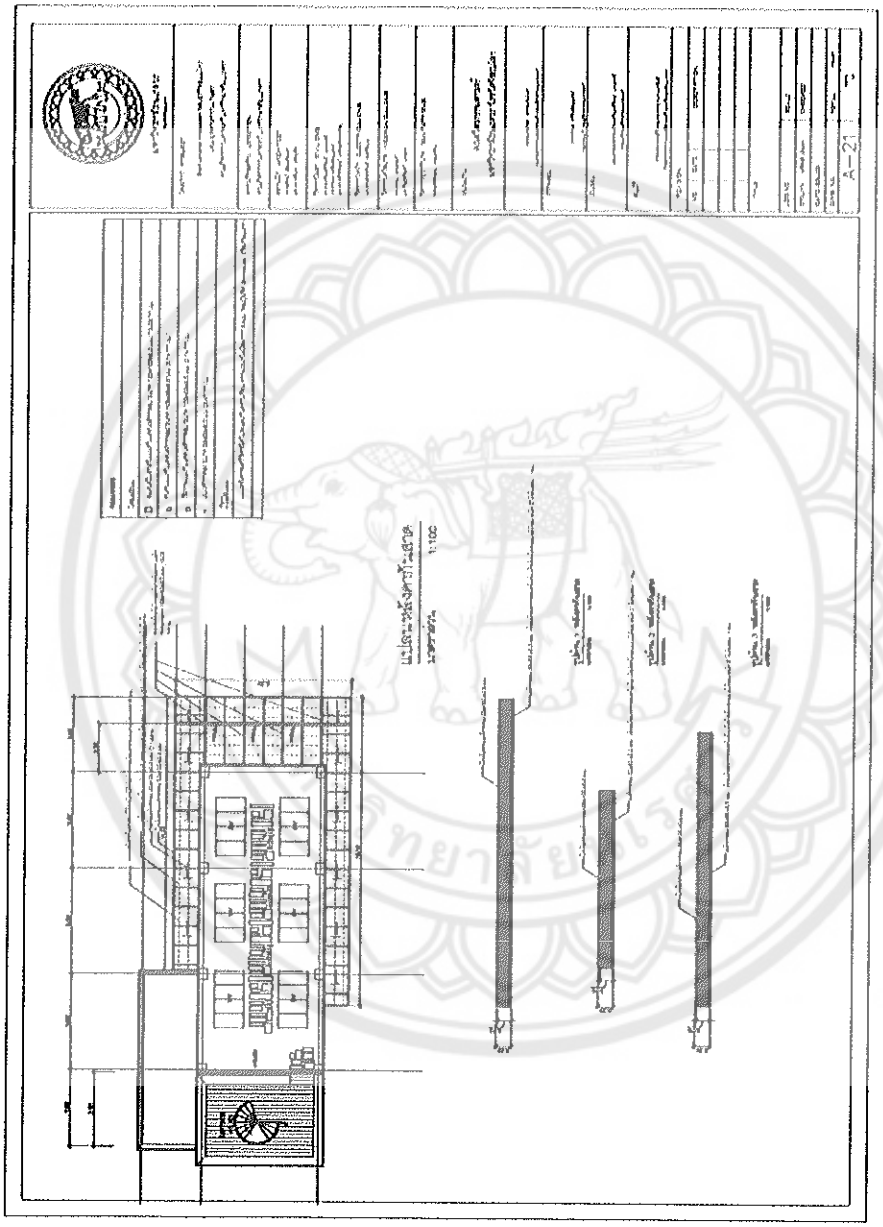
ประเภทที่ 09 หน้าต่าง



ภาพ 61 แบบประกอบแบบสัมภาษณ์



ภาพ 62 แบบขยายหน้าต่าง แบบสัญญาเดิม



แบบก่อสร้างอาคารเรียน ๔ ชั้น ๑๒ ห้องเรียน 39 หน่วย

ภาคผนวก ค แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

แบบสอบถาม การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามมิติในการจัดทำแบบสัญญา แบบก่อสร้าง แบบสร้างจริง กรณีศึกษา "อาคาร STARTUP AND INNOVATION คณะวิศวกรรมศาสตร์"

วัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม

1. เพื่อสอบถามความคิดเห็นผู้ตอบแบบสอบถาม ต่อแนวทางเสนอแนะการประยุกต์ใช้ BIM ในองค์กร ว่าเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้ทำงานจริงมากน้อยเพียงใด และสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. วัดระดับของข้อมูลแบบสร้างจริง ระหว่างแบบ BIM และแบบเดิม ตามความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มประชากรของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. อาจารย์และเจ้าหน้าที่ระดับบริหารในองค์กรณ์ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำหนดแนวคิดและนโยบายของอาคาร เป็นคณะกรรมการตรวจรับอาคาร และมีส่วนสำคัญในการตัดสินใจในโครงการ

2. เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ และผู้รับเหมาก่อสร้าง มีส่วนเกี่ยวข้องในการตรวจสอบควบคุมงานระหว่างการก่อสร้าง ตรวจสอบแก้ไขแบบก่อสร้าง คิดปริมาณงานและราคา มีส่วนสำคัญในหน้างานก่อสร้างและรายละเอียดเทคนิคงานก่อสร้าง

3. ผู้มีความรู้ความเข้าใจในงาน BIM นิสิตนักศึกษาในภาควิชาที่เกี่ยวข้อง เป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแบบ BIM

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ขอบเขต เป็นผู้ปฏิบัติงาน/เคยปฏิบัติงานในองค์กรณ์ของกรณีศึกษา โดยมีบทบาทหน้าที่อันเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคาร การจัดทำแบบก่อสร้าง การบำรุงรักษาซ่อมแซมอาคาร เคยปฏิบัติงานในองค์กรณ์หรือไม่ เคยใช้ BIMหรือไม่

1. ตำแหน่งในองค์กรณ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม
   1.1 อาจารย์ เจ้าหน้าที่ระดับบริหาร
   1.2 เจ้าหน้าที่ระดับเชี่ยวชาญ ปฏิบัติการ และผู้รับเหมาก่อสร้าง
   1.3 บุคคลที่ความรู้ความเข้าใจในการจัดทำ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร BIM
2. ประสบการทำงานในองค์กรณ์ (ตอบเป็นจำนวนปี)

2.1 ....ปี

3. ท่านเคยนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร BIM มาใช้ในการออกแบบ/ก่อสร้าง/ควบคุมงานก่อสร้าง จริงในองค์กรณ์ของท่านหรือไม่

3.1 เคย

3.2 ไม่เคย

4. ท่านเป็นผู้เกี่ยวข้องด้านใดในโครงการ Startup and innovation ของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร

4.1 เกี่ยวข้อง ด้านนโยบาย และภาพรวม

4.2 เกี่ยวข้องด้านปฏิบัติการ ควบคุมงาน ตรวจสอบแบบ ปริมาณงาน และรายละเอียดก่อสร้าง

4.3 ไม่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 2 ปัญหาด้านการประยุกต์ใช้ BIM (Man Material Machine Minutes Money บุคลากร เทคโนโลยี วิธีการ เวลา)

คำถามด้าน บุคลากร จำนวน 3 ข้อ

5. (1) ท่านคิดว่าบุคลากรทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้าง (เจ้าของโครงการ ที่ปรึกษา ผู้รับจ้างก่อสร้าง ผู้รับจ้างช่วง) มีความพร้อมที่จะปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน โดยนำเทคโนโลยี BIM มาใช้งานในโครงการก่อสร้างของมหาวิทยาลัยนเรศวรหรือไม่

5.1 ไม่พร้อมปฏิบัติ ควรใช้ระยะเวลาฝึกฝน และศึกษาการใช้งานเพิ่มเติม

5.2 พร้อมปฏิบัติ

6. (2)เพราะเหตุใด

6.1 (1)ท่านคิดว่าบุคลากรทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างปัจจุบัน มีความจำเป็นต้องศึกษาการใช้งาน BIM เพื่อรองรับเทคโนโลยี BIM ที่อาจใช้แพร่หลายในอนาคตหรือไม่

6.1.1 จำเป็น

6.1.2 ไม่จำเป็น

6.2 (2)เพราะเหตุใด

7. เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนรูปแบบการทำงาน BIM ท่านคิดว่าบุคลากรทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างปัจจุบัน ต้องปฏิบัติอย่างไร

7.1 บุคลากรทุกฝ่ายศึกษาความรู้เพิ่มเติมให้สามารถเข้าใจเบื้องต้น

7.2 เฉพาะบุคลากรเฉพาะฝ่ายปฏิบัติเขียนแบบ ควรศึกษาการใช้งานเพิ่มเติม

7.3 จ้างผู้เชี่ยวชาญ BIM มาให้คำปรึกษาเพิ่มเติม

คำถามด้าน องค์กรณ์ วิธีการและรูปแบบการทำงาน จำนวน 3 ข้อ

8. (1) ท่านคิดว่าองค์กรณ์ของท่าน มีความพร้อมสามารถปรับเปลี่ยนบทบาทหน้าที่ ให้รองรับการทำงานโครงการก่อสร้างที่ใช้เทคโนโลยี BIM ได้หรือไม่ (จัดหาเจ้าหน้าที่เพิ่มเติม อบรมศึกษาผู้ปฏิบัติหน้าที่เดิม และผู้บริหารให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี)

8.1 ไม่พร้อมปรับเปลี่ยน ควรใช้ระยะเวลาฝึกฝนอบรมความรู้บุคลากรเพิ่มเติม กรณีจำเป็นควรจ้างบุคลากรภายนอกมาช่วยปฏิบัติงาน

8.2 พร้อมปรับเปลี่ยน หรือจัดทีมทำงานได้ในทันที โดยจัดหาบุคลากรภายในองค์กรณ์เป็นหลัก

(2) เพราะเหตุใด

9. (1) ท่านคิดว่าองค์กรณ์ของท่าน สามารถเพิ่มขอบเขตงาน ระยะเวลาปฏิบัติงานและหน้าที่ให้ฝ่ายปฏิบัติงานเขียนแบบ สามารถเขียนแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้หรือไม่

9.1 สามารถทำได้

9.2 ไม่สามารถทำได้

(2) เพราะเหตุใด

10. (1) ท่านคิดว่าหากมีการประยุกต์ใช้งานแบบจำลอง BIM ที่มีความละเอียดของข้อมูลมากยิ่งขึ้น ในทุกขั้นตอนของโครงการก่อสร้าง จะมีความเหมาะสม หรือไม่เหมาะสมต่อรูปแบบการทำงานเดิมของมหาวิทยาลัยนเรศวรหรือไม่

10.1 เหมาะสม

10.2 ไม่เหมาะสม

(2) เพราะเหตุใด ****โปรดระบุในขอบเขตของปัญหาด้านรูปแบบการทำงาน และสัญญาจ้างก่อสร้างทั่วไปของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คำถามด้าน วัตถุดิบ เครื่องมือและเทคโนโลยี จำนวน 3 ข้อ

11. องค์กรณ์ของท่านมีความพร้อมที่จะจัดหาซอฟท์แวร์ Revit 2020 มาใช้งาน สำหรับโครงการก่อสร้างหรือไม่(ค่าเช่าแบ่งเป็นเรทราคา รายเดือน ราคา 6,625 บาท/เดือน รายปี ราคา 53,500 บาท/ปี หรือเหมาจ่าย 3ปีราคา 145,500 บาท สำหรับเพื่อการศึกษา หรือการใช้งานไม่ก่อรายได้สามารถขอทดลองใช้ฟรีได้ 2 ปี)

11.1 พร้อม

11.2 ไม่พร้อม

12. องค์กรณ์ของท่านมีเครื่องมือ คอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ที่รองรับการใช้งานซอฟท์แวร์ Revit 2020 หรือไม่(ระบบที่เหมาะสมสามารถดำเนินงานได้ CPU:Intel Xeon,I series 7 AMD รุ่นรองรับเทคโนโลยี sse2 Ram 16GB หรือมากกว่า หน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 1680x1050 รองรับ Directx11 พื้นที่ว่างใน Disk ไม่น้อยกว่า 30 GB)

12.1 ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานเทคโนโลยี (computer มีเสปคต่ำกว่าระบุ)

12.2 เหมาะสมต่อการใช้งานเทคโนโลยี (computer มีเสปคเทียบเท่าหรือดีกว่าระบุ)

13. ท่านมีความพร้อมที่จะปฏิบัติ ศึกษาการใช้งาน Revit 2020 หรือไม่

13.1 พร้อม

13.2 ไม่พร้อมปฏิบัติ ควรให้บุคลากรท่านอื่นที่มีความเหมาะสมเป็นผู้ปฏิบัติ

คำถามด้าน เวลา จำนวน 4 ข้อ

14. ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลทำให้ระยะเวลาการทำงานเขียนแบบจำลอง และรวบรวมแบบก่อสร้างเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่

14.1 ระยะเวลาทำแบบรวบรวมแบบเพิ่มขึ้น (เนื่องจากบุคลากรต้องทำแบบละเอียดมากขึ้น)

14.2 ระยะเวลาทำแบบรวบรวมแบบลดลง(เนื่องจากจุดเด่นเทคโนโลยีมีการตรวจสอบแบบได้ง่าย)

15. ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลทำให้ระยะเวลาการตรวจสอบควบคุมงาน การประชุมเพื่อตัดสินใจแก้ไขปัญหาหน้างาน เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่

15.1 ระยะเวลาเพิ่มขึ้น

15.2 ระยะเวลาลดลง

16. ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลทำให้ระยะเวลาการตรวจรับงาน ทั้งตรวจสอบหน้างานจริง และตรวจสอบแบบสร้างจริง เพิ่มขึ้นหรือลดลงหรือไม่

16.1 ระยะเวลาเพิ่มขึ้น

16.2 ระยะเวลาลดลง

17. ท่านคิดว่าการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ในโครงการก่อสร้างจริงจะส่งผลต่อระยะเวลาดำเนินโครงการโดยรวมเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร

17.1 ระยะเวลาเพิ่มขึ้น

17.2 ระยะเวลาลดลง

ส่วนที่ 3 ความเห็นด้านแบบจำลอง BIM ตัวอย่าง จำนวน 15 ข้อ

18. ตัวอย่างแบบสร้างจริงที่จัดทำด้วย BIM มีความเหมาะสมสามารถทดแทนแบบก่อสร้างเดิมได้หรือไม่

18.1 เหมาะสม

18.2 ไม่เหมาะสม

19. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภทโครงสร้างฐานราก Substructure อันประกอบไปด้วย เสาเข็ม ฐานราก ตอม่อ ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

20. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภทโครงสร้าง Floor Construction อันประกอบไปด้วย โครงสร้างพื้น คานคอนกรีต คานเหล็กบริเวณระเบียง พื้นท็อปปิ้ง และทางลาด ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

21. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภทโครงสร้าง Roof Construction อันประกอบไปด้วย คานเหล็กหลังคา พื้นแสลปหลังคา ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

22. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภทโครงสร้าง บันได ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

23. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท ผนังภายนอกอาคาร ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

24. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท หน้าต่างภายนอกอาคาร ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

25. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท งานวัสดุมุงหลังคา ครอบข้าง ครอบสัน และช่องสกายไลท์ ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

26. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท ผนังกั้นภายในอาคาร ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

27. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท ประตูภายในอาคาร ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

28. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท ฝ้าเพดานโครงสร้างแขวน ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

29. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท รางจับ รางกันตกภายในอาคาร ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

30. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท อุปกรณ์ประกอบห้องน้ำ ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

31. ระดับขั้นของข้อมูล ประเภท งาน Finishing พื้น ผนัง เพดาน ท่านคิดว่าแบบจำลอง BIM มีการพัฒนาข้อมูล จากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร (1=ข้อมูลชัดเจนน้อยลงจากเดิม 2=ข้อมูลชัดเจนเทียบเท่าเดิม 3=ข้อมูลพัฒนา)

32. ท่านมีข้อคิดเห็นหรือข้อแนะนำของแบบจำลอง BIM โครงการอาคาร Startup and Innovation อย่างไรบ้างโปรดระบุ

หมายเหตุ: แบบสอบถามทั้งหมดจัดทำและตอบในระบบแบบสอบถามออนไลน์ Google Form ตามที่อยู่ https://docs.google.com/forms/d/1Niyj7FW0LsfaKfoSll9zL-VxjLHqgLb1gpNmsX4YMkU/