การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันสำหรับระบบนิเวศน์ที่แตกต่างของโครงการที่ใช้การจำลองสารสนเทศอาคาร

น.ส.สุทธิลักษณ์ อุมรินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Design of the Collaborative Forms for Different Ecosystems of Building Information Modeling (BIM) Projects

Miss Sutthiluk Ummarin

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันสำหรับระบบนิเวศน์ที่แตกต่างของโครงการที่ใช้การจำลองสารสนเทศอาคาร
โดย	น.ส.สุทธิลักษณ์ อุมรินทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พร วิรุฬห์รักษ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุทธิลักษณ์ อุมรินทร์ : การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันสำหรับระบบนิเวศน์ที่แตกต่างของโครงการที่ใช้การจำลองสารสนเทศอาคาร. (Design of the Collaborative Forms for Different Ecosystems of Building Information Modeling (BIM) Projects) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างได้นำการจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) มาใช้อย่างกว้างขวาง การนำ BIM มาใช้จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบและกระบวนการทำงานร่วมกัน ดังนั้นการบริหารจัดการการทำงานร่วมกันจึงเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งทำให้โครงการก่อสร้างซึ่งใช้ BIM (BIM projects) ประสบความสำเร็จ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจำแนกรูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM นอกจากนั้นงานวิจัยยังนำเสนอแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ซึ่งมีระบบนิเวศน์ต่าง ๆ งานวิจัยเริ่มจากการรวบรวมแนวคิดและองค์ความรู้ที่สำคัญจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐาน BIM ต่าง ๆ รวมถึงการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่านทั้งเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลักทั้งหมด จากข้อมูลดังกล่าว เราสามารถจำแนกรูปแบบของการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaborative forms) ในประเทศไทยโดยอาศัย 5 ปัจจัยหลัก คือ (1) มุมมองและพฤติกรรม, (2) ประเด็นข้อสัญญา, (3) การสื่อสาร, (4) การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์รวมถึงการอบรม, และ (5) ผู้นำและผู้ประสานงาน BIM รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM สามารถจำแนกออกได้เป็น 4 รูปแบบ คือ (1) การทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม, (2) การทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์, (3) การทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ, และ (4) การทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ นอกจากนั้นงานวิจัยได้พัฒนาแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยเริ่มจากระบุเป้าหมาย (BIM goals) การใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Uses) รวมถึงพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6070348621 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORD: (BIM) BIM collaboration

Sutthiluk Ummarin : Design of the Collaborative Forms for Different Ecosystems of Building Information Modeling (BIM) Projects. Advisor: Assoc. Prof. VEERASAK LIKHITRUANGSILP, Ph.D.

Presently, the construction industry has widely adopted Building Information Modeling (BIM). BIM implementation necessitates the transformation of collaborative forms and processes. Thus, BIM collaboration management is a critical success factor for the construction projects using BIM (BIM projects). The objectives of this research are: (1) to examine and classify the collaborative forms in BIM projects, and (2) to propose a guide for designing the collaborative forms for BIM projects with different ecosystems. We compiled important concepts and knowledge from relevant research works, BIM standards, and the semi-structured interviews with nine experts, including project owners, designers, and prime contractors. Based on these findings, the BIM collaborative forms in Thailand are classified based on five major factors: (1) attitude and behavior, (2) contract issues, (3) communication, (4) software and hardware management, and training, and (5) BIM leader and BIM coordinator. The collaborative forms in BIM projects can be divided into 4 types: (1) niche BIM collaboration, (2) centralized BIM collaboration, (3) cooperative BIM collaboration, and (4) full BIM collaboration. The research also develops a guide for designing the collaborative forms in BIM projects. The design is based on BIM goals, BIM uses, and other factors that support the collaboration.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Civil Engineering Student's Signature .....

Academic Year: 2020 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้คำปรึกษา และคำแนะนำอย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยที่เสียสละเวลาในการให้ความช่วยเหลือในทุกกระบวนการการทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบไปด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. นครกกแก้ว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พร วิรุฬรักษ์ ที่เอื้อเฟื้อเวลาอันมีค่าสำหรับคำแนะนำ และการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าในการทำงานของท่านในการให้สัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์สูงสุดสำหรับงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลในครอบครัวทั้งบิดา มารดารวมไปถึงเพื่อนสนิททุกท่านที่เป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญในทุก ๆ ด้านที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง

สุทธิลักษณ์ อุมรินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย 3

บทที่ 2 การทบทวนทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 Building Information Modeling (BIM) 5

2.2 ประโยชน์ของการใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้างอาคาร 6

2.3 การทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ BIM 6

2.3.1 ลักษณะของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ BIM 8

2.3.2 กระบวนการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaboration process) 11

2.3.3 การสื่อสารในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 15

2.3.4 การแลกเปลี่ยนข้อมูลการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 16

2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 23

2.5 มาตรฐาน BIM กับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.1 คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย 29
2.5.2 BIM Project Execution Planning Guide version 2.0: BEPG 32
2.5.3 Singapore BIM Guide version 2 34
2.5.4 BIM Planning Guide for Facility Owners version 2.0 36
2.5.5 AEC (UK) BIM protocol version 2 37
2.6 ช่องว่างงานวิจัย (research gap) 38
2.7 บทสรุป 38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 40
3.1 ขั้นตอนการวิจัย 40
3.2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 42
3.3 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 42
3.4 พัฒนาบทสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวมรวมข้อมูล 43
3.5 สำรวจรูปแบบการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก 43
3.6 วิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 43
3.7 พัฒนาแนวทางการออกแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 44
3.8 ตรวจสอบความใช้ได้และปรับปรุงรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 45
3.9 สรุปผลงานวิจัย ระบุข้อจำกัดและจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในงานวิจัยในอนาคตต่อไป 45
3.10 บทสรุป 45
บทที่ 4 การวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 47
4.1 แหล่งข้อมูล 47
4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 48
4.2.1 ทัศนคติและพฤติกรรม (attitude and behavior) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ 49
4.2.2 ประเด็นข้อสัญญา (contract issues) 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.3 การสื่อสาร (communication)..... 50
4.2.4 การจัดการด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม (software, hardware management and training)..... 51
4.2.5 ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM (BIM manager and BIM coordinator)..... 53
4.3 รูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 54
4.3.1 รูปแบบที่ 1 รูปแบบการทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม (niche BIM collaboration) 60
4.3.2 รูปแบบที่ 2 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ (centralized BIM collaboration)..... 61
4.3.3 รูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration)..... 63
4.3.4 รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration)..... 67
4.4 ข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 73
4.4.1 ด้านต้นทุนของโครงการ (cost) 74
4.4.2 ด้านเวลาของโครงการ (time)..... 75
4.4.3 ด้านคุณภาพของโครงการ (quality)..... 76
4.5 บทสรุป 78
บทที่ 5 แนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 80
5.1 ขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM..... 80
5.2 องค์ประกอบที่จำเป็นในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 82
5.2.1 การกำหนดเป้าหมายของโครงการ BIM..... 82
5.2.2 การระบุการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ (BIM uses) 82
5.2.3 ปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 88
5.3 การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM..... 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3.1 เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ 92
5.3.2 เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ 93
5.3.3 เป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ 93
5.4 แนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 94
5.4.1 ความสามารถที่จำเป็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 94
5.4.2 ทรัพยากรที่จำเป็น 98
5.5 การตรวจสอบและปรับปรุงแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 103
5.5.1 ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 103
5.5.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 104
5.5.3 ปรับปรุงและพัฒนาแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารที่มีการใช้ BIM 105
5.6 บทสรุป 105
บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัย 107
6.1 รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 107
6.2 กรอบการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ไปใช้งาน 112
6.3 แนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 115
6.4 ประโยชน์ของงานวิจัย 116
6.5 ข้อจำกัดในงานวิจัย 116
6.6 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย 117
บรรณานุกรม 118
ภาคผนวก 120
ภาคผนวก ก การสร้างแนวคิด และการจัดทำแนวคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ 121

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข ผลการสัมภาษณ์แนวคิดการนำ BIM มาใช้งาน 122
ภาคผนวก ค ผลการสัมภาษณ์แนวคิดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 125
ภาคผนวก ง ผลการสัมภาษณ์การพิจารณาปัจจัยในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM 134
ประวัติผู้เขียน 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (design-bid-build) 12
ตารางที่ 4.1 บทบาทขององค์กรผู้ให้ข้อมูล.....47
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้ข้อมูล.....48
ตารางที่ 4.3 ปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้พิจารณาในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันของตนเอง และปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM.....48
ตารางที่ 4.4 สรุปข้อกำหนดรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM.....54
ตารางที่ 4.5 ข้อกำหนดรูปแบบที่2 centralized BIM collaboration.....62
ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดรูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration.....64
ตารางที่ 4.7 ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration.....68
ตารางที่ 4.8 สรุปข้อดีข้อเสียของรูปแบบการทำงานร่วมกัน.....78
ตารางที่ ค แนวคิดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM.....128
ตารางที่ ง การพิจารณาปัจจัยในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM.....137

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

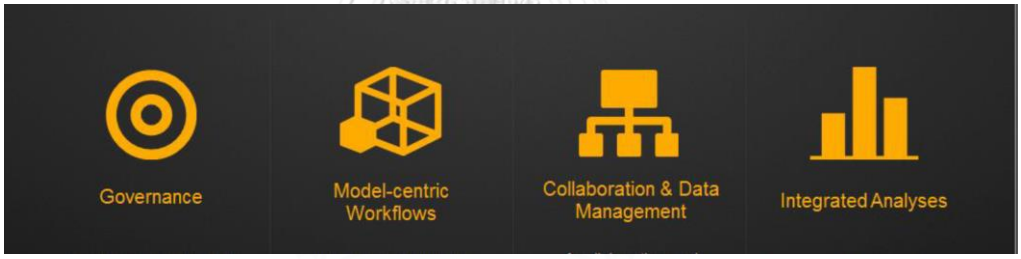
รูปที่ 1.1 พื้นที่การดำเนินการ BIM (BIM Implement Areas) 1
รูปที่ 1.2 การแลกเปลี่ยนข้อมูลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการที่ใช้ BIM 2
รูปที่ 2.1 ผู้เกี่ยวข้องหลักในโครงการก่อสร้าง.....7
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารแบบ DBB ที่ใช้ BIM.....14
รูปที่ 2.3 รูปแบบของการสื่อสารในโครงการก่อสร้าง.....15
รูปที่ 2.4 การดึงข้อมูลผ่านโครงการ.....17
รูปที่ 2.5 รายละเอียดของระดับข้อมูล.....18
รูปที่ 2.6 รายชื่อผู้รับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้น.....19
รูปที่ 2.7 แผนภาพอธิบายขั้นตอนการทำงานร่วมกันด้วย BIM ตามแนวทาง CDE.....20
รูปที่ 2.8 exchange formats in AEC applications.....22
รูปที่ 2.9 กุญแจสำคัญในการทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพ.....25
รูปที่ 2.10 ปัจจัยที่สำคัญในการทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพ.....27
รูปที่ 2.11 การทำงานเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน.....31
รูปที่ 2.12 การทำงานเชื่อมโยงภายในหน่วยงาน.....32
รูปที่ 2.13 BIM project execution planning procedure.....33
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....41
รูปที่ 5.1 กระบวนการการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM.....80
รูปที่ 5.2 การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สำหรับเป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ.....82
รูปที่ 5.3 การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สำหรับเป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ.....84
รูปที่ 5.4 การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สำหรับเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ.....86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) คือเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับวงการก่อสร้าง ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการออกแบบอาคารไปจนถึงการก่อสร้างแล้วเสร็จ BIM เป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาประสิทธิภาพการดำเนินการโดยรวมขององค์กรที่มีสภาพแวดล้อมที่ต่างกันให้มาทำงานร่วมกันภายใต้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน ประโยชน์ของ BIM นั้นกว้างขวางมากไม่ใช่แค่เฉพาะด้านเทคโนโลยีแต่ยังคลอบคลุมด้านการจัดการโครงสร้างองค์กร (governance) การกำหนดระบบจัดการลำดับงานแบบจำลอง (model-centric workflows) การบริหารจัดการความร่วมมือและข้อมูล (collaboration and data management) การวิเคราะห์และบูรณาการ (analysis and integration) Koppula (2012) ดังแสดงในรูปที่ 1.1

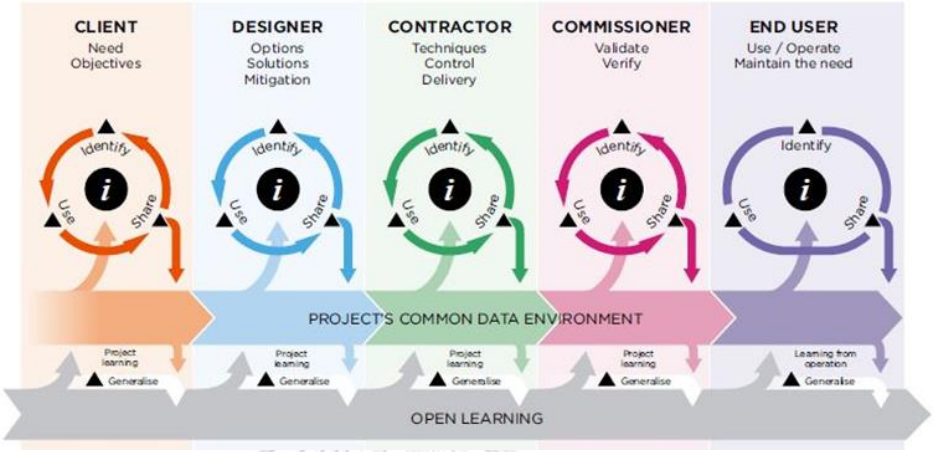


รูปที่ 1.1 พื้นที่การดำเนินการ BIM (BIM Implement Areas) (Koppula,2012)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างมีการนำ BIM เข้ามาใช้อย่างกว้างขวางโดยคำนึงประโยชน์ เช่น เพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสาร ลดระยะเวลาและงบประมาณในการก่อสร้าง (Ma et al., 2018) แต่การนำ BIM มาใช้งานได้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานและรูปแบบการทำงานร่วมกัน การบริหารจัดการความร่วมมือในการทำงานร่วมกันจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการเพื่อให้โครงการประสบความสำเร็จ เนื่องจากในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการทำงานร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียคือองค์กรที่มีความเกี่ยวข้องต่อผลการดำเนินการของโครงการ (Dash & PMP, 2015) ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้างก่อสร้างและอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ไม่ใช่แค่การทำงานเพียงฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเท่านั้น ซึ่งแต่ละฝ่ายในโครงการต่างมีลักษณะปัจเจก ความต้องการ และทักษะด้าน BIM ที่

แตกต่างกัน จึงมักทำให้เกิดปัญหาในการทำงานร่วมกันในโครงการ ทำให้โครงการไม่สามารถประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมป์, 2558a)



รูปที่ 1.2 การแลกเปลี่ยนข้อมูลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการที่ใช้ BIM

(The British Standards Institution, 2018)

จากเหตุผลเบื้องต้นจึงควรมีงานวิจัยที่ช่วยในการพัฒนาการบริหารจัดการความร่วมมือ เพื่อทำให้การดำเนินงาน BIM (BIM implementation) มีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จมากขึ้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM (BIM collaboration forms) เพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าของโครงการออกแบบรูปแบบของ collaboration ในระบบนิเวศน์ (ecosystem) ที่แตกต่างกันให้เหมาะสมกับเป้าหมายและการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ จึงเป็นตัวช่วยในการนำไปใช้วางแผนการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM

รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM นั้นขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ (attitude and behavior) ประเด็นข้อสัญญา (contract issues) การสื่อสาร (communication) การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม (software & hardware management and training) และผู้นำ/ผู้ประสานงาน (BIM leader/ BIM coordinator) ทุกปัจจัยมีผลต่อการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM จึงควรพิจารณาโดยพัฒนาเป็นเครื่องมือในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM สามารถประสานความร่วมมือได้อย่างเต็มรูปแบบและมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาและจำแนกรูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารที่มีการใช้ BIM (BIM collaborative forms) และคุณลักษณะของแต่ละรูปแบบ
2) เพื่อออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่มีระบบนิเวศน์ (ecosystems) ที่แตกต่างในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) งานวิจัยนี้ศึกษาผู้เกี่ยวข้องหลัก (main stakeholders) ของโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM ในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของโครงการ (owner) ผู้ออกแบบ (designer) และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก (prime contractor) จำนวนทั้งหมด 9 องค์กร
2) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการระบุรูปแบบ รายละเอียด ปัจจัยในการเลือก และประโยชน์ของรูปแบบต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM ในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กึ่งเชิงโครงสร้าง ผู้ให้ข้อมูลคือบุคคลสำคัญในองค์กรเป็นบุคคลที่มีอำนาจในการตัดสินใจ หรือบุคคลที่มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างอาคารที่มีการใช้ BIM ในประเทศไทยอย่างน้อย 2 ปี

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วยขั้นตอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน

1) ทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยรวบรวมจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ และ guideline ต่าง ๆ โดยศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้
    - ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
    - เทคโนโลยี ระบบการจัดการข้อมูลในปัจจุบันและกำลังพัฒนาในการทำงานร่วมกันหรือการติดต่อสื่อสารในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
    - มาตรฐานหรือนโยบายต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
    - รูปแบบและขั้นตอนในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM

- ประเภทของการทำงานร่วมกันในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

2) วิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อสร้างบทสัมภาษณ์ในการสอบถามขั้นตอนต่อไป
3) พัฒนาบทสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวมรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทัศนคติ พฤติกรรม ประเด็นข้อสัญญา การสื่อสาร การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การอบรม ประเด็นผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ในโครงการ BIM
4) สำรวจรูปแบบความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักในประเทศไทย โดยการสัมภาษณ์องค์กรเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก
5) วิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaborative forms) และคุณลักษณะของแต่ละรูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับเจ้าของโครงการในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในระบบนิเวศน์ (ecosystems) ที่แตกต่างของโครงการ BIM
6) พัฒนาแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
7) ตรวจสอบความใช้ได้ และปรับปรุงรูปแบบการทำงานร่วมกันและการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่านจาก 4 องค์กรเจ้าของโครงการและที่ปรึกษา
8) สรุปผลงานวิจัย ระบุข้อจำกัดและจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในงานวิจัยในอนาคตต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
การทบทวนทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยรวบรวมจากหนังสือวิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ และ guideline ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อนำมาศึกษาและวิเคราะห์ช่องว่างของงานวิจัย (research gap) ต่อไป

2.1 Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) คือการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารซึ่งเป็นแนวคิดที่พัฒนามาจาก Computer-Aided Design (CAD) โดยถูกนำเสนอครั้งแรกในวารสาร AIA โดย Charles Eastman ในปี ค.ศ. 1975 โดยถูกเรียกว่า Building Description System (BDS) ซึ่งเป็นโครงการแรกในประวัติศาสตร์ของ BIM ที่ประสบความสำเร็จในการสร้างแบบจำลองอาคารสารสนเทศ Eastman อธิบายแนวคิดนี้ว่าเป็นการออกแบบตัวแปรเพื่อแสดงภาพอาคารในรูปแบบสามมิติที่มีคุณภาพสูงโดยการรวมข้อมูลสารสนเทศ เพื่อการมองเห็นภาพและการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้เข้าถึงข้อมูลได้ มีการให้คำนิยามของ BIM ในรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่มีการระบุคำนิยามจากฟังก์ชันการใช้งานและประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้งาน (Autodesk, 2009) ระบุว่า BIM คือการรวมกระบวนการก่อสร้างบนการทำงานร่วมกันกับข้อมูลที่น่าเชื่อถือของโครงการตั้งแต่กระบวนการออกแบบจนถึงก่อสร้างและการดำเนินการหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ (Azhar, 2011) ให้คำนิยามว่า BIM คือแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยรูปทรงเรขาคณิต ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ จำนวน และลักษณะของชิ้นส่วนของโครงสร้างอาคาร การประมาณราคา การจัดการวัสดุคงเหลือ และการวางแผนโครงการ เช่นเดียวกับ U.S. National Building Information Modeling Standard (NBIMS-US) ซึ่งนิยามไว้ว่า BIM คือการสร้างแบบจำลองด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อสร้างภาพของอาคาร วิเคราะห์ความขัดแย้ง การตรวจสอบกระบวนการสร้าง การประมาณต้นทุน การกำหนดงบประมาณ และอื่น ๆ ส่วน (CIC, 2010) ได้นิยามว่า BIM คือกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้นการพัฒนาการใช้งานและการส่งต่อข้อมูลไฟล์ดิจิทัลของอาคารในโครงการเพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบ การก่อสร้างของโครงการจนถึงกระบวนการดำเนินงานหลังการก่อสร้าง เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ประโยชน์ของการใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้างอาคาร

BIM สามารถใช้ในทุก ๆ กระบวนการในโครงการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มโครงการจนก่อสร้างแล้วเสร็จ และการดูแลรักษาหลังการก่อสร้าง (Autodesk 2002; Eastman et al. 2008; Azhar et al. 2011) มีรายละเอียดดังนี้

1) การสร้างภาพมุมมองอาคารคุณภาพสูงจากแบบจำลองสามมิติ (visualisation) และการเดินเข้าไปในอาคารเสมือนจริง (walkthrough)
2) การบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลง (change management) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานในทุก ๆ ส่วนของโครงการ ทุก ๆ ฝ่ายจึงต้องการการเปลี่ยนแปลงการจัดการในองค์กรด้วย
3) การตรวจสอบรหัส (code checking)
4) การตรวจสอบการทับซ้อนกัน (clash detection) สามารถตรวจสอบในขั้นตอนต้นๆของกระบวนการคือขั้นตอนการออกแบบก่อนการก่อสร้างจริง ได้แก่ ระบบท่อ ระบบท่อน้ำ อุปกรณ์ก่อสร้าง งานสถาปัตย์กรรม และงานโครงสร้าง
5) ชิ้นส่วนงานก่อสร้างแล้วเสร็จ (prefabrication) ช่วยให้การติดตั้งชิ้นส่วนก่อสร้างแล้วเสร็จง่ายขึ้นในทุก ๆ ส่วน
6) การสื่อสารและการทำงานร่วมกันทุก ๆ ข้อมูลของแต่ละฝ่าย องค์ประกอบทุกอย่างของอาคาร การวางแผนจนถึงการสร้างแบบจำลอง ทุกการทำงานต้องมีการสื่อสารและการทำงานร่วมกันในแต่ละฝ่ายแต่ละองค์กรผ่านแบบจำลอง BIM
7) การจัดการเวลาและต้นทุนของโครงการ การวางแผน กำหนดต้นทุน และการประมาณราคา
8) อาคารเขียว (green Building) BIM สามารถช่วยวิเคราะห์พลังงาน แสงของอาคารซึ่งจะช่วยให้นักออกแบบอาคารสามารถจำลอง และปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร
9) การบริหารจัดการอาคารสถานที่ (facility management) BIM สามารถช่วยจัดการพื้นที่และข้อมูลอาคารสถานที่ในการบำรุงดูแลรักษาอาคารหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ

BIM สามารถปรับปรุงการทำงานร่วมกันของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ ซึ่งแต่ละฝ่ายต่างมีมุมมองที่แตกต่างกันออกไป (Malacarne & Matt, 2015) ตามลักษณะของงาน และความรับผิดชอบ

2.3 การทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ BIM

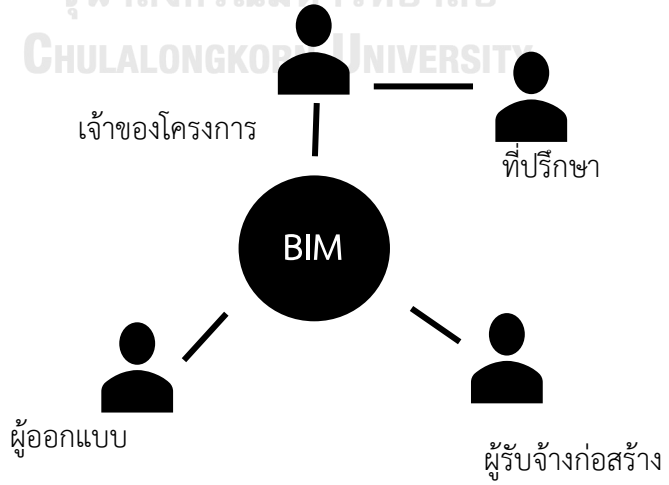
Dash and PMP (2015) ได้กล่าวว่า ผู้มีส่วนใดส่วนเสีย (Stakeholders) หมายถึง องค์กรที่

มีความเกี่ยวข้องต่อผลการดำเนินการของโครงการ ซึ่งผลการดำเนินการของโครงการนั้นสามารถส่งผลบวกและผลลบต่อผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงหรือทางอ้อม โดยตัวอย่างของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ทีมงานที่อยู่ในโครงการ ผู้ส่งมอบ เป็นต้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้ดังนี้ คือ

1) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก (key stakeholders) คือ ผู้มีความสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการโดยตรง และมีอิทธิพลต่อโครงการ เช่น เจ้าของโครงการ ที่ปรึกษา ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก ซึ่งมีส่วนได้ส่วนเสียสำคัญต่อการดำเนินโครงการ หรือผลลัพธ์ของโครงการโดยตรง
2) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียขั้นพื้นฐาน (primary stakeholders) คือ บุคคลหรือกลุ่มบุคคลซึ่งได้รับผลกระทบทางบวกหรือทางลบจากกิจกรรมโครงการ หรือผลลัพธ์ของโครงการ เช่น ผู้บริโภค (consumer) ตัวแทนทางการค้า (dealer) จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงราคาขาย การปรับเปลี่ยนนโยบายทางการค้าทั้งการจัดซื้อและการขาย เป็นต้น
3) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียขั้นรอง (secondary stakeholders) คือ ทุกหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องจากการดำเนินงานโครงการซึ่งไม่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อโครงการโดยตรง

ในการทำงานร่วมกันในโครงการนั้นไม่สามารถสำเร็จได้จากความสามารถขององค์กรเดียวหรือกลุ่มบุคคลเดียว การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูล และการระดมความคิดในการทำงานร่วมกันจากกลุ่มหรือฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายเดียวกันจนสร้างงานที่มีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จเป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.1 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักในโครงการก่อสร้าง

2.3.1 ลักษณะของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ BIM

โครงการก่อสร้างอาคารมีลักษณะการดำเนินงานที่มีความซับซ้อน BIM จึงเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามาในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ซึ่งมีการดำเนินงานเกี่ยวข้องกับบุคคลหรือองค์กรหลายฝ่าย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพทั้งในด้านคุณภาพ เวลา และต้นทุนของการก่อสร้าง โดยทั่วไปแล้วผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลักๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 แต่ละองค์กรจะทำหน้าที่ประสานงานกัน ดังนี้

1) เจ้าของโครงการ (owner)

เจ้าของโครงการคือผู้ลงทุนให้เกิดโครงการก่อสร้างขึ้นมา โดยหน้าที่หลักของเจ้าของ คือเป็นผู้ระบุถึงรายละเอียดและข้อกำหนดต่าง ๆ แก่ฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ เช่น ความต้องการในการใช้งานอาคาร กำหนดว่าจะมีบทบาทเกี่ยวข้องกับโครงการในระดับใดบ้าง เช่น กระบวนการตรวจทาน (review process) รายละเอียดรายงานต่าง ๆ ที่ต้องการ (required reports) เป็นผู้กำหนดปัจจัยต่าง ๆ โดยมีผลกับต้นทุนโดยรวม การจ่ายค่าใช้จ่ายต่าง ๆ กำหนดช่วงเวลาของงานหลัก (major milestones) และวันสิ้นสุดโครงการ
เจ้าของโครงการมีมุมมองที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้ BIM ในโครงการ (Dakhil, 2017) คือ

- พัฒนาการควบคุมข้อมูลและคุณภาพของโครงการ
- พัฒนาการวางแผนงาน
- พัฒนาการทำงานร่วมกันในโครงการ
- ช่วยในการตัดสินใจ
- พัฒนาในการควบคุมราคาและเวลาการทำงานในโครงการ
- ลดรายการเปลี่ยนแปลง (change order)
- ลดการทำงานซ้ำซ้อน
- มีความสัมพันธ์ที่ดีขึ้นกับฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ BIM ช่วยในการทำงานร่วมกัน เพื่อแบ่งปันทรัพยากรความรู้และข้อมูล ข้อมูลที่เพียงพอเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสาร การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ถูกต้องทันสมัยและชัดเจน เพื่อให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจสามารถตัดสินใจที่เชื่อถือได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) ผู้ออกแบบ (designer)

ผู้ออกแบบประกอบไปด้วยสถาปนิกและวิศวกรด้านต่าง ๆ เช่น วิศวกรโยธา วิศวกรไฟฟ้า วิศวกรเครื่องกล ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างอาคาร โดยเป็นผู้ตีโจทย์ความต้องการของเจ้าของให้มาอยู่ในรูปของการออกแบบและรายการข้อกำหนด เพื่อให้ผู้รับเหมาก่อสร้างได้ทำการก่อสร้างตามที่เจ้าของโครงการต้องการได้อย่างถูกต้อง โดยทั่วไปจะมีหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบการออกแบบ การคำนวณให้ตรงไปตามทางเลือกต่าง ๆ จัดทำแบบรูปแบบและรายการข้อกำหนดให้เป็นไปตามความต้องการของเจ้าของโครงการ การออกแบบจะต้องทำตามบทบัญญัติ ข้อกำหนดกฎหมายและมาตรฐานต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง การออกแบบจะต้องมีกำหนดเวลาที่สอดคล้องกับเวลาหลักที่เจ้าของต้องการและสอดคล้องกับเวลาการก่อสร้างของผู้รับเหมา ผู้ออกแบบยังมีหน้าที่ในการตรวจรายละเอียดแบบในการก่อสร้าง (shop drawing) ประมาณราคาค่าก่อสร้างให้เจ้าของโครงการได้ทราบเพื่อประกอบการตัดสินใจ ให้คำแนะนำปรึกษาเมื่อเกิดปัญหาขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง กลั่นกรองการขออนุมัติการใช้วัสดุของผู้รับเหมาก่อสร้าง การออกแบบค่อนข้างมีผลกระทบต่อคุณภาพและราคาของการก่อสร้างอย่างมาก เพราะฉะนั้นผู้ออกแบบจะต้องทำงานประสานร่วมกันกับฝ่ายเจ้าของงาน เพื่อที่จะสามารถออกแบบได้ตรงตามความต้องการของเจ้าของงานมากที่สุด

ผู้ออกแบบมีมุมมองที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้ BIM ในโครงการก่อสร้างอาคาร (Dakhil, 2017) คือ

- ความเข้าใจในรูปแบบและการสร้างภาพมากขึ้น ในทุกขั้นตอนของโครงการด้วยภาพ 3D
- กระบวนการออกแบบที่ดีขึ้นเนื่องจากลดการเปลี่ยนแปลงการออกแบบและลดการทำงานซ้ำ
- ลดข้อผิดพลาดในเรื่องของเอกสาร
- ลดความขัดแย้งและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการก่อสร้าง
- ลดจำนวน RFIs (request for information)
- รับรู้การเพิ่มผลิตภาพและลดต้นทุนโครงการ
- มีประสบการณ์ในการสื่อสารที่ดีขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ผู้รับเหมาก่อสร้างหลัก (prime contractor)

ผู้รับเหมาก่อสร้างหลักมีบทบาทหน้าที่ทำงานให้เป็นไปตามเอกสารสัญญา โดยประกอบแบบรูป รายการข้อกำหนด ขอบเขตของงาน และเงื่อนไขสัญญาอื่น ๆ ขั้นตอนของการก่อสร้างนั้นเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะจะมีผลต่องบประมาณและเวลา อีกทั้งการใช้งานโครงการ ค่าใช้จ่ายสำหรับการบำรุงรักษาก็มีผลอย่างมากจากคุณภาพงานที่ดำเนินการในระหว่างการก่อสร้าง ผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องประมาณราคาให้ออกมาใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยการจัดทำกำหนดเวลาทำงานให้ออกมาในแนวทางที่เป็นไปได้ การจัดระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพ สำหรับใช้ควบคุมต้นทุน กำหนดเวลา และคุณภาพของงาน

ผู้รับจ้างก่อสร้างมีมุมมองว่าจะได้ประโยชน์จาก BIM (Dakhil, 2017) คือ

- ประหยัดต้นทุนและโครงการการส่งมอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- ช่วยในการสื่อสาร การวางแผนงานและความก้าวหน้าของโครงการ
- ลดเวลาการทำงานโครงการโดยรวม
- ช่วยปรับปรุงในด้านการสื่อสารกับองค์กรอื่น ๆ
- สามารถควบคุมและคาดการณ์ค่าใช้จ่าย
- การตรวจจับการปะทะเพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดก่อนเริ่มงาน (clash detection)

4) ที่ปรึกษาโครงการ (consultant)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นกลุ่มบุคคลหรือองค์กรที่รับให้คำปรึกษา โดยทั่วไปที่ปรึกษาโครงการถูกว่าจ้างโดยเจ้าของโครงการ ซึ่งทำหน้าที่ประสานงาน กำหนดนโยบาย จุดประสงค์ และข้อกำหนดต่าง ๆ ของโครงการก่อสร้าง ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ จัดหาผู้ออกแบบ จัดหาผู้รับจ้างก่อสร้าง และให้คำแนะนำในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ BIM มีบทบาทสำคัญในการนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้ เนื่องจากบางองค์กรที่เพิ่งเริ่มนำ BIM เข้ามาใช้ในโครงการยังไม่เข้าใจ และยังไม่มีการสร้างระบบในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของตน ที่ปรึกษาโครงการจึงเข้ามาช่วยให้การทำงานในการใช้ BIM ในโครงการมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น ซึ่งที่ปรึกษาโครงการมีมุมมองว่าจะได้ประโยชน์จาก BIM เช่นเดียวกับเจ้าของโครงการ หากแต่มีประโยชน์ช่วงระหว่างก่อสร้างเพิ่มเข้ามา เช่น การช่วยให้งานก่อสร้างเป็นไปตามตารางเวลาของโครงการ รวมทั้งควบคุมค่าใช้จ่าย การควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง (นนทวัตร กมลวัชรชัย, 2559)

2.3.2 กระบวนการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaboration process)

การทำงานร่วมกัน หมายถึงกระบวนการดำเนินการโดยบุคคลจำนวนมากในการแบ่งปันความรู้ความเชี่ยวชาญและทักษะบนพื้นฐานของความไว้วางใจ เปิดกว้าง และซื่อสัตย์ เพื่อร่วมกันส่งมอบทางออกที่ดีที่สุดเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ การขาดความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพในการก่อสร้างโครงการอาจส่งผลให้เกิดความเข้าใจผิด การตีความข้อมูลที่ผิดพลาด และการทำงานซ้ำซ้อนที่เพิ่มขึ้น (Mignone et al., 2016)

โดยทั่วไปการแบ่งการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันให้ง่ายต่อการนำไปใช้และเข้าใจ จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (Kalay, 1999) คือ

1) การแบ่งตามลำดับขั้น มาจากสัญญาการก่อสร้าง ซึ่งจะระบุการทำงานในแต่ละทีม โดยส่วนใหญ่จะเริ่มที่งานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรม ซึ่งจะเป็นผู้นำของกลุ่ม หลังจากนั้นจึงมีที่ปรึกษาและผู้รับจ้างก่อสร้างเข้ามาเกี่ยวข้องตามมา
2) การแบ่งส่วนชั่วคราว โดยแบ่งตามความรับผิดชอบตามแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งเริ่มจากกลุ่มที่มีความชำนาญการไปยังกลุ่มอื่น ๆ

และการทำงานร่วมกัน (collaboration) ยังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ทั้งสองฝ่าย (mutual) คือผู้ที่ทำงานร่วมกันมีหน้าที่ความรับผิดชอบเหมือนกัน ในระดับเดียว เช่น ผู้ออกแบบ (สถาปนิก) กับผู้ออกแบบ (วิศวกร)
2) ฝ่ายพิเศษ (exclusive) คือผู้ที่ทำงานร่วมกันมีหน้าที่ความรับผิดชอบพิเศษในส่วนงานที่แตกต่างออกไป มีการทำงานร่วมกันกับฝ่ายที่ทำงานไม่เหมือนกัน เช่น ผู้ออกแบบกับผู้รับจ้างก่อสร้าง
3) มอบหมายให้ฝ่ายตัวแทน (single point control) คือผู้ที่ทำงานร่วมกันได้มอบหมายให้ตัวแทนทำหน้าที่รับผิดชอบ เพื่อดำเนินงานแทน และจัดการความรับผิดชอบนั้น เช่น ที่ปรึกษา หรือผู้รับเหมาช่วงที่ชำนาญในด้านนั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

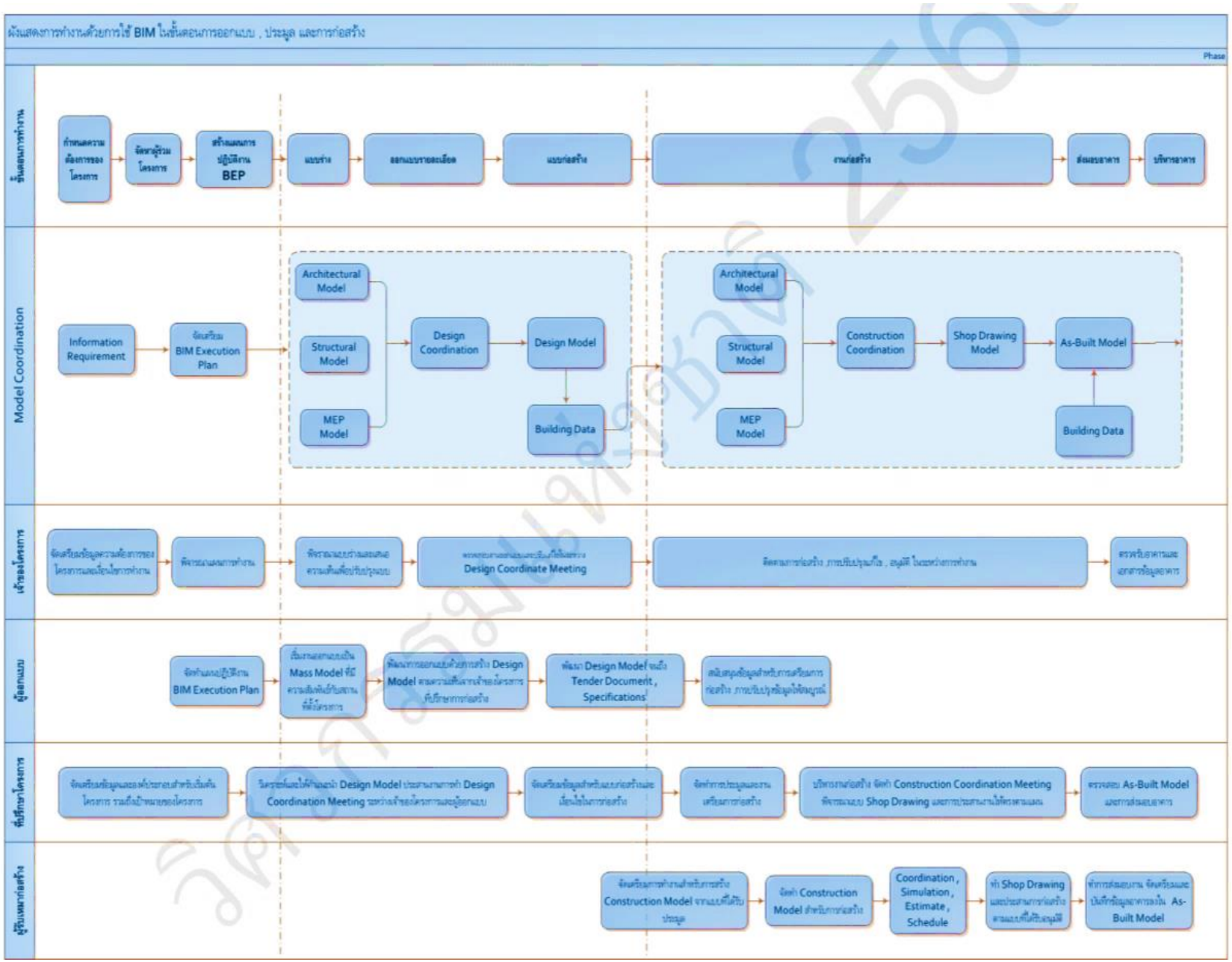
BIM สามารถปรับปรุงกระบวนการก่อสร้าง (Eastman et al., 2011, Amor, 2009, Owen, 2009) ซึ่งข้อมูลที่แลกเปลี่ยนในกระบวนการจะต้องมีการกำหนดไว้อย่างชัดเจน (Tarandi, 2015) การทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เริ่มทำงานบนมาตรฐานของการทำงาน และการใช้ข้อมูลที่สามารถนำไปเชื่อมโยงกันได้ โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือช่วงก่อนก่อสร้าง และหลังการก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดและผู้รับผิดชอบดังแสดงในตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (design-bid-build)

ขั้นตอนการทำงาน	เจ้าของโครงการ	ที่ปรึกษา	ผู้ออกแบบ
ช่วงก่อนก่อสร้าง			
กำหนดความต้องการของโครงการ	● จัดเตรียมความต้องการของโครงการและเงื่อนไขการทำงาน	● จัดเตรียมข้อมูลและองค์ประกอบสำหรับการเริ่มต้นรวมถึงเป้าหมายของโครงการและจัดเตรียมข้อมูลสำหรับงานก่อสร้างเงื่อนไขในการทำงาน	
สร้างแผนการปฏิบัติงาน (BIM Execution Plan : BEP)	● พิจารณาแผนการทำงาน BIM ● พิจารณาแบบร่างและเสนอความเห็นเพื่อปรับปรุง		● จัดทำแผนปฏิบัติการ (BEP) สำหรับการรวมไฟล์ BIM ทั้งงานสถาปัตย์ วิศวกรรม และ MEP สำหรับการส่งต่อไฟล์ไปยังผู้รับจ้างก่อสร้าง
การออกแบบร่างและรายละเอียด	● ตรวจสอบงานออกแบบและปรับแก้	● วิเคราะห์และให้คำแนะนำ design model รวมทั้งประสานงานระหว่างเจ้าของและผู้ออกแบบ	● พัฒนา design model ตามความเห็นของเจ้าของโครงการและพัฒนา design model จนถึง tender document

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ขั้นตอนการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (design-bid-build)

ขั้นตอนการทำงาน	เจ้าของโครงการ	ที่ปรึกษา	ผู้ออกแบบ	ผู้รับจ้างก่อสร้าง
แบบสำหรับก่อสร้าง	• ตรวจสอบงานออกแบบ • ปรับแก้	• จัดทำงานประมูลและงานเตรียมการก่อสร้าง	• สนับสนุข้อมูลสำหรับเตรียมการก่อสร้าง • ส่งไฟล์ BIM ที่ออกแบบเสร็จแล้วไปยังผู้รับจ้างก่อสร้าง	• จัดทำ construction model, schedule • ทำ shop drawing และประสานงานก่อสร้างตามแบบที่ได้รับการอนุมัติ
ช่วงหลังก่อสร้าง				
งานก่อสร้าง	• ติดตามการก่อสร้าง • ปรับปรุงแก้ไข • อนุมัติในระหว่างการทำงาน	• ตรวจสอบ as-built model • บริหารงานก่อสร้าง จัดทำการประชุมให้ตรงตามแผน	• ปรับปรุงข้อมูลให้สมบูรณ์	• ติดตามงานก่อสร้าง
ส่งมอบงาน	• รับมอบงาน • ตรวจสอบข้อมูลให้เรียบร้อย	• ส่งมอบงาน	• ส่งมอบแบบที่สมบูรณ์แบบให้เจ้าของโครงการไปมอบให้ผู้รับจ้างก่อสร้างก่อสร้างต่อไป	• ทำการส่งมอบงาน จัดเตรียมและบันทึกข้อมูลอาคารลงใน as-built BIM

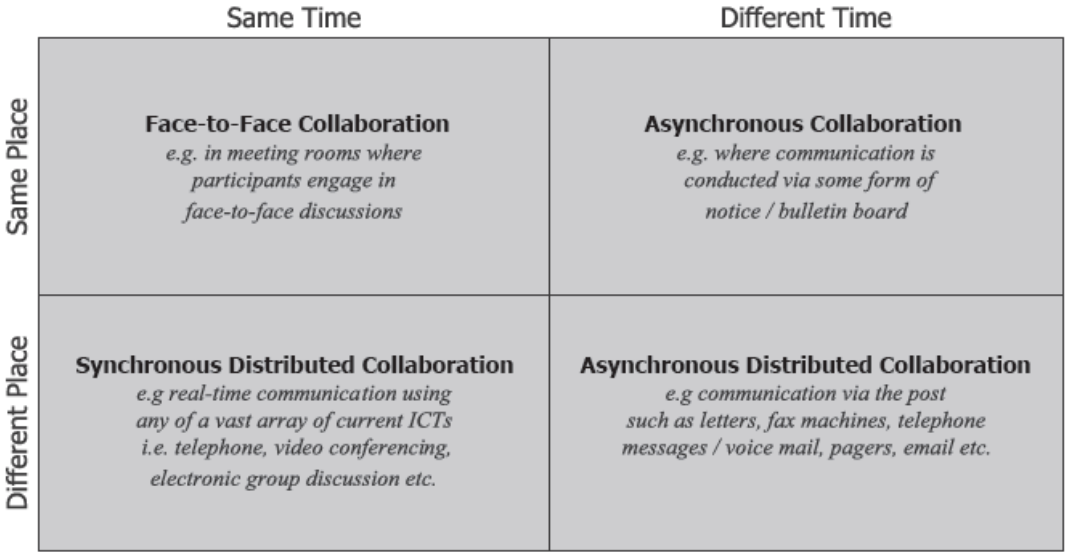


รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารแบบ DBB ที่ใช้ BIM (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2560)

2.3.3 การสื่อสารในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

นอกเหนือไปจากขั้นตอนในการทำงานร่วมกันในโครงการแล้ว การสื่อสารก็ยังมีความสำคัญในการทำงานร่วมกัน โดย Bouchlaghem (2012) ได้กล่าวถึงการสื่อสารที่ใช้ในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้าง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2.3 คือ

1) face-to-face collaboration โดยปกติเกี่ยวข้องกับการนัดหมาย การประชุม ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในห้องประชุมหรือสถานที่ ซึ่งมีการพูดคุย พบหน้าในเวลาเดียวกัน
2) asynchronous collaboration คือการทำงานร่วมกันในสถานที่เดียวกัน แต่ไม่ได้เวลาเดียวกัน เช่น บอร์ดประกาศ ข่าวหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการแจ้งข่าวล่วงหน้า
3) synchronous distributed collaboration การทำงานร่วมกันของฝ่ายต่าง ๆ ในเวลาเดียวกันแต่คนละสถานที่ ไม่ได้พูดคุยหรือพบหน้ากัน เช่น การจัดการประชุมทางอุปกรณ์มีเดียคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ วิดีโอทางไกล หรือ video conferencing
4) asynchronous distributed collaboration คือการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง โดยมีปฏิสัมพันธ์กันจากคนละสถานที่และต่างเวลากัน มีการสื่อสารหลายทาง เช่น การส่งอีเมลล์หรือจดหมาย



รูปที่ 2.3 รูปแบบของการสื่อสารในโครงการก่อสร้าง (Bouchlaghem, 2012)

2.3.4 การแลกเปลี่ยนข้อมูลการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

เทคโนโลยีในการสื่อสารและทำงานร่วมกันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในการจัดการ ซึ่งช่วยในการสร้างและจัดการข้อมูลความรู้ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ภายในโครงการ การทำงานร่วมกันในโครงการมีการจัดหาเครื่องมือในการสนับสนุนและแบ่งปันข้อมูลระหว่าง แอปพลิเคชัน (application) ที่แตกต่างกันในการรับส่งข้อมูลและแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านทางเครือข่ายในการทำงานร่วมกันประกอบไปด้วย อินทราเน็ต (intranets) เอ็กทราเน็ต (extranet) เว็บขององค์กร (enterprise information portals) และแอปพลิเคชันในการจัดการข้อมูล เครื่องมือนี้ช่วยในการดำเนินการ แต่ไม่ได้ไปแทนที่ทฤษฎีการทำงานแบบเก่าในการทำงานร่วมกัน เครื่องมือนี้ช่วยลดภาระในการบริหาร และช่วยพัฒนาในการทำงานร่วมกันอีกด้วย (Bouchlaghem, 2012) ในโครงการที่ใช้ BIM ต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างองค์กร ดังนั้นจึงต้องกำหนดรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลและมาตรฐานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย (CIC, 2010) ได้กำหนดการส่งมอบแบบจำลองของการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อการส่งและการอนุมัติควรบันทึกเอกสารทั้งหมดไว้ในที่เดียว ข้อมูลที่ควรพิจารณาประกอบไปด้วย

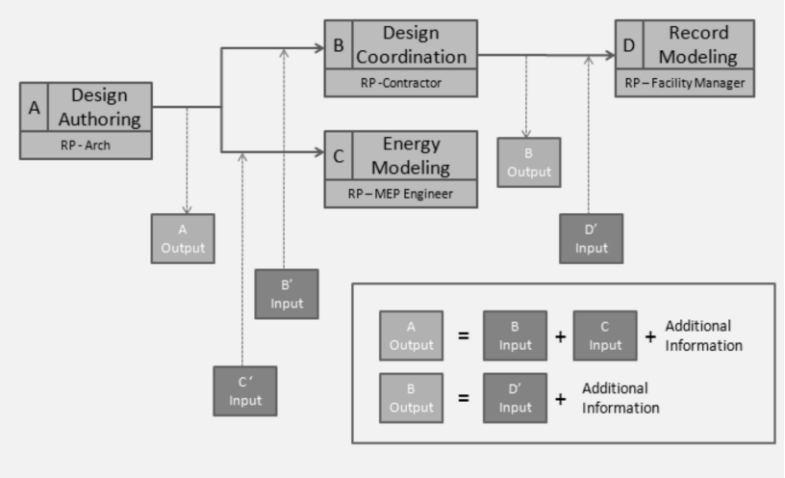
- ชื่อข้อมูล
- ผู้ส่งข้อมูล
- ผู้รับข้อมูล
- ความถี่ในการแลกเปลี่ยน
- วันที่เริ่มต้นและวันครบกำหนด
- รูปแบบประเภทไฟล์
- ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างไฟล์
- ประเภทไฟล์ดั้งเดิม
- ประเภทการแลกเปลี่ยนไฟล์ (ประเภทไฟล์รับ)

การกำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกระบวนการในโครงการมีความสำคัญต่อการดำเนินการ BIM ให้ประสบความสำเร็จ ในการกำหนดการแลกเปลี่ยนเหล่านี้ ผู้ที่ทำงานร่วมกันจำเป็นต้องเข้าใจว่าข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นในการส่งมอบ BIM แต่ละครั้ง จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบ Spreadsheet สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งควรเสร็จสิ้นในระยะแรกของโครงการหลังจากออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) การดึงข้อมูลของโครงการเพื่อแลกเปลี่ยน

องค์ประกอบทั้งหมดของโครงการไม่จำเป็นต้องรวมไว้ที่แบบจำลอง ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องกำหนดส่วนประกอบของแบบจำลองที่จำเป็นต้องใช้แต่ละครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การดึงข้อมูลผ่านโครงการ (CIC, 2010)

2) สร้าง worksheet สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ขั้นตอนการสร้างข้อกำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

(2.1) ระบุการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นไปได้

การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ร่วมกันระหว่างสองฝ่ายควรกำหนดไว้ การใช้ BIM หนึ่งครั้งอาจมีการแลกเปลี่ยนหลายอย่าง อย่างไรก็ตามเพื่อให้กระบวนการง่ายขึ้น การแลกเปลี่ยนจำเป็นต้องบันทึก นอกจากนี้ควรมีการแลกเปลี่ยนตามกำหนด สิ่งนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าฝ่ายต่าง ๆที่เกี่ยวข้องจะทราบว่าเมื่อใดที่การส่งมอบ BIM จะแล้วเสร็จตามกำหนดเวลาของโครงการ ควรระบุขั้นตอนของโครงการในสัญญาเฉพาะแต่ละโครงการ การแลกเปลี่ยนการใช้ BIM ควรแสดงรายการตามลำดับเพื่อแสดงความก้าวหน้าของข้อกำหนดแบบจำลอง

(2.2) แบ่งข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่

หลังจากกำหนดข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้แล้ว ควรแยกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ต่าง ๆ

(2.3) ระบุความต้องการข้อมูลสำหรับแต่ละการแลกเปลี่ยน (output & input)

ในการกำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูลแต่ละครั้งควรจัดทำเอกสารข้อมูลต่อไปนี้

- ผู้รับแบบจำลอง - ระบุผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรในโครงการทั้งหมดที่จะได้รับข้อมูล BIM ในอนาคต องค์กรเหล่านี้มีหน้าที่กรอกข้อมูล ป้อนข้อมูลการแลกเปลี่ยน ซึ่งริเริ่มโดยสถาปนิก
- ประเภทของไฟล์ – แสดงรายการแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่เฉพาะเจาะจง รวมถึงเวอร์ชันที่จะใช้
- ข้อมูล - ระบุเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการนำ BIM ไปใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.5

Information	
A	Accurate Size & Location, include materials and object parameters
B	General Size & Location, include parameter data
C	Schematic Size & Location

รูปที่ 2.5 รายละเอียดของระดับข้อมูล (CIC, 2010)

- หมายเหตุ – ข้อกำหนดที่จำเป็นทั้งหมดสำหรับแบบจำลองอาจไม่ครอบคลุม หากจำเป็นต้องมีคำอธิบายเพิ่มเติมควรเพิ่มเป็นหมายเหตุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) มอบหมายฝ่ายที่รับผิดชอบ

แต่ละรายการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลควรมีองค์กรที่รับผิดชอบในการเขียนข้อมูล ความรับผิดชอบในการสร้างข้อมูลควรอยู่กับกลุ่มที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 2.6

Responsible Party	
ARCH	Architect
CON	Contractor
CE	Civil Engineer
FM	Facility Manager
MEP	MEP Engineer
SE	Structural Engineer
TC	Trade Contractors

รูปที่ 2.6 รายชื่อผู้รับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้น (CIC, 2010)

4) เปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการกับข้อมูลที่ได้รับ

เมื่อมีการกำหนดข้อกำหนดข้อมูลแล้วจำเป็นต้องให้ทีมโครงการอภิปรายข้อมูลที่ได้รับตรงกับข้อมูลที่ร้องขอ

BCA (2013) กล่าวว่าการแลกเปลี่ยนข้อมูลจะต้องปฏิบัติตามโปรโตคอล (protocol) การแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM และรูปแบบการส่งข้อมูลต้องมีการระบุไว้ในแผนปฏิบัติการ BIM (BEP) เพื่อให้แน่ใจว่ามีการใช้ข้อมูลอาคารตลอดโครงการ ทั่วไปจะต้องจัดทำมาตรฐานสำหรับการส่งมอบสัญญา ควรมีรูปแบบที่ตกลงกันทั้งสองฝ่าย รูปแบบอาจเป็นหนึ่งในมาตรฐานแบบเปิดที่แพร่หลาย เช่นมาตรฐาน International Foundation Class (IFC) ที่ควรระบุรูปแบบที่ใช้ในแผนปฏิบัติการ BIM (BEP)

The AEC (2012) ได้อธิบายถึงการทำงานร่วมกันด้วย BIM โดยอาศัยแนวทางการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันที่เรียกว่า Common Data Environment (CDE) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 คือ

1) work in progress (WIP)

เป็นข้อมูล BIM หรือไฟล์ที่ยังไม่มีการตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ภายนอกทีมผู้ผลิต

2) shared

เป็นข้อมูล BIM หรือไฟล์ที่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติในเรื่องความถูกต้องของข้อมูลให้เป็นไปตาม Project BEP แล้ว สามารถนำไปใช้งานระหว่างสาขาอาชีพได้

3) publication and document issue

เป็นแบบ 2 มิติและข้อมูลอื่น ๆ ที่นำออกมาจาก BIM หลังจากที่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติแล้ว ข้อมูลจะอยู่ในรูปที่ไม่สามารถแก้ไขได้และต้องเก็บแยกตามฉบับที่ตีพิมพ์

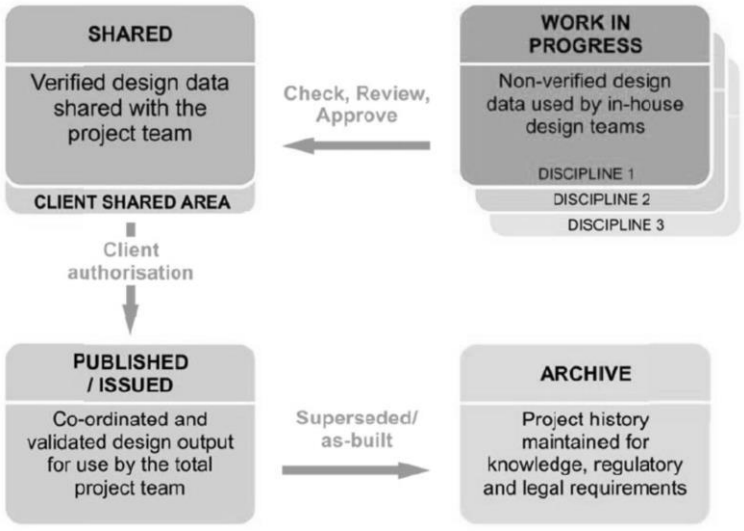
4) archiving

เป็นการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติแล้วไว้เพื่อการอ้างอิงภายหลังโดยจะเก็บเมื่อแต่ละขั้นของโครงการเสร็จแล้ว นอกจากนี้ยังอธิบายถึงเรื่องอื่น ๆ ในการทำงาน เช่น

- การเตรียมการสำหรับการตีพิมพ์ เช่น แบบจาก BIM ควรทำการแปลงเป็น pdf, dwf หรือรูปแบบอื่น ๆ ที่ไม่สามารถแก้ไขได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- โครงการที่ใหญ่มาก ควรแบ่งแบบจำลองออกเป็นโซน และควรทำตาราง model matrix ไว้เป็นเอกสาร ซึ่งสามารถดูตัวอย่างใน AEC (UK) BIM protocol – model matrix
- การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล สามารถใช้ check list จากเอกสาร AEC (UK) BIM protocol – model validation checklist เพื่อเป็นแนวทาง
- ข้อมูล BIM ควรมีการสำรองข้อมูลอยู่เสมอ และควรจำกัดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับพนักงานแต่ละคน
- ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต ควรดูไฟล์ผ่านโปรแกรม viewer จะแก้ไขไฟล์ไม่ได้ อ้างอิงจาก (ISA, 2015)



รูปที่ 2.7 แผนภาพอธิบายขั้นตอนการทำงานร่วมกันด้วย BIM ตามแนวทาง CDE (The AEC, 2012)

National Building Information Modeling Standard (NBIMS) ซึ่งปัจจุบันมีทั้งหมด 2 ฉบับคือ NBIMS V.1 ออกในปี 2007 (NIBS, 2007) และ NBIMS V.2 (NIBS, 2012) ออกในปี 2012 โดยเนื้อหาภายในเอกสาร NBIMS V.1 จะกล่าวในเรื่องแนวความคิดของ BIM และแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม BIM โดยกล่าวถึงแนวคิดในการทำงานร่วมกัน คือ information exchange concepts (แนวคิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล) โดยมีประเด็นดังนี้

1) ข้อมูลของแบบจำลองและบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบของการทำงานร่วมกัน (data models and the role of interoperability)

ในส่วนนี้กล่าวถึงแนวคิดของโครงสร้างข้อมูลเพื่อการทำงานและการประสานงานกัน โดย NBIMS ได้เปิดอิสระในการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องรับผิดชอบในการสร้างโครงสร้างของการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามคณะกรรมการ NBIMS ได้กำหนดให้ IDM, MVD, IFD Library และ IFC เป็นมาตรฐานอ้างอิงในการใช้งาน ซึ่งยังต้องมีแนวทางปฏิบัติเพิ่มเติมในการบรรลุผลการใช้งานนี้

2) การเก็บและการแบ่งปันข้อมูล (storing and sharing information)

ในส่วนนี้กล่าวถึงแนวคิดในการเก็บข้อมูลโดยมีประเด็นสำคัญคือ การเก็บข้อมูลจะไม่เก็บข้อมูลรวมเพียงชุดเดียว แต่จะการกระจายออกเป็นข้อมูลย่อยและรวมข้อมูลย่อยเป็นข้อมูลรวมทั้งหมดและมีเนื้อหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูล (information exchange content) ซึ่งการกำหนดความต้องการขั้นต่ำของข้อมูล BIM (minimum BIM) สามารถใช้วิธีดำเนินการได้ 2 รูปแบบคือ

(2.1) การใช้ CMM (Capability Maturity Model) ในการกำหนดความต้องการขั้นต่ำ CMM คือวิธีที่ใช้ในการพัฒนาและปรับแต่งกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ขององค์กร ซึ่งมีขั้นตอน 5 ระดับ

(2.2) การใช้ data quality ในการกำหนดความต้องการขั้นต่ำ USACE BIM Roadmap จะถูกนำมาใช้ระบุข้อมูลใน BIM สาหรับการออกแบบและการก่อสร้าง

NBIMS V.2 ถูกพัฒนาขึ้นมาจาก NBIMS V.1 โดยจะกล่าวในเรื่องแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม BIM และแนวคิดในการปฏิบัติงานด้วย BIM NBIM V.2 ได้กล่าวถึงการทำงานร่วมกันโดยพูดถึงมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล (information commercial exchange standard) ประกอบไปด้วยเอกสารที่เป็นมาตรฐานในกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูล ดังต่อไปนี้

1) Construction Operations Building information exchange (COBie) เป็นข้อกำหนดในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสาหรับวัฏจักรการเก็บและส่งมอบข้อมูลที่ต้องการในการจัดการก่อสร้าง
2) design to spatial program validation เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM (BIM Exchange) เพื่อให้นักออกแบบและเจ้าของอาคารเข้าประเมินประสิทธิภาพของอาคารในการใช้งานของพื้นที่ตามความต้องการของเจ้าของอาคาร
3) IDM MVD design to building energy analysis เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM (BIM exchange) เพื่อให้นักออกแบบและเจ้าของโครงการนำไปใช้ในการวิเคราะห์พลังงานและประสิทธิภาพของอาคารที่ออกแบบไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) IDM MVD design to quantity take off for cost estimating เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM (BIM exchange) เพื่อให้นักออกแบบและเจ้าของโครงการนำไปใช้ประเมินปริมาณวัสดุและเครื่องจักรในอาคารที่ออกแบบ เพื่อให้ทราบค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างของอาคาร

Eastman, Teicholz, Sacks, and Liston (2008) กล่าวว่าการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง 2 แอปพลิเคชันนั้นโดยทั่วไปจะดำเนินการโดย

- เชื่อมโยงกรรมสิทธิ์โดยตรงระหว่างซอฟต์แวร์ BIM
- รูปแบบการแลกเปลี่ยนที่เป็นกรรมสิทธิ์
- รูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลผลิตภัณฑ์สาธารณะ
- รูปแบบการแลกเปลี่ยนที่อิงกับ XML

และมีรูปแบบการแลกเปลี่ยนใน AEC อยู่หลากหลายรูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.8

Image (raster) formats	
JPG, GIF, TIF, BMP, PIC, PNG, RAW, TGA, RLE	Raster formats vary in terms of compactness, number of possible colors per pixel, some compress with some data loss.
2D Vector formats	
DXF, DWG, AI, CGM, EMF, IGS, WMF, DGN	Vector formats vary regarding compactness, line widths and pattern control, color, layering and types of curves supported.
3D Surface and Shape formats	
3DS, WRL, STL, IGS, SAT, DXF, DWG, OBJ, DGN, PDF(3D), XGL, DWF, U3D, IPT, PTS	3D surface and shape formats vary according to the types of surfaces and edges represented, whether they represent surfaces and/or solids, any material properties of the shape (color, image bitmap, texture map) or viewpoint information.
3D Object Exchange formats	
STP, EXP, CIS/2	Product data model formats represent geometry according to the 2D or 3D types represented. They also carry object properties and relations between objects.
Game formats	
RWQ, X, GOF, FACT	Game file formats vary according to the types of surfaces, whether they carry hierarchical structure, types of material properties, texture and bump map parameters, animation and skinning.
GIS formats	
SHP, SHX, DBF, DEM, NED	Geographical information system formats
XML formats	
AecXML, Obix, AEX, bcXML, AGCxml	XML schemas developed for the exchange of building data. They vary according to the information exchanged and the workflows supported.

รูปที่ 2.8 exchange formats in AEC applications (Eastman et al., 2008)

2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

เป็นที่รู้อย่างกว้างขวางว่าคนและความสัมพันธ์เป็นหัวใจหลักในการทำงานร่วมกันที่ทำให้โครงการประสบความสำเร็จ การขาดความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องเป็นตัวทำลายการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในระยะยาว การได้ประโยชน์ร่วมกัน เป็นความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด สาเหตุหลักของการทำงานร่วมกันระหว่างปัจจัยในการจัดการกับคน (Andrew & Ryan, 2014) ประกอบไปด้วย การต่อต้านในการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากขาดการฝึกอบรม การจัดการการเปลี่ยนแปลง และการจัดการเทคโนโลยี ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันอื่น ๆ คือ

- องค์กรที่ทำงานร่วมกันมีวิสัยทัศน์ ทัศนคติการทำงาน เป้าหมาย และผลที่คาดว่าจะได้รับที่ต่างกัน
- วัฒนธรรมองค์กรและวิธีในการติดต่อสื่อสารที่แตกต่างกัน
- ขาดการมุ่งเน้นและสอดคล้องกันของการมอบหมายหน้าที่
- ไม่มีความสมดุลของทรัพยากร เช่น เงิน จำนวนคน และอื่น ๆ
- การรักษาความลับทรัพย์สินทางปัญญาและทางกฎหมาย
- ความไม่เข้ากันของเทคโนโลยี
- ขาดความเข้าใจในด้านความรู้ความชำนาญ ข้อมูลสารสนเทศ และภาษาในการทำงานร่วมกันของผู้ที่เกี่ยวข้อง

Liu, Nederveen, and Hertogh (2017) ได้สำรวจแนวทางปฏิบัติ โดยการศึกษาเชิงประจักษ์จากการเก็บข้อมูล และใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ในประเทศจีน จึงระบุปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันจากฝ่ายออกแบบและฝ่ายก่อสร้างในโครงการที่ใช้ BIM ได้เป็น 8 แนวคิด คือ

1) ความสามารถด้านไอที (IT capacity)

เนื่องจาก BIM เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ทำให้มีผู้ที่เชี่ยวชาญในการใช้ซอฟต์แวร์เป็นจำนวนน้อย และมีความไม่เข้ากันของซอฟต์แวร์ในการทำงานร่วมกันระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ

2) การจัดการเทคโนโลยี (IT management)

BIM เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูล การจัดการ การสร้างข้อมูลระหว่างองค์กรในโครงการ หากไม่มีการจัดการ BIM ที่ดีก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้รับไม่ครบถ้วนและส่งผลถึงภาพรวมของโครงการให้ล่าช้าขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ (attitude and behavior)

BIM เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามามีบทบาทกับทุกองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานและวิธีการทำงาน จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการต่อต้านได้ หากทุกองค์กรที่ทำงานร่วมกันไม่เข้าใจ BIM ไม่พร้อมยอมรับ BIM ไม่มีการกำหนดจุดประสงค์ และวิธีการทำงานร่วมกัน ก็ทำให้โครงการมีปัญหาและไม่ประสบความสำเร็จได้

4) บทบาทหน้าที่ที่ได้รับ (role taking)

บทบาทและความรับผิดชอบของทุกองค์กรมีแนวโน้มที่จะไม่เปลี่ยนพื้นฐาน จึงต้องมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบก่อนเริ่มทำงานร่วมกัน เพราะอาจส่งผลต่อการทำงานร่วมกันและผลงานได้

5) ความไว้วางใจ ความเชื่อใจ (trust)

ความสำเร็จของโครงการขึ้นอยู่กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการทำงานร่วมกันในการรวบรวมความรู้ ความเชี่ยวชาญ และทักษะที่เกี่ยวข้อง ความเชื่อใจและไว้วางใจเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งสอดคล้องตามความสัมพันธ์ระหว่างองค์กร (Kumar, Scheer, & Steenkamp, 1995) หากผู้ที่ทำงานร่วมกันไม่มีความเชื่อใจและไว้ใจกัน จะส่งผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันและผลงานโดยรวมอีกด้วย

6) การสื่อสาร (communication)

ในโครงการ BIM จำเป็นต้องมีการสื่อสารระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ ดังนั้นการสื่อสารที่ไม่มีประสิทธิภาพจึงเป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7) ความเป็นผู้นำ (leadership)

อุตสาหกรรมการก่อสร้างต้องการผู้นำที่นำทีมเข้าด้วยกันเพื่อให้งานสมบูรณ์ การไม่มีผู้นำหรือคนคอยชี้นำแนวทาง ทำให้ความสามารถในการทำงานร่วมกันในโครงการไม่ประสบความสำเร็จ

8) การเรียนรู้และประสบการณ์ (learning and experience)

เทคโนโลยีมีการพัฒนา การปฏิบัติหน้าที่ขององค์กรที่ใช้ BIM จึงเปลี่ยนแปลง หากไม่มีการเรียนรู้และประสบการณ์ ทำให้การทำงานร่วมกันเจอปัญหาในระหว่างการทำงานจนทำให้โครงการเกิดความล่าช้า

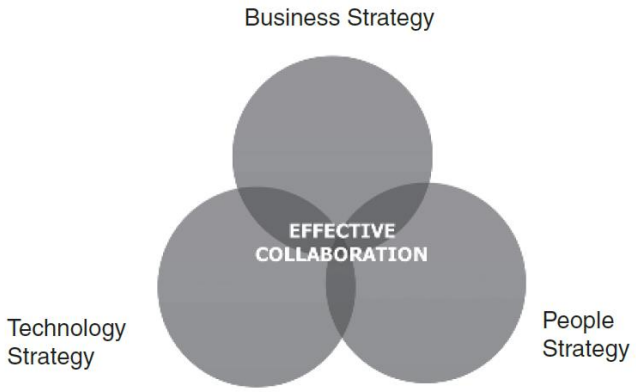
การทำงานร่วมกันเกี่ยวข้องกับหลากหลายองค์กรซึ่งมีความต้องการที่แตกต่างกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล การสื่อสารในการทำงานร่วมกันจึงมีความซับซ้อนและท้าทาย ปัจจัยที่ทำให้การทำงานร่วมกันไม่ประสบผลสำเร็จ (COCONET, 2003) คือ

1) ข้อมูลและเวลาที่ไม่เพียงพอต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล
2) ความไม่เข้าใจกันและไม่ลงรอยกันของการสื่อสารในผู้เกี่ยวข้องที่มีความแตกต่างกัน
3) การเข้าใจผิดซึ่งเกิดจากข้อมูลที่ไม่ชัดเจน
4) ความซับซ้อนของปัญหาและการเจรจาต่อรองที่ขัดแย้งกัน
5) ขาดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพพอสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล
6) การประสานความร่วมมือในงานที่มีขั้นตอนซับซ้อนจากองค์กรที่แตกต่างกัน
7) ขาดการตระหนักในสิ่งอื่น ๆ เช่น สังคม จริยะธรรม และบริบททางเทคโนโลยี ขาดพื้นที่ช่วยสนับสนุนในการทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อมูล
8) ขาดความคิดสร้างสรรค์ การจัดการ และการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน

การจะประสบความสำเร็จในการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ องค์กรจะต้องมีความปรองดองกันช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ที่สำคัญ 3 ประการ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 คือ

1) business strategy
2) technology strategy
3) people strategy

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.9 กุญแจสำคัญในการทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพ (Bouchlaghem, 2012)

การทำงานร่วมกันช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเพิ่มประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จในงานที่ยากเกินกว่าที่องค์กรหนึ่งสามารถทำได้ ดังนั้นการแบ่งปันวิสัยทัศน์สามารถช่วยงานที่ซับซ้อนได้ หนึ่งในจุดประสงค์หลักของการทำงานร่วมกัน คือการใช้ประโยชน์จากการรวมกันของทรัพยากรของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน คือตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนแล้วเสร็จ ร่วมกับการแบ่งปันปัจจัยความเสี่ยง การทำงานร่วมกันที่ดีต้องการความเชื่อใจกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องและมีกระบวนการทำงานที่ชัดเจน มีโครงสร้างในการทำงานร่วมกันที่มีประสิทธิภาพประกอบกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อให้โครงการมีการทำงานร่วมกันที่ประสบความสำเร็จ การทำงานร่วมกันจะต้องมีการสร้างทีม จุดประสงค์ที่ชัดเจน และผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อระบุการทำงานที่ชัดเจนในแต่ละองค์กรแต่ละฝ่ายและแต่ละบุคคล

ปัจจัยที่สำคัญในการทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพมี 6 ประการ ซึ่งมีพื้นฐานมาจาก 3 กลยุทธ์ที่สำคัญนำเสนอโดย (Bouchlaghem, 2012) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ประกอบไปด้วย

1) วิสัยทัศน์ (vision) สมาชิกทุกคนในโครงการต้องยอมรับขอบเขต จุดประสงค์ และวัตถุประสงค์ร่วมกัน
2) ข้อตกลงร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ (engagement) ผู้นำในการทำงานร่วมกันต้องมีความแน่ใจในผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคน ซึ่งจะต้องมีการประชุมหรือปรึกษาหารือในระหว่างการทำงานร่วมกัน
3) ความเชื่อใจ (trust) เวลาและทรัพยากรจะเป็นตัวช่วยในการสร้างความสัมพันธ์ในการเชื่อใจ
4) การติดต่อสื่อสาร (communication)
5) กระบวนการ ขั้นตอน (processes) จะทำอย่างไร เพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานร่วมกันในแต่ละวันประสบผลสำเร็จ
6) เทคโนโลยี (technologies) เป็นที่ยอมรับว่าเทคโนโลยีสามารถช่วยในการดำเนินงานและการจัดการในการทำงานร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เช่นเดียวกับ Adler, Heckscher, and Prusak (2011) ได้กล่าวถึงการทำงานร่วมกันให้ประสบความสำเร็จ ต้องการสิ่งดังต่อไปนี้

1) การร่วมมือกัน (Coordination)
2) การพูดคุย การเจรจาต่อรอง (Negotiation)
3) การแลกเปลี่ยนข้อมูลและองค์ความรู้

4) การยอมรับวิสัยทัศน์และเป้าหมายที่ได้ทำร่วมกัน

5) การวางแผนและการจัดการของทุกกิจกรรม

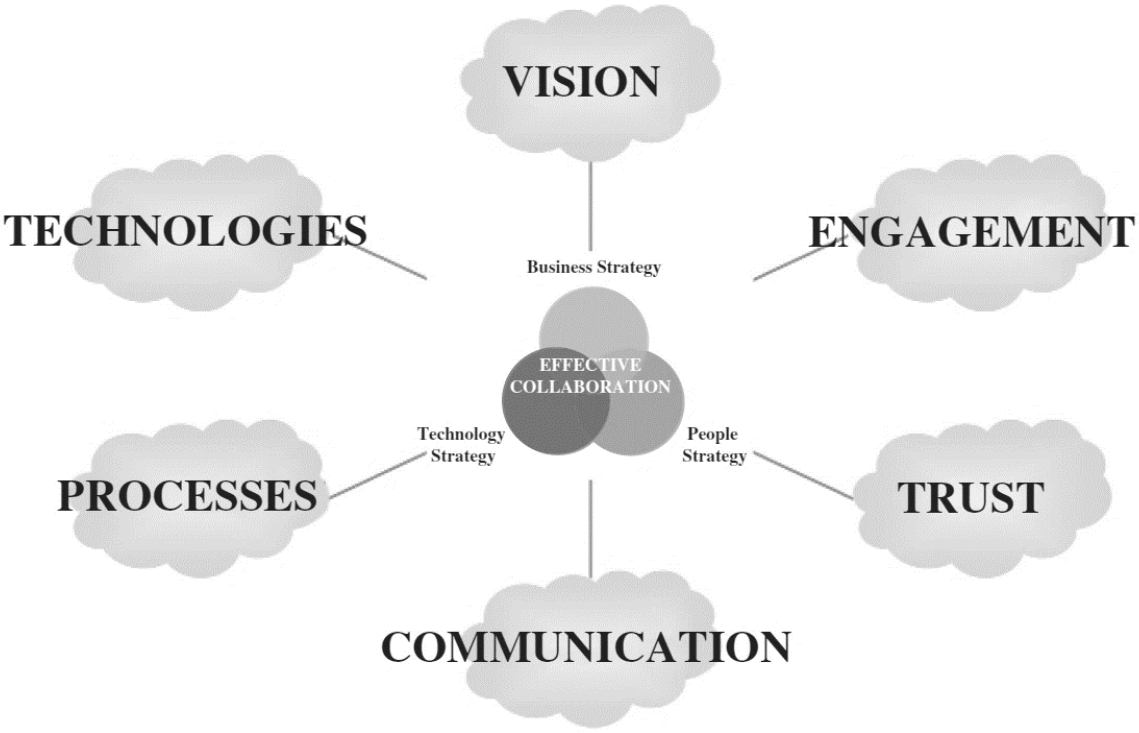
6) การยอมรับทฤษฎีหรือมาตรฐานสากลที่สามารถช่วยส่งเสริมผลประโยชน์

Rowlinson (2013) ระบุว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการทำงานร่วมกันระหว่างหลายองค์กรในโครงการก่อสร้างที่มีการใช้ BIM คือ

1) ลักษณะทีมในการทำงานร่วมกัน ประกอบไปด้วย ทักษะของผู้เชี่ยวชาญ ทักษะในการสื่อสาร ทัศนคติ และการยอมรับใน BIM

2) ลักษณะสิ่งแวดล้อมในการทำงานร่วมกัน ประกอบด้วยการสนับสนุน การประเมินความสมบูรณ์ และการจัดการสัญญา

3) กระบวนการ ขั้นตอนในการทำงานร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วยการกำหนดบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกัน และขั้นตอนในการตัดสินใจการทำงานร่วมกันระหว่างองค์กรที่ใช้ BIM



รูปที่ 2.10 ปัจจัยที่สำคัญในการทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพ (Bouchlaghem, 2012)

Merschbrock. and Munkvold (2015) ระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานร่วมกัน โดยแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1) ปัจจัยส่วนบุคคล

ลักษณะส่วนบุคคล การทำงานกับเทคโนโลยี เช่น ทักษะด้านไอที ความสามารถในการเรียนรู้ และประสบการณ์

2) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม

ลักษณะของสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น ความพร้อมของการสนทนาและความเป็นไปได้ในการแบ่งปันความรู้ สภาพแวดล้อมการทำงานร่วมกันต้องมีโครงสร้างกฎและแนวทางปฏิบัติที่ส่งเสริมความร่วมมือ ไม่ว่าจะเป็น การกำหนดแนวทางและกฎสำหรับการทำงานร่วมกันของ BIM การพัฒนาบทบาทและความรับผิดชอบใหม่ โครงการ BIM room และกระบวนการควบคุม

3) ปัจจัยการจัดการ

แนวทางการบริหารจัดการที่นำไปสู่การจัดระเบียบและความพร้อมของการสนับสนุน ICT ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการบังคับใช้ BIM แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ (Information Systems : IS)

4) ปัจจัยทางเทคโนโลยี

คุณลักษณะของเทคโนโลยี เช่น ฟังก์ชันความเร็วและการเข้าถึง ซึ่งอาจส่งผลต่อการเผยแพร่นวัตกรรมในโครงการก่อสร้าง โดยแยกเป็น 2 ประเภท คือ

- เทคโนโลยี (ฮาร์ดแวร์) เครือข่ายคลาวด์ (cloud) สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการเผยแพร่ข้อมูล
- เทคโนโลยี (ซอฟต์แวร์) การทำงานร่วมกันทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์จากผู้ให้บริการรายเดียวหรือซอฟต์แวร์ทั้งหมดที่ใช้ Industry Foundation Classes (IFC) ความเข้ากันได้ของซอฟต์แวร์

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน คือปัจจัยขององค์กรและสังคมที่อาจขัดขวางการทำงานร่วมกัน เช่น วัฒนธรรมองค์กรที่แตกต่างกัน และความเข้าใจในบทบาทความรับผิดชอบ ความเข้าใจในสัญญา และระบบการส่งมอบโครงการ จึงสามารถสรุปได้ว่าการทำงานร่วมกันที่ประสบความสำเร็จต้องมีการปรับซึ่งกันและกันของกระบวนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

interorganisational (Rowlinson, 2013) การพัฒนาการทำงานร่วมกันได้กลายเป็นกุญแจสำคัญโครงการ BIM ที่ประสบความสำเร็จ

2.5 มาตรฐาน BIM กับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ในปัจจุบันมีการนำ BIM เข้ามาใช้อย่างกว้างขวาง ทำให้ประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ ได้จัดทำมาตรฐาน คู่มือ ที่เกี่ยวข้องกับBIM และการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM ขึ้นมา แต่มาตรฐานพวกนี้มีความเหมาะสมกับประเทศที่จัดทำขึ้นมา ทำให้ต้องมีการนำมาปรับหรือประยุกต์ใช้บางส่วนกับประเทศไทย ทางผู้จัดทำจึงได้สรุปเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM มาดังต่อไปนี้

2.5.1 คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย

เป็นคู่มือสำหรับศึกษาและพัฒนาปรับรูปแบบวิธีการทำงานโดยใช้ BIM เป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการทำงาน โดยพูดถึงหลักการและกระบวนการ BIM การวางแผน และเตรียมความพร้อมในการทำงานโดยใช้ BIM รวมถึงประโยชน์ ความเป็นมาในการใช้ BIM และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของต่างประเทศอีกด้วย ถือว่าเป็นมาตรฐานแรกของการทำงานโดยใช้ BIM ในประเทศไทย ถูกออกแบบโดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระราชูปถัมภ์ (the association of Siamese architects under royal patronage) ได้กล่าวถึงการทำงานร่วมกันโดยใช้ BIM ว่ากระบวนการทำงานโดยใช้ BIM เป็นการทำงานที่มีผู้เกี่ยวข้องหลายส่วนและหลายขั้นตอน ดังนั้นในการทำงานร่วมกันจะต้องมีการกำหนดหน้าที่ รูปแบบในการทำงานร่วมกัน และการประสานงานในทุกฝ่าย เพื่อให้กระบวนการทำงานร่วมกันสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าโครงการนั้นจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ตาม จะต้องมีการกำหนดรูปแบบของการทำงานร่วมกัน ดังนี้

1) พิกัดของโครงการ (project coordination) จะต้องมีการกำหนดจุดอ้างอิง เพื่อใช้ในการประสานงานระหว่างฝ่ายต่าง ๆ เพื่อให้แบบจำลอง BIM ที่จัดทำขึ้นมีระบบพิกัด (coordination) ที่ตรงกัน และสามารถนำมาใช้อ้างอิงตำแหน่งเดียวกันได้
2) เป้าหมาย วัตถุประสงค์ ลักษณะของงาน (goal/ objective/ job description) ผู้ร่วมงานในแต่ละส่วนจะต้องมีการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ ตลอดจนหน้าที่ของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้ร่วมงานให้เรียบร้อยว่าใครรับผิดชอบในส่วนใด โดยมีความสัมพันธ์กับระดับพัฒนา (LOD) ที่ตกลงไว้ เพื่อการทำงาน BIM พร้อม ๆ กันมีประสิทธิภาพสูงสุด

3) มาตรฐานการตั้งชื่อโครงการ (project standard data naming) การตั้งชื่อต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นชื่อไฟล์ ชื่อประเภทของแบบจำลองตลอดจนชื่อตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลอง ควรมีการกำหนด และสร้างข้อตกลงในการทำงานร่วมกันทุกครั้งตั้งแต่เริ่มโครงการเพื่อให้แบบจำลองนั้นมีรูปแบบเดียวกัน

4) จัดตั้งระบบการทำงานร่วมกัน (setup workset System) ในการทำงานร่วมกันการกำหนดวิธีในการเชื่อมโยงการทำงาน BIM นั้นมีอยู่ออก 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

(4.1) การทำงานเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน

การทำงานด้วย BIM นั้น ลักษณะของไฟล์งานมักจะสร้างขึ้นโดยแยกออกตามสาขาวิชาชีพ (discipline) แบ่งเป็นงานสถาปัตย์ งานโครงสร้างและMEP ซึ่งเป็นคนละหน่วยงานหรือจะอยู่ภายในหน่วยงานเดียวกันก็ตาม การทำงานจะต้องมีรูปแบบและวิธีการทำงานเชื่อมโยงกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ซึ่งสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ

- การทำงานแบบ real - time update

ผู้ใช้งานแต่ละหน่วยงานจำเป็นต้องตั้งคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (server) เชื่อมโยงกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและทำงานเชื่อมโยงควบคู่ไประหว่างหน่วยงาน

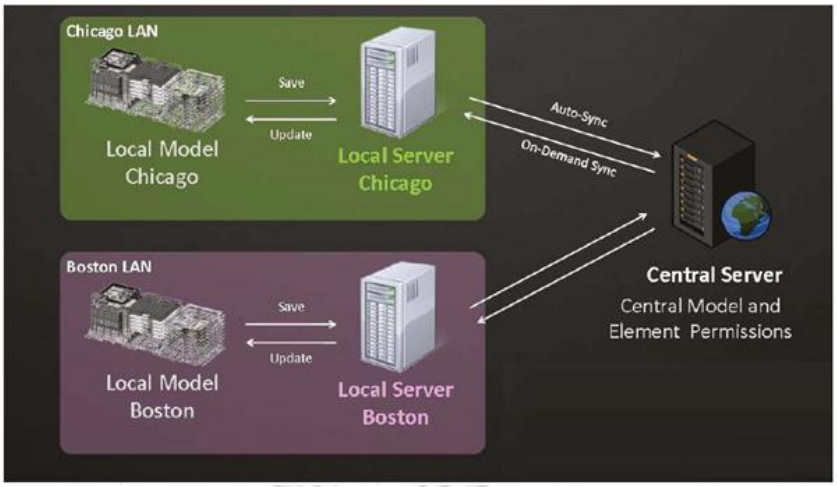
- การทำงานแบบ non – real - time update

ลักษณะการเชื่อมโยงแบบนี้มักจะเป็นปกติที่ทำกัน คือ การส่งไฟล์ผ่านระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (email) หรือส่งผ่านโปรแกรมฝากไฟล์บนระบบคลาวด์ (cloud storage) หลังจากได้ไฟล์มาแล้วก็นำมาอัพเดทในด้านการเชื่อมโยงไฟล์เป็นครั้งๆไป

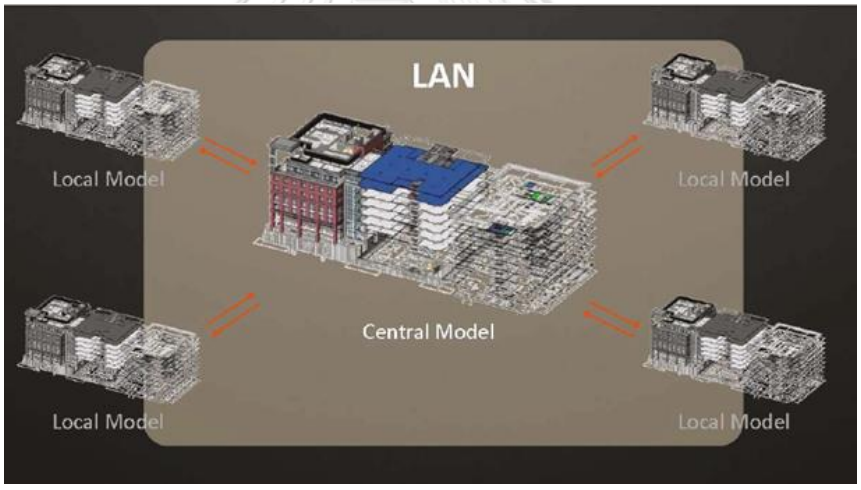
(4.2) การทำงานเชื่อมโยงภายในหน่วยงาน

มีการทำงานแบบจำลองเดียวกันจะต้องมีคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (server) และทำงานเชื่อมโยงกันผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กร (LAN : Local Area Network) ดังแสดงในรูปที่ 2.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.11 การทำงานเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน
(สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมป์, 2558a)



รูปที่ 2.12 การทำงานเชื่อมโยงภายในหน่วยงาน
(สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมป์, 2558a)

5) มาตรฐานการเขียนแบบของโครงการ (project documentation standard format)

มาตรฐานการเขียนแบบของโครงการ เป็นเรื่องที่ต้องมีการวางแผนและเตรียมก่อนเริ่มการทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะรูปแบบผลผลิตที่ออกแบบสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตลอดจนรูปแบบของการแสดงผลทั้งที่อยู่ในรูปกราฟิกและไม่ได้อยู่ในรูปกราฟิก เช่นพวกตาราง

จะทำให้การประสานงานและการทำงานร่วมกันมีรูปแบบของผลผลิตไปในทิศทางเดียวกัน

2.5.2 BIM Project Execution Planning Guide version 2.0: BEPG

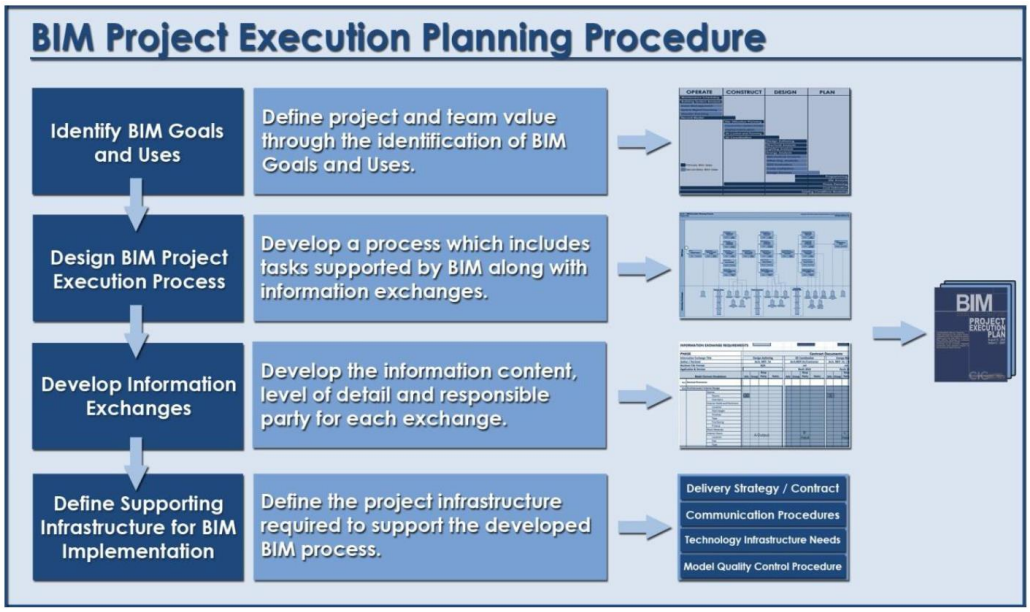
BIM Project Execution Planning Guide เป็นหนึ่งในผลผลิตของโครงการ BIM project execution planning building smart alliance™ (bSa) ซึ่งถูกพัฒนามาจาก The National Building Information Modeling Standard™ (NBIMS) เป็นแนวคิดในการพัฒนาคู่มือในการปฏิบัติซึ่งเหมาะสมสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรในโครงการเพื่อใช้ในการเริ่มต้นแนวคิดในการสร้างกลยุทธ์การใช้งาน BIM และพัฒนาแผนการปฏิบัติของตนเอง แนวคิดการสร้างแบบจำลองหลักและแนวคิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้รับการออกแบบมาเพื่อเติมเต็มเป้าหมายระยะยาวของ bSa ในการพัฒนามาตรฐานที่สามารถนำไปใช้ได้ทั่วทั้งอุตสาหกรรม AECOO (Architecture, Engineer, Contractor, Owner and Operator) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการนำ BIM ไปใช้ในโครงการแผนการปฏิบัติงานในการใช้ BIM ที่ดี เพื่อทำให้แน่ใจว่าทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงหน้าที่และบทบาทของตัวเองที่ชัดเจนในการทำงานร่วมกับผู้อื่นในโครงการ แผนดำเนินการโครงการ BIM ที่เสร็จสมบูรณ์ควรกำหนดการใช้งานที่เหมาะสมสำหรับ BIM ในโครงการ พร้อมกับการออกแบบรายละเอียดและเอกสารของกระบวนการสำหรับการดำเนินการ BIM ตลอดโครงการ เมื่อสร้างแผนจึงสามารถติดตามความคืบหน้าเพื่อรับผลประโยชน์สูงสุดจากการใช้ BIM คู่มือนี้จัดเตรียมกระบวนการที่มีโครงสร้างสำหรับการดำเนินการตามแผนดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.13 กระบวนการประกอบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ระบุการใช้ BIM ที่ในระหว่างการวางแผนโครงการการออกแบบการก่อสร้างและขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- ออกแบบกระบวนการดำเนินการ BIM โดยสร้างแผนผังกระบวนการกำหนด BIM ที่ส่งมอบในรูปแบบของการแลกเปลี่ยนข้อมูล
- พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในรูปแบบของขั้นตอนการสื่อสาร เทคโนโลยี และการควบคุมคุณภาพ

BEPG (2010) กล่าวถึงการทำงานร่วมกันว่า ทีมจะต้องพัฒนาขั้นตอนและกิจกรรมในการทำงานร่วมกันทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งรวมถึงการจัดการแบบจำลอง เช่น การตรวจสอบแบบจำลอง ขั้นตอนการแก้ไข ฯลฯ การดำเนินการประชุมมาตรฐานและวาระการประชุม การสร้างกลยุทธ์ในการ

ทำงานร่วมกัน (collaboration strategy) ควรจัดทำเอกสารการทำงานร่วมกัน เช่น วิธีการสื่อสาร การจัดการเอกสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูล ฯลฯ



รูปที่ 2.13 BIM project execution planning procedure (CIC, 2010)

CIC (2010) ระบุว่าการทำงานร่วมกันควรกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมในการทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้

- ระบุกิจกรรมความร่วมมือทั้งหมดที่สนับสนุน BIM
- กำหนดว่าโครงการหรือกิจกรรมใดจะเกิดขึ้นในระยะใด
- กำหนดความถี่ที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมนั้น
- กำหนดผู้เข้าร่วมที่จำเป็นในการทำกิจกรรมนั้นอย่างเหมาะสม
- กำหนดที่ตั้งสำหรับกิจกรรมนั้น

1) พื้นที่ในการทำงานร่วมกัน

ทีมโครงการควรพิจารณาสภาพแวดล้อมที่จะต้องใช้ทำงานตลอดโครงการเพื่อรองรับการสื่อสารที่จำเป็น ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ BIM

2) ขั้นตอนการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์

การสร้างข้อกำหนดและข้อตกลงในการสื่อสารกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรในโครงการทั้งหมด การส่งออก และการเก็บข้อมูลผ่านระบบ บันทึกสำเนาของการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมดเพื่อความปลอดภัยและการอ้างอิงในอนาคต การจัดการเอกสาร (โครงสร้างโฟลเดอร์ไฟล์ การอนุญาตการเข้าถึงการดูแลรักษา การแจ้งเตือนและการตั้งชื่อไฟล์) ควรได้รับกำหนด และการแก้ไขเช่นกัน

2.5.3 Singapore BIM Guide version 2

คู่มือ BIM ของสิงคโปร์รุ่นที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำร่างกระบวนการส่งมอบ กระบวนการการจัดการบุคลากร ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เมื่อมีการใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในโครงการก่อสร้างโดยให้คำแนะนำ เพื่อชี้แจงบทบาทและความรับผิดชอบของสมาชิกโครงการเมื่อใช้ BIM ในโครงการก่อสร้าง คู่มือ BIM ของสิงคโปร์รุ่นที่ 2 เป็นข้อกำหนดของการใช้ BIM ในระยะต่าง ๆของโครงการตั้งแต่เริ่มโครงการ คือการสร้าง BEP จนถึงการส่งมอบโครงการ ขั้นตอนในการทำงานร่วมกันสามารถใช้รวมเข้ากับกระบวนการทำงานแบบวันต่อวัน เพื่อการศึกษาความเป็นไปได้จนถึงการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกสามารถใช้เป็นคำแนะนำเพื่อเริ่มต้นการนำ BIM ไปใช้

2.5.3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการทำงานร่วมกันของ BIM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Singapore BIM guide version 2 ได้กำหนดวิธีการใช้ BIM ในการสร้างและแลกเปลี่ยนข้อมูลตลอดทั้งโครงการ กระบวนการใช้ BIM ทั่วไปเกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง การประสานงานแบบจำลอง และการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้เกี่ยวข้อง แบบจำลองจะสามารถถูกเผยแพร่เมื่อการแก้ไขปัญหาที่ระบุ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) หน้าที่ของแต่ละฝ่าย

ในขั้นตอนนี้ผู้สร้างแบบจำลองแต่ละคนจะสร้างแบบจำลองตามสิ่งที่ระบุไว้ในแผนปฏิบัติการ BIM ผู้สร้างแบบจำลองควรตั้งค่าและปฏิบัติตามมาตรฐานในระหว่างการดำเนินโครงการ BIM

(1.1) แนวทางการสร้างแบบจำลองสำหรับองค์ประกอบ (BIM element)

โดยทั่วไปองค์ประกอบแต่ละอย่างจะถูกจำลองขนาดรูปร่าง ตำแหน่ง การวางแนว และปริมาณในช่วงแรกของโครงการ คุณสมบัติขององค์ประกอบจะมีขอบเขตที่กว้างกว่า แต่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น และมีความแม่นยำมากขึ้น

(1.2) แนวทางการสร้างแบบจำลองสำหรับการส่งแบบจำลอง (regulatory submission)

แนวทางการสร้างแบบจำลองทางสถาปัตยกรรม โครงสร้าง MEP และแม่แบบสำหรับการส่ง e-BIM ของสิงคโปร์ เพื่อวัตถุประสงค์ด้านกฎหมายและข้อตกลง

(1.3) การวางแนวโมเดล

จุดกำเนิดของโครงการ (origin point) ควรมีการกำหนดไว้อย่างชัดเจน

(1.4) โครงสร้างและหมวดหมู่ของแบบจำลอง

โครงสร้างและหมวดหมู่ของแบบจำลองขึ้นอยู่กับขนาดของอาคารและสิ่งก่อสร้าง ซึ่งจำเป็นต้องแบ่งแบบจำลองออกเป็นส่วนๆ และแยกระดับ สิ่งนี้ควรจะเป็นข้อตกลงโดยทีมออกแบบตั้งแต่แรก

(1.5) การจัดการการแก้ไข

แบบจำลองจะถูกพัฒนาในระหว่างขั้นตอนโครงการ ควรมีการติดตามและจัดทำเอกสารการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่องานสร้างแบบจำลองถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ และจัดการโดยองค์กรอื่น

2) การทำงานร่วมกัน (cross-disciplinary model coordination)

สมาชิกโครงการต้องมีการแลกเปลี่ยนแบบจำลอง ในบางช่วงเวลา ซึ่งต้องมีการประสานแบบจำลองจากสาขาวิชาที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายและความล่าช้าในขั้นตอนการก่อสร้าง ก่อนการประสานงานของแบบจำลองควรตรวจสอบแบบจำลองที่เกี่ยวข้องและตรวจสอบแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการประสานงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5.3.2 รูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลในโครงการที่ใช้ BIM

การแลกเปลี่ยนข้อมูลจะต้องปฏิบัติตามโปรโตคอล (protocol) การแลกเปลี่ยนข้อมูลจาก BIM และรูปแบบการส่งข้อมูลต้องมีการระบุไว้ในแผนปฏิบัติการ BIM (BEP) เพื่อให้แน่ใจว่ามีการใช้

ข้อมูลอาคารตลอดโครงการ โดยทั่วไปจะต้องจัดทำมาตรฐานสำหรับการส่งมอบสัญญาควรมีรูปแบบที่ตกลงกันทั้งสองฝ่าย รูปแบบอาจเป็นหนึ่งในมาตรฐานแบบเปิดที่แพร่หลายเช่นมาตรฐาน International Foundation Class (IFC) ควรระบุรูปแบบที่ใช้ในแผนปฏิบัติการ BIM (BEP)

2.5.4 BIM Planning Guide for Facility Owners version 2.0

คู่มือการวางแผน BIM สำหรับเจ้าของในโครงการที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยมีเนื้อหาในด้านการตรวจสอบ การวางแผน และสร้างกลยุทธ์อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยสำหรับเป็นผลประโยชน์ทางธุรกิจ คู่มือนี้นำเสนอโครงสร้างในการวางแผนการใช้ BIM ภายในองค์กร โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

1) การวางแผนเชิงกลยุทธ์ เพื่อประเมินสภาพองค์กรที่มีอยู่ เป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการใช้ BIM และการพัฒนาแนวปฏิบัติสำหรับการนำ BIM ไปปฏิบัติ
2) การวางแผนการดำเนินการ เพื่อพัฒนาแผนการดำเนินงานโดยละเอียดภายในการดำเนินงานขององค์กร
3) การวางแผนเพื่อระบุประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณา เมื่อสร้างข้อกำหนดสัญญา BIM ส่งเสริมการทำงานร่วมกันที่จำเป็นในโครงการที่ส่งมอบ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะแสดงรายการข้อกำหนดการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจนในเอกสารสัญญา ซึ่งอาจรวมถึง

- ความร่วมมือระหว่างความสัมพันธ์

  ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรในโครงการควรเต็มใจที่จะร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ การยอมรับข้อตกลงร่วมกันและขั้นตอนการสื่อสารที่มีรายละเอียดในแผนปฏิบัติการโครงการ BIM เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสมาชิกทุกคน แผนดำเนินการโครงการ BIM เบื้องต้นจะต้องจัดทำเอกสารความรับผิดชอบกระบวนการความร่วมมือ และการส่งมอบในระหว่างขั้นตอนการทำสัญญาข้อตกลงของโครงการ โดยรวมอยู่ในสัญญาขั้นสุดท้ายสำหรับผู้เกี่ยวข้องในโครงการทั้งหมด

- การแบ่งปันข้อมูล

  ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรในโครงการควรเต็มใจที่จะแบ่งปันข้อมูลตลอดเวลาของโครงการซึ่งหมายความว่าทุกฝ่ายควรมีการเข้าถึงโมเดล BIM รายงานข้อมูลสถานที่ และข้อมูลอื่นใดที่ไม่เหมาะสมใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในแผนดำเนินการโครงการ BIM มีการตั้งค่าเว็บไซต์แลกเปลี่ยนไฟล์หรือซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันอื่น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อการแชร์ไฟล์โดยเฉพาะ

4) ข้อผิดพลาด ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรในโครงการที่ค้นพบข้อผิดพลาดจะต้องแจ้งล่วงหน้าเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด

การวางแผน การจัดหาสัญญา แผนดำเนินการ BIM โครงการสำหรับโครงการทั่วไป

ความร่วมมือ / ขั้นตอนการประชุม

การประชุมที่จำเป็นทั้งหมดระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกองค์กรและเจ้าของควรกำหนดล่วงหน้า ยกตัวอย่าง เช่น กำหนดมาตรฐานการประชุมโครงการ จะช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบต่อเจ้าของ การประชุมเหล่านี้อาจประกอบด้วยการประชุมแจ้งกำหนดการ การประชุมทบทวน หรือการประชุมอื่น ๆ ที่จำเป็นให้มีประโยชน์ ความต้องการและการแลกเปลี่ยน BIM จนเสร็จสมบูรณ์ นอกเหนือจากการวางแผนการดำเนินการโครงการ BIM การประชุมที่ระบุควรสอดคล้องกับการพัฒนาแบบจำลองตามแผน และตรวจสอบกระบวนการที่พัฒนาในกระบวนการแผนดำเนินงานของโครงการ

2.5.5 AEC (UK) BIM protocol version 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

The AEC (2012) กล่าวว่าความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟท์แวร์ว่ามีความสำคัญสูงสุดในการทำงาน BIM ไม่ว่าจะเป็นการส่งออก CAD 2 มิติ หรือการส่งออกแบบ 3 มิติ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่าง ๆ โดยแบ่งเป็น 3 หัวข้อ คือ

1) incoming CAD/BIM data management

อธิบายถึงบริหารจัดการข้อมูล CAD/BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกไว้ ควรมีการทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้ ควรมีการตรวจสอบข้อมูล เป็นต้น

2) intended use of model

อธิบายถึงการสร้างและใช้แบบจำลองเพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ ต้องทำตามระดับขั้นความละเอียดของข้อมูล (level of detail) ที่วางไว้ และต้องจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ใน project BEP เนื่องจาก BIM สามารถทำได้ทุกวัตถุประสงค์ project

BEP จึงต้องระบุระดับขั้นของงาน (stage of work) และวัตถุประสงค์ของงาน เช่น ในการทำเสาเพื่อการคำนวณ บางโปรแกรมต้องการให้เสาหยุดทุกชั้น เป็นต้น

3) data transfer between software platforms

อธิบายถึงข้อคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรม เช่น จะต้องเข้าใจถึงสิ่งจำเป็น ข้อจำกัดของโปรแกรม และฮาร์ดแวร์ เพื่อที่จะได้เตรียมข้อมูล BIM ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการทดสอบการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรม ที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย

(สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมป์, 2558b)

2.6 ช่องว่างงานวิจัย (research gap)

การทำงานร่วมกันในโครงการ BIM มีองค์ประกอบที่รวมกันเป็นรูปแบบการทำงานร่วมกันอยู่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น ขั้นตอนในการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูล และอื่น ๆ ปัจจุบันมีมาตรฐานจากประเทศไทยและต่างประเทศอยู่มากมายที่กล่าวถึงแนวความคิดการทำงานร่วมกันในโครงการที่ใช้ BIM แต่เป็นการกล่าวถึงในเบื้องต้นเท่านั้น แต่การทำงานร่วมกันจริง ๆ ในโครงการยังมีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานร่วมกัน อีกทั้ง BIM เพิ่งเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยไม่กี่ปี ทุกองค์กรมุ่งแต่การนำ BIM มาปฏิบัติภายในองค์กรตนเองให้มีประสิทธิภาพเท่านั้น การจะทำให้โครงการประสบความสำเร็จนั้นไม่ได้เกิดขึ้นจากองค์ประกอบเดียว แต่ทุกฝ่ายในโครงการต้องเข้าใจรูปแบบของการทำงานร่วมกันของตน เพื่อที่จะสามารถออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมกับเป้าหมายและการนำไปใช้งาน โดยนำทุกองค์ประกอบที่สำคัญมาพัฒนาโครงการของตนได้อย่างเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 บทสรุป

จากทบทวนทฤษฎี แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบได้ว่าจากมาตรฐานและคู่มือจากทั้งไทยและต่างประเทศนั้นได้กล่าวถึงแนวคิดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่แตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศ เป็นการอธิบายขั้นตอนและข้อกำหนดในการทำงานร่วมกันแบบพื้นฐานสำหรับทุกโครงการ ส่วนแนวคิดและงานวิจัยในอดีตต่าง ๆ จะมุ่งเน้นไปที่การนำ BIM มาใช้งานในการสร้างแบบจำลองสามมิติ ในด้านการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์กรนั้น

ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนน้อย แต่จะพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ทำให้การทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ประสบความสำเร็จ และปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันมากกว่า ดังนั้น งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะจัดทำแนวทางในการจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในระบบนิเวศน์ที่แตกต่างกันที่มีอยู่ จากรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ถูกจำแนกโดยปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้ในการพิจารณาเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ของตน เพื่อนำไปใช้วางแผนการบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaborative forms) เพื่อเป็นแนวทางสำหรับเจ้าของโครงการในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในระบบนิเวศน์ (ecosystems) ที่แตกต่างกัน เริ่มจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยรวบรวมจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ บทความวิชาการ และ guideline ต่าง ๆ โดยนำกลยุทธ์ มาตรฐาน ทฤษฎี แนวคิดที่เหมาะสมมาสร้างแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน เพื่อช่วยให้เข้าใจบริบทของงานวิจัยมากยิ่งขึ้น จากนั้นจึงจัดทำคำถามสำหรับการสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.1

1) ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยรวบรวมจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ และ guideline ต่าง ๆ โดยศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้
    - ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
    - เทคโนโลยี ระบบการจัดการข้อมูลในปัจจุบัน และการติดต่อสื่อสารในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
    - มาตรฐานและนโยบายต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
    - รูปแบบและขั้นตอนในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
2) วิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อสร้างบทสัมภาษณ์ในการสอบถามขั้นตอนต่อไป
3) พัฒนาบทสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวมรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทัศนคติ พฤติกรรม ประเด็นข้อสัญญา การสื่อสาร การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การอบรม ประเด็นผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ในโครงการ BIM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) สำรวจรูปแบบการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักในประเทศไทย โดยการสัมภาษณ์บุคลากรในองค์กรเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก
5) วิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaborative forms) และคุณลักษณะของแต่ละรูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในระบบนิเวศน์ที่แตกต่างในโครงการ BIM
6) พัฒนาแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันให้เหมาะสมของโครงการ BIM
7) ตรวจสอบความใช้ได้ ปรับปรุงรูปแบบการทำงานร่วมกันและการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
8) สรุปผลวิจัย ระบุข้อจำกัด และจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในงานวิจัยในอนาคตต่อไป

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนแรก คือการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศโดยรวบรวมจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ และ Guideline ต่าง ๆ โดยศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลกระทบต่อการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
2) เทคโนโลยีระบบการจัดการข้อมูลในปัจจุบันในการทำงานร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ และการติดต่อสื่อสารในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
3) มาตรฐานหรือนโยบายต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
4) รูปแบบและขั้นตอนในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM
5) ประเภทของการทำงานร่วมกันในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM

3.3 วิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการทำงานร่วมกันที่มีประสิทธิภาพ โดยนำแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่เหมาะสมมาเป็นพื้นฐานแนวคิดในการสร้างรูปแบบในการทำงานร่วมกัน นอกจากนั้นยังได้นำองค์ประกอบที่สำคัญจากมาตรฐานที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางอีกด้วย เอกสารที่นำมาใช้ มีดังนี้

1) คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (BIM Guide Thailand) ฉบับปีพ.ศ. ๒๕๕๘
2) BIM Project Execution Planning Guide version 2.0: BEPG
3) Singapore BIM Guide version 2
4) BIM Planning Guide for Facility Owners version 2.0
5) AEC (UK) BIM Protocol version 2

หลังจากการวิเคราะห์งานวิจัยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง จึงนำประเด็นสำคัญมาสร้างบทสัมภาษณ์ในการสอบถามขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 พัฒนาบทสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวมรวมข้อมูล

หลังจากรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย รวมถึงมาตรฐานทั้งไทยและต่างประเทศแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการสร้างบทสัมภาษณ์ โดยการสัมภาษณ์จะเป็นเชิงกึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์ที่อยู่ระหว่างการสัมภาษณ์แบบโครงสร้างและการสัมภาษณ์แบบไร้โครงสร้าง ผู้วิจัยจัดเตรียมคำถามเบื้องต้นที่เหมือนกันสำหรับทุกองค์กร คือวิธีการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ทัศนคติ พฤติกรรม ประเด็นข้อสัญญา การสื่อสาร การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การอบรม ประเด็นผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ในโครงการ BIM อย่างไรก็ตามอาจมีการเปลี่ยนแปลงบทสัมภาษณ์ไปตามความเหมาะสมในแต่ละองค์กร ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียดและประมวลผลรูปแบบในแต่ละครั้ง เพื่อปรับคำถามที่เหมาะสมสำหรับการสัมภาษณ์ครั้งต่อไป

3.5 สำรวจรูปแบบการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก

หลังจากพัฒนาบทสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนต่อมาคือการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีประสบการณ์ในด้าน BIM ทั้งหมด 9 องค์กร ได้แก่บริษัทเจ้าของ (owner) บริษัทออกแบบ (designer) และบริษัทผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก (contractor) ซึ่งมีเนื้อหาการสัมภาษณ์เกี่ยวกับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยใช้คำถามที่พัฒนามาให้เหมาะสมกับแต่ละองค์กร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.6 วิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการศึกษารูปแบบการทำงานร่วมกันโดยวิเคราะห์จากแนวคิด ทฤษฎี ปัจจัยที่เหมาะสมมาใช้ในการแบ่งรูปแบบ เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการพัฒนาการออกแบบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ให้เหมาะสมกับเป้าหมายและการนำไปใช้ต่อไป ผู้วิจัยจึงได้สรุปรูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในปัจจุบันออกเป็น 2 ช่วงของโครงการ คือ

- ช่วงก่อนการก่อสร้าง
- ช่วงระหว่างการก่อสร้าง

องค์ประกอบที่สำคัญในการนำ BIM ใช้ในการทำงานร่วมกันประกอบด้วย 5 ปัจจัยหลัก คือ

1) ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ (attitude and behavior)
2) ประเด็นสัญญา (contract issues)
3) การสื่อสาร (communication)
4) การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม (software and hardware management and training)
5) ผู้นำ/ผู้ประสานงาน BIM (BIM leader/ BIM coordinator)

การพัฒนาแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เกิดจากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่จำเป็นในแต่ละรูปแบบ โดยในแต่ละรูปแบบจะระบุองค์ประกอบที่สำคัญเพื่อเป็นเครื่องมือหรือเกณฑ์เพื่อให้ได้รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

3.7 พัฒนาแนวทางการออกแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM สำหรับระบบนิเวศน์ที่แตกต่างกัน จากรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ได้จำแนกในหัวข้อที่ 3.6 เพื่อให้เจ้าของโครงการใช้ออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยเริ่มจากระบุเป้าหมายและการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM uses) ซึ่งองค์ประกอบที่จำเป็นในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ซึ่งพบว่าการใช้ประโยชน์จาก BIM ในโครงการจริง มีเป้าหมายของโครงการ อยู่ 3 ประการ คือ

1) การลดต้นทุนของโครงการ
2) การลดเวลาของโครงการ
3) การเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

หลังจากระบุเป้าหมายของโครงการและการใช้ประโยชน์จาก BIM แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการพิจารณาจากปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน เพื่อออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมกับเป้าหมายและการนำ BIM ใช้ประโยชน์ และขั้นตอนสุดท้ายคือการระบุแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันที่สนับสนุนรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสม ซึ่งจะประกอบไปโครงสร้างพื้นฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(infrastructure) ต่าง ๆ เพื่อให้เจ้าของโครงการนำไปวางแผนในการบริหารจัดการก่อนเริ่มโครงการ

3.8 ตรวจสอบความใช้ได้และปรับปรุงรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

การตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงของรูปแบบการทำงานร่วมกันและแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยส่งแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการให้เจ้าของโครงการและที่ปรึกษาโครงการ จำนวน 4 ราย ซึ่งเป็นผู้ที่ได้ประโยชน์จากการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันนี้ เพื่อขอคำแนะนำ เพื่อปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสม โดยจะตรวจสอบ 2 ด้านคือ

1) ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
2) ตรวจสอบความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

3.9 สรุปผลงานวิจัย ระบุข้อจำกัดและจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในงานวิจัยในอนาคตต่อไป

สรุปผลการวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM และแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM สำหรับเจ้าของโครงการ รวมไปถึงปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกัน และปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการเลือกการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมได้ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ ระบุข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในงานวิจัยในอนาคตต่อไป

3.10 บทสรุป

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนาการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ซึ่งมุ่งเน้นที่ 2 ช่วงโครงการคือก่อนก่อสร้างและระหว่างก่อสร้าง โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักในโครงการ BIM คือ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก เริ่มจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสรุปข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ว่ามีลักษณะวิธีการทำงาน รูปแบบและปัญหาในการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM อย่างไร รวมถึง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อหาช่องว่างที่จะสามารถพัฒนาการทำงานร่วมกัน จากนั้นจึงเริ่มวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM สำหรับเจ้าของโครงการ ในระหว่างการวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบในการทำงานร่วมกันนั้น ทางผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องเป็นระยะ โดยส่งแบบสอบถามถึงเจ้าของโครงการและที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับประโยชน์โดยตรง เพื่อนำข้อเสนอแนะ คำติชมไปปรับปรุง และพัฒนาให้เหมาะสม อีกทั้งผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางในการบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM รวมถึงการนำเสนอข้อจำกัด ขอบเขตและข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

บทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการความร่วมมือของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานร่วมกันจากการนำ BIM มาใช้งาน ข้อมูลที่ได้จะสรุปจากการสังเกตและการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ BIM โดยใช้ปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้พิจารณาในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันและปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เป็นเกณฑ์ในการจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

4.1 แหล่งข้อมูล

งานวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) จากผู้เชี่ยวชาญฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ BIM ได้แก่ เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก ซึ่งแต่ละผู้เชี่ยวชาญมาจากต่างองค์กร โดยมีรายละเอียดแนวคำถามสำหรับการสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ก รายละเอียดด้านประวัติและการนำ BIM มาใช้งานเสนอในภาคผนวก ข จึงสามารถสรุปข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้ข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 บทบาทขององค์กรผู้ให้ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์กร	ผู้ให้ข้อมูล	ประเภทขององค์กร		
		เจ้าของโครงการ	ผู้ออกแบบ	ผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก
1	ผู้เชี่ยวชาญ A	✓		
2	ผู้เชี่ยวชาญ B	✓		
3	ผู้เชี่ยวชาญ C		✓	
4	ผู้เชี่ยวชาญ D		✓	
5	ผู้เชี่ยวชาญ E		✓	✓
6	ผู้เชี่ยวชาญ F			✓
7	ผู้เชี่ยวชาญ G			✓
8	ผู้เชี่ยวชาญ H			✓
9	ผู้เชี่ยวชาญ I			✓

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้ข้อมูล

ลำดับ	ผู้ให้ข้อมูล	ตำแหน่งของผู้ให้ข้อมูล	ปีที่เริ่มใช้ BIM	วันที่เก็บข้อมูล
1	ผู้เชี่ยวชาญ A	senior BIM manager	2013	16 มกราคม 2019
2	ผู้เชี่ยวชาญ B	assistant BIM director	2014	21 ธันวาคม 2018
3	ผู้เชี่ยวชาญ C	BIM manager	2007	3 มิถุนายน 2019
4	ผู้เชี่ยวชาญ D	structural engineer	2014	26 กรกฎาคม 2019
5	ผู้เชี่ยวชาญ E	managing director	2016	4 สิงหาคม 2019
6	ผู้เชี่ยวชาญ F	senior BIM manager	2017	25 กรกฎาคม 2019
7	ผู้เชี่ยวชาญ G	assistant vice president	2014	16 สิงหาคม 2019
8	ผู้เชี่ยวชาญ H	project manager m&e	2013	31 กรกฎาคม 2019
9	ผู้เชี่ยวชาญ I	assistant chief	2011	1 สิงหาคม 2019

4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการทบทวนงานวิจัยในอดีตพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานร่วมกันและปัจจัยที่เป็นอุปสรรคที่ทำให้การทำงานร่วมกันในโครงการไม่ประสบความสำเร็จมีอยู่มากมาย ดังแสดงในหัวข้อ 2.4 อย่างไรก็ตาม Liu, van Nederveen, and Hertogh (2017) พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM มีอยู่ 8 ปัจจัย คือ ความสามารถด้านไอที (IT capacity), บทบาทหน้าที่ที่ได้รับ (role taking), ความเชื่อใจ (trust), การสื่อสาร (communication), ความเป็นผู้นำ (leadership), การเรียนรู้และประสบการณ์ (learning and experience), การจัดการเทคโนโลยี (IT management) และทัศนคติและพฤติกรรม (attitude and behaviour) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ในงานวิจัยนี้เราพบปัจจัยที่เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักนำมาใช้พิจารณาเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกัน และปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM มี 4 ปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แต่มีปัจจัยหนึ่งที่ไม่ได้ถูกกล่าวถึงในงานวิจัย แต่ถูกเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 จาก 9 ท่าน คิดเป็น 33.33% คือ ข้อประเด็นสัญญา ดังนั้นเราจึงสรุปปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนใช้พิจารณาในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ได้ทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย /ผู้เชี่ยวชาญ	A	B	C	D	E	F	G	H	I
บทบาทหน้าที่ที่ได้รับ									
ความเชื่อใจ									
การสื่อสาร			✓						
ความเป็นผู้นำ			✓			✓	✓	✓	
การเรียนรู้และประสบการณ์									
การจัดการเทคโนโลยี		✓	✓		✓				
ทัศนคติและพฤติกรรม	✓	✓			✓			✓	✓
ประเด็นข้อสัญญาและมาตรฐาน		✓		✓		✓			

4.2.1 ทัศนคติและพฤติกรรม (attitude and behavior) ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในโครงการ BIM ทั้ง 9 ท่าน พบว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่มองว่าปัจจัยด้านทัศนคติและพฤติกรรมของผู้ร่วมงานเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด เพราะการจะทำงานร่วมกันให้โครงการประสบความสำเร็จต้องเกิดจากความร่วมมือและองค์ความรู้ของทุกฝ่าย ปัจจัยนี้รวมไปถึงความต้องการของเจ้าของโครงการ หากเจ้าของโครงการไม่ต้องการให้ใช้ BIM การทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลอง BIM จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่พบว่าการทำงานร่วมกันของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ BIM จะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ทุกฝ่ายในโครงการจะต้องมีความเต็มใจที่จะร่วมมือสนับสนุนวิธีการทำงานให้สอดคล้องกัน ร่วมมือกันเสนอวิธีการทำงานร่วมกันโดยระบุไว้ใน BIM Execution Plan (BEP) นอกจากนั้นผู้ร่วมงานทุกฝ่ายในโครงการ BIM ต้องเต็มใจที่จะแบ่งปันข้อมูลของตนตลอดระยะเวลาโครงการ รวมถึงตระหนักและปฏิบัติตามหน้าที่และบทบาทของตนในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน (ผู้เชี่ยวชาญ A, B, E, H และ I, สัมภาษณ์, ธันวาคม-สิงหาคม 2019)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 ประเด็นข้อสัญญา (contract issues)

ปัจจัยนี้เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ถูกเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ (33.33 %) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับเจ้าของโครงการและที่ปรึกษา ซึ่งโครงการที่เจ้าของโครงการต้องการใช้ BIM จะต้องระบุรูปแบบการส่งมอบแบบจำลอง ข้อกำหนด และรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกัน กระบวนการประสานงานในโครงการ รูปแบบการส่งต่อข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล รายละเอียดของ BEP ตามมาตรฐาน มาตรฐานการจัดการเอกสาร ไม่ว่าจะเป็น การตั้งชื่อไฟล์ โครงสร้างโฟลเดอร์ การอนุญาตการเข้าถึง การดูแลรักษาและการแจ้งเตือน การกำหนดมาตรฐานการประชุมโครงการ เช่น ความถี่ ผู้เข้าร่วมและพื้นที่การจัดประชุม ประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบต่อเจ้าของ การประชุมโครงการประกอบด้วยการประชุมแจ้งกำหนดการ การประชุมทบทวนหรือการประชุมอื่น ๆ ที่จำเป็น รายละเอียดของข้อมูลที่ควรบันทึก บทบาทหน้าที่ ขอบเขตอำนาจของแต่ละฝ่าย ระดับขั้นความละเอียดของข้อมูล รายละเอียดของเอกสารในแต่ละกระบวนการทำงาน ข้อควรคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานในการทำงานร่วมกันระหว่างทุกฝ่ายในโครงการ เพื่อช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในอนาคต (ผู้เชี่ยวชาญ B, D และ F, สัมภาษณ์, ธันวาคม-กรกฎาคม 2019)

4.2.3 การสื่อสาร (communication)

การสื่อสารในโครงการ BIM อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) การสื่อสารแบบเดิม เช่น การส่งไฟล์ผ่านระบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือส่งผ่านโปรแกรมฝากไฟล์บนระบบคลาวด์ (cloud storage) โดยหลังจากผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างได้ไฟล์มาแล้วก็นำมาอัพเดทในด้านการเชื่อมโยงไฟล์เป็นครั้งๆไป

(2) การสื่อสารแบบเรียลไทม์ ผู้ใช้งานแต่ละหน่วยงานจำเป็นต้องตั้งคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเชื่อมโยงกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและทำงานเชื่อมโยงควบคู่ไประหว่างหน่วยงาน การติดต่อแจ้งเตือนสามารถทำได้ทันทีที่มีการแก้ไขหรืออัปเดตแบบจำลอง ผู้ได้รับการแจ้งเตือนสามารถรับรู้ปัญหาหรือการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองทันที รูปแบบนี้ใช้แบบจำลองกลางซึ่งทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงแบบจำลองและข้อมูลที่จำเป็นเพื่อแก้ไขได้ตลอดเวลา เช่น การใช้ระบบ cloud และแอปพลิเคชันในการเข้าถึงแบบจำลองพร้อมกัน เช่น แอปพลิเคชัน BIM 360 TEAM สำหรับแก้ไขและแจ้งเตือน

ปัจจุบันโครงการก่อสร้าง BIM ส่วนใหญ่ยังใช้การติดต่อสื่อสารในรูปแบบเดิม เนื่องจากยังไม่มีระบบกลางที่เสถียรและใช้งานได้ง่าย บางโครงการที่มีการสื่อสารแบบเรียลไทม์ยังคงประสบปัญหาเครือข่ายกลางที่ช้า ทำให้แบบจำลองไม่สามารถอัปเดตได้ทันที จึงทำให้การแก้ไขแบบจำลองจากแต่ละฝ่ายเกิดการทับซ้อนของงานที่เพิ่มเข้าไป ดังนั้นทุกฝ่ายในโครงการจึงต้องตกลงรูปแบบการสื่อสารที่ชัดเจนร่วมกันตั้งแต่ก่อนเริ่มการก่อสร้าง (ผู้เชี่ยวชาญ C สัมภาษณ์, มิถุนายน 2019)

4.2.4 การจัดการด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม (software, hardware management and training)

จากงานวิจัยของ (Liu, van Nederveen, et al., 2017) ได้กล่าวถึงปัจจัยนี้ในแง่ของการจัดการเทคโนโลยี แต่จากการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักส่วนใหญ่มองว่าการใช้งาน BIM นั้นขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์เป็นหลักและเทคโนโลยีสำคัญที่เข้ามาช่วยในการทำงานร่วมกัน คือ เครือข่าย network เช่น cloud และการใช้ซอฟท์แวร์ BIM 360, BIM 360 TEAM และ BIM TRACT โดยการพิจารณาเทคโนโลยีที่จะใช้ขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่มีของโครงการ หรือความเข้ากันของแอปพลิเคชันและซอฟท์แวร์ BIM การจัดการฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ยังรวมถึงการอบรมเพื่อให้ผู้ร่วมงานมีความรู้ความสามารถในการจัดการและแก้ไขกับปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตและการจัดการเอกสารที่เกี่ยวข้องอีกด้วย (ผู้เชี่ยวชาญ B, C และ E, สัมภาษณ์, ธันวาคม-สิงหาคม 2019) รายละเอียดของการจัดการด้านต่าง ๆ คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- การจัดการด้านฮาร์ดแวร์

  หากเจ้าของโครงการต้องการแบบจำลอง BIM ที่มี LOD ที่สูง รายละเอียดของข้อมูลสารสนเทศในแบบจำลองจะมีมากขึ้น ความจำถาวรและความจำชั่วคราวของคอมพิวเตอร์ที่ใช้แสดงผลแบบจำลองจึงต้องเพิ่มมากตาม การวางแผนในด้านนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

- การจัดการด้านซอฟท์แวร์

  ในโครงการก่อสร้างที่ศึกษามีการวางแผน การจัดการและการแก้ปัญหาด้านเวอร์ชันซอฟท์แวร์, ระบบปฏิบัติการของซอฟท์แวร์ (operation system) รวมไปถึง format ที่จะใช้ร่วมกันในโครงการ ซึ่งส่วนใหญ่เจ้าของโครงการจะระบุไว้ใน

ข้อสัญญา หากเจ้าของโครงการไม่ระบุ ก็จะทำให้การทำงานในช่วงการออกแบบเกิดปัญหาในการส่งต่อแบบจำลองได้

- การจัดการด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (internet network)

เนื่องจากการติดต่อสื่อสารแบบเรียลไทม์ในการทำงานร่วมกันในโครงการทำให้ทุกฝ่ายต้องวางแผนการจัดการปัญหาด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อรองรับซอฟท์แวร์และระบบ cloud ซึ่งเป็นศูนย์กลางในการ upload แบบจำลองหรือไฟล์ที่มีขนาดใหญ่และการแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมทั้งการแจ้งเตือนการแก้ไขและการอัปเดตในการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองด้วย การจัดการด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะต้องมีการวางแผนการจัดการในด้านดังนี้ด้วย คือ

- ด้านการควบคุมการทำงานผ่านเครือข่ายเพื่อป้องกันการสับสน

ในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ผ่านเครือข่ายจึงต้องมีแนวทางการจัดการและแก้ปัญหาในการควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันความสับสนการใช้งานระหว่างผู้ที่ทำงานร่วมกันในหลายฝ่าย เช่น การบันทึกไฟล์หรือแบบจำลอง การย้ายตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ การใช้ชื่อซ้ำ เป็นต้น

- ด้านการส่งต่อแบบจำลองไปยังไฟล์ IFC ได้

โครงการที่ใช้ซอฟท์แวร์หรือแอปพลิเคชันแตกต่างกันจะต้องมีการสร้างไฟล์กลางในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการส่งต่อแบบจำลอง ปัจจุบันโครงการส่วนใหญ่ใช้ไฟล์ IFC ในการแลกเปลี่ยนกัน ดังนั้นทุกฝ่ายจะมีการวางแผน การจัดการ และแก้ไขปัญหาล่วงหน้าเพื่อให้ผู้ร่วมมือจากฝ่ายต่าง ๆสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันได้ โดยทำให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้างแบบจำลองแบบเรียลไทม์

สถาปนิก วิศวกร และผู้รับจ้างก่อสร้างสามารถใช้ซอฟท์แวร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการทำงานผ่านสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้แบบเรียลไทม์ การสร้างการเปลี่ยนแปลงแต่ละด้านของอาคารจะทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองทั้งหมดในแบบเรียลไทม์ได้ ซึ่งจะช่วยให้การตัดสินใจที่จะแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงทำได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น การทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์สามารถช่วยให้โครงการขับเคลื่อนไปตามกำหนดการหรือก่อนกำหนดการ ดังนั้นการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์จึงต้องการการวางแผนการจัดการก่อนการใช้แบบจำลองและแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็น ความจุขั้นต่ำของฮาร์ดแวร์ในการรองรับแบบจำลองและข้อมูลแบบเรียลไทม์รวมถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สเถียร

แอปพลิเคชันที่ใช้ทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ผู้ที่สามารถเข้าถึงแบบจำลองและข้อมูลแบบเรียลไทม์

- การวางแผนการอบรมซอฟท์แวร์ (software training) เข้าไว้ในกลยุทธ์หรือเป้าหมายของโครงการ และการพัฒนารูปแบบการอบรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอ

  ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นคือในโครงการที่ทุกฝ่ายที่มีทักษะและความรู้ความสามารถที่แตกต่างกัน การกำหนดการอบรมเข้าไว้ในกลยุทธ์ของโครงการจะสามารถจัดการกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ เช่น การอบรมพนักงานที่เข้ามาใหม่ในการใช้ซอฟท์แวร์ BIM และการอบรมพนักงานให้สามารถแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นเกี่ยวกับแบบจำลอง BIM

- ข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองเพื่อแสดงผล

  ก่อนการส่งมอบแบบจำลอง BIM ให้กับเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องนำเสนอแบบจำลองสามมิติ และข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองเพื่อให้สิ่งที่ส่งมอบเป็นไปตามความต้องการของเจ้าของ ผู้ร่วมงานทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะต้องวางแผนการจัดการการใช้ซอฟท์แวร์หรือแอปพลิเคชันในการนำข้อมูลจากแบบจำลองออกมาเพื่อแสดงผลแก่เจ้าของโครงการในการประชุม

4.2.5 ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM (BIM manager and BIM coordinator)

โดยส่วนใหญ่ โครงการที่ไม่มีผู้ประสานงานหรือผู้จัดการ BIM มักจะประสบปัญหาในการทำงานร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นความซ้ำซ้อนในการสร้างแบบจำลอง การติดต่อสื่อสารและการจัดการเอกสาร ดังนั้นในโครงการ BIM ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM จะต้องเป็นผู้มีความสามารถและประสบการณ์ในโครงการที่คอยประสานการทำงานทางเทคนิคตามมาตรฐานสามารถแจ้งวิธีการปฏิบัติงานให้ทุกฝ่ายทราบก่อนเริ่มงาน อัปเดตเชื่อมโยงและรวมแบบจำลองจากแต่ละฝ่ายเพื่อส่งต่อข้อมูลที่ถูกต้องให้กับเจ้าของโครงการ จัดประชุม coordinate meeting และบันทึกตรวจสอบข้อมูลอย่างต่อเนื่อง คอยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการเพื่อให้ทุกฝ่ายทำงานร่วมกันได้อย่างดี ในมาตรฐาน Singapore BIM Guide Version 2 ยังได้ระบุว่าผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ควรประเมินคุณสมบัติและประสบการณ์ของผู้ที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มการคัดเลือกผู้ร่วมงานด้วย เพื่อช่วยให้การทำงานร่วมกันในโครงการสามารถเป็นไปตามวัตถุประสงค์ (ผู้เชี่ยวชาญ C, F, G และ H, สัมภาษณ์, ธันวาคม-สิงหาคม 2019

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 รูปแบบในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ในหัวข้อนี้เราจะวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยอาศัยทฤษฎีจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐาน และการปฏิบัติงานจริงซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ รวมถึงพิจารณาปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้ในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันเป็นเกณฑ์ในการจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกัน ประกอบไปด้วย 1) ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้เสีย 2) ประเด็นข้อสัญญา 3) การสื่อสาร 4) การจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการฝึกสอน 5) ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ซึ่งเป็นปัจจัยที่เป็นตัวแปรหลักในการตัดสินใจของฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ เป็นตัวกำหนดทิศทางของกระบวนการทำงานร่วมกันในโครงการ และเป็นปัจจัยเด่นชัดที่ถูกเลือกโดยผู้มีส่วนได้เสียในโครงการ BIM ซึ่งพบว่า ผู้มีส่วนได้เสียไม่สนใจในปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ที่ได้รับ การเชื่อใจและการเรียนรู้และประสบการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 จึงนำปัจจัยในด้านดังกล่าวนี้ออกจากการพิจารณา เพราะฉะนั้นปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยที่ได้นำเสนอมานี้จึงเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญมาก เพื่อให้ง่ายต่อการจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกัน และการนำไปประเมินรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ รายละเอียดของแต่ละปัจจัยนำเสนอในหัวข้อ 4.2

การวิเคราะห์นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงการทำงานในโครงการ คือ 1) ช่วงก่อนก่อสร้าง ได้แก่ การวางแผนการจัดการและการออกแบบ 2) ช่วงระหว่างก่อสร้าง ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถพบปัญหาได้มากที่สุดจากการทำงานในโครงการ ถึงแม้ว่าในเกือบทุกโครงการจะมีการใช้ประโยชน์จาก BIM ที่ไม่แตกต่างกัน แต่กระบวนการทำงานร่วมกันนั้นแตกต่างกันซึ่งมีสาเหตุมาหลากหลายปัจจัย จึงส่งผลให้รูปแบบการทำงานร่วมกันในแต่ละโครงการมีความแตกต่างกันด้วย จากการพิจารณาองค์ประกอบทั้งหมดในข้างต้น เราสามารถจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ออกเป็น 4 รูปแบบหลัก ดังแสดงในตารางที่ 4.4 คือ

ตารางที่ 4.4 ข้อกำหนดรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย	ช่วงของโครงการ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
1. ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ					
● เจ้าของโครงการต้องการให้ใช้ BIM	ก่อนการก่อสร้าง	✘	✓	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายใช้ BIM		✘	✓	✓	✓

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย	ช่วงของโครงการ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
1. ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ					
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเข้าใจและยอมรับว่า BIM สามารถสร้างประโยชน์	ก่อนการก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียยอมรับข้อตกลง และขั้นตอนการสื่อสารที่มีรายละเอียดในแผนปฏิบัติการร่วมกัน		✗	✓	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเต็มใจที่จะร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสนับสนุนวิธีการทำงานสอดคล้องความต้องการของโครงการ		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเต็มใจแบ่งปันข้อมูลตลอดโครงการ		✗	✗	✓	✓
● ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานกับผู้ออกแบบเพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขปัญหา		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมมือกันเสนอวิธีการทำงานร่วมกันเพื่อระบุใน BEP ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน		✗	✗	✗	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตระหนัก ปฏิบัติตามหน้าที่และบทบาทของตัวเองในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน		✗	✗	✗	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลอง BIM ในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไขต้องได้รับอนุญาตก่อน		✗	✗	✗	✓
2. ประเด็นข้อสัญญา					
● กระบวนการประสานการทำงานตลอดโครงการ	ก่อนการก่อสร้าง	✗	✓	✓	✓
● รูปแบบการส่งต่อข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล		✗	✗	✓	✓
● รายละเอียดของ Project BIM Execution Plan (BEP) ให้ครบถ้วนและถูกต้องตามมาตรฐาน		✗	✗	✓	✓

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) โครงสร้างรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย	ช่วงของโครงการ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
2. ประเด็นข้อสัญญา					
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ไขปัญหาเอกสาร (การตั้งชื่อ โครงสร้างโฟลเดอร์ การอนุญาตการเข้าถึง การดูแลรักษา การแจ้งเตือน)	ก่อนการก่อสร้าง	✗	✗	✓	✓
● มาตรฐานการประชุมโครงการ		✗	✗	✓	✓
● บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ขอบเขตอำนาจหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนทำงานของผู้มีส่วนได้ส่วนและความเป็นเจ้าของแบบจำลอง BIM		✗	✗	✗	✓
● ระดับขั้นความละเอียดของข้อมูล (Level of Development : LOD) และข้อมูลที่ระบุไว้ใน BEP		✗	✗	✗	✓
● ข้อคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรม ข้อจำกัดของโปรแกรมและฮาร์ดแวร์		✗	✗	✗	✓
● รายละเอียดของเอกสารในกระบวนการการดำเนินการ BIM ตลอดโครงการ		✗	✗	✗	✓
3. การสื่อสาร					
● เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อีเมล หรือแอปพลิเคชันในการส่งต่อข้อมูล	ก่อนการก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓
● เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น server หรือ cloud		✗	✓	✓	✓
● วิธีการใช้งาน การ share file และการส่ง Model file ของผู้ออกแบบในแต่ละหน้าที่ที่เกี่ยวข้องบน server หรือ cloud		✗	✗	✓	✓
● ข้อตกลงในการสื่อสารแบบเรียลไทม์กับผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการ		✗	✗	✗	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบันทึกสำเนาของการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมด		✗	✗	✗	✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) โครงสร้างรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย	ช่วงของโครงการ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
3. การสื่อสาร					
● แจ้งล่วงหน้าเพื่อแก้ไขเมื่อค้นพบข้อผิดพลาด	ระหว่างการก่อสร้าง	✗	✗	✗	✓
4. การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม					
● ตั้งค่าเว็บไซต์แลกเปลี่ยนไฟล์หรือซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันอื่น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อการแชร์ไฟล์	ก่อนการก่อสร้าง	✗	✓	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านเวอร์ชันของซอฟท์แวร์, ระบบปฏิบัติการ รวมไปถึง format ที่จะใช้		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้าน hardware computer		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ upload แบบจำลองหรือไฟล์ที่มีขนาดใหญ่		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาในด้านการส่งต่อแบบจำลองไปยังไฟล์ IFC		✗	✗	✓	✓
● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย		✗	✗	✓	✓
● การจัดการและการแก้ปัญหากับข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลอง เพื่อนำออกมาแสดงผล		✗	✗	✓	✓
● กำหนดการอบรมเข้าไว้ในกลยุทธ์ของโครงการรวมถึงวิธีการจัดการ		✗	✗	✓	✓

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) โครงสร้างรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย	ช่วงของโครงการ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
4. การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม					
• แนวทางการจัดการและแก้ปัญหาในการควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันความสับสนการใช้งาน เช่น การบันทึก การย้ายตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ การใช้ชื่อซ้ำ ฯลฯ	ก่อนการก่อสร้าง	✗	✗	✗	✓
• การวางแผนการจัดการและแก้ไขปัญหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้างแบบจำลองแบบเรียลไทม์		✗	✗	✗	✓
• การวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยของข้อมูล		✗	✗	✗	✓
• การวางแผนการตรวจสอบและการแก้ปัญหาแบบจำลองขั้นตอนการแก้ไข	ระหว่างการก่อสร้าง	✗	✓	✓	✓
• ผู้ออกแบบนำส่ง model file และข้อมูลตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ในสัญญา		✗	✓	✓	✓
• ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบริหารจัดการข้อมูล BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกไว้ ต้องทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบข้อมูล		✗	✗	✓	✓
• การจัดทำและติดตามเอกสารการเปลี่ยนแปลงและพัฒนางานสร้างแบบจำลองที่แบ่งออกเป็นส่วนๆ		✗	✗	✗	✓
• ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียปรับและพัฒนารูปแบบการอบรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอในระหว่างโครงการไปสู่การทำงานต่อเนื่องในอนาคตได้		✗	✗	✗	✓
5. ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM					
• แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันด้วย BIM standard ในระหว่างการทำงานให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายรับทราบ	ก่อนการก่อสร้าง	✗	✓	✓	✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) โครงสร้างรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ปัจจัย	ช่วงของโครงการ	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4
5. ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM					
• แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันด้วย BIM standard ในระหว่างการทำงานให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายรับทราบ	ก่อนการก่อสร้าง	✗	✗	✓	✓
• จัดประชุม coordinate meeting กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและตรวจสอบข้อมูล รวมถึงการแก้ปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการทำงานร่วมกันในโครงการ		✗	✗	✓	✓
• สนับสนุนในการจัดการและประสานการทำงานทางเทคนิคกับผู้ร่วมงานทุกฝ่ายด้วยมาตรฐานตามความต้องการของโครงการ		✗	✗	✓	✓
• ประสานกับผู้ออกแบบในการปรับเปลี่ยนแก้ไขเนื้องานให้สามารถทำงานตามแผน		✗	✗	✓	✓
• วางแผนการตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบจำลอง และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้		✗	✗	✓	✓
• ประเมินคุณสมบัติและประสบการณ์ในการทำงานการใช้ BIM ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตามจุดประสงค์ของโครงการ		✗	✗	✗	✓
• อัพเดท เชื่อมโยงและรวมไฟล์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ	ระหว่างการก่อสร้าง	✗	✗	✓	✓
• ประสานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งต่อข้อมูล BIM ที่ถูกต้อง และจัดเตรียมข้อมูลประกอบการส่งงานรวมทั้งข้อมูลอาคาร		✗	✗	✗	✓
• บันทึกข้อมูลทั้งหมดอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน		✗	✗	✗	✓

4.3.1 รูปแบบที่ 1 รูปแบบการทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม (niche BIM collaboration)

จากการจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยใช้ปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้ในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกัน พบว่ามีบางโครงการที่เจ้าของโครงการมีมุมมองและพฤติกรรมที่ไม่ต้องการใช้ BIM เพราะบางส่วนของเจ้าของโครงการรู้จัก BIM เพียงชื่อเท่านั้น ยังไม่เข้าใจและไม่เห็นถึงประโยชน์ของ BIM รวมถึงเรื่องทรัพยากรที่มีจำกัดของเจ้าของโครงการ จึงทำให้โครงการนั้นมีรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเดิมเช่นเดียวกับโครงการที่ใช้แบบจำลองสองมิติ (CAD) คือ ฝ่ายต่าง ๆในโครงส่งงานผ่านภาพวาดเส้น (drawing), หรือส่งผ่านโปรแกรมฝากไฟล์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มีการติดต่อสื่อสารผ่านระบบออฟไลน์ไม่ว่าจะเป็น อีเมล หรือแอปพลิเคชันในการสื่อสาร แต่รูปแบบนี้เป็นรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพราะมีผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างในโครงการที่เข้าใจและมีประสบการณ์ในโครงการ BIM มาก่อน จึงเห็นถึงประโยชน์ของการนำ BIM มาใช้ในโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจึงใช้ BIM เฉพาะภายในองค์กรของตนเองเท่านั้น ดังนั้นในรูปแบบนี้จึงไม่มีการระบุประเด็นข้อสัญญาเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลอง BIM การติดต่อสื่อสารยังคงใช้แบบเดิม เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อีเมล และแอปพลิเคชัน อีกทั้งยังเป็นรูปแบบที่ทุกฝ่ายไม่มีการใช้ BIM ในการทำงานร่วมกัน จึงไม่มีการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการอบรม BIM ร่วมกัน อีกทั้งในโครงการไม่มีผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM ดังที่ได้นำเสนอในตารางที่ 4.4

รูปแบบการทำงานร่วมกันนี้พบในโครงการที่ทำการศึกษาหลายโครงการ โดยพบว่าการที่โครงการหนึ่งจะใช้ BIM หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับเจ้าของโครงการเป็นหลัก โครงการที่เจ้าของโครงการเริ่มนำ BIM เข้ามาใช้ เจ้าของโครงการจะใช้เองภายในองค์กรเท่านั้น และไม่ได้ระบุในข้อสัญญาให้ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างต้องใช้ BIM ในการส่งมอบ รูปแบบนี้ไม่ถูกพบในโครงการของเจ้าของโครงการที่ต้องการใช้ BIM และมีประสบการณ์ในโครงการ BIM มากกว่า 5 ปี เพราะเจ้าของโครงการจะบังคับให้ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างใช้ BIM ทำงานร่วมกัน แต่อย่างไรก็ตามในโครงการที่เจ้าของไม่ต้องการใช้ BIM กลับมีบางโครงการที่ผู้ออกแบบมีความพร้อมและประสบการณ์ในโครงการ BIM จึงใช้เองภายในองค์กร เพราะผู้บริหารขององค์กรผู้ออกแบบมองเห็นข้อดีของการเพิ่มการมองเห็นจากแบบจำลองสามมิติที่ทำให้การนำเสนอและการสื่อสารกับเจ้าของโครงการและผู้รับจ้างก่อสร้างเข้าใจตรงกันมากขึ้น BIM จึงถูกนำมาใช้แต่ในเฉพาะองค์กรผู้ออกแบบเองเท่านั้น เช่นเดียวกับผู้รับจ้างก่อสร้างที่มีการทำงานร่วมกันในโครงการในรูปแบบนี้ ผู้รับจ้างก่อสร้างจะใช้ BIM เองภายในองค์กร เพราะผู้บริหารองค์กรมองเห็นถึงประโยชน์ในการลดต้นทุนในการก่อสร้างและช่วยลดการชนกันของแบบจำลองสถาปัตย์ โครงสร้างและ MEP

4.3.2 รูปแบบที่ 2 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์
(centralized BIM collaboration)

รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ คือรูปแบบที่ทุกฝ่ายในโครงการมีการทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านแบบจำลอง BIM ที่เป็นศูนย์กลางที่ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงได้ ไม่ใช่แค่ใช้ภายในองค์กรของตนเช่นเดียวกับรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบที่ 1 รูปแบบการทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม โดยเริ่มต้นจากเจ้าของโครงการต้องการให้ใช้ BIM ทุกฝ่ายในโครงการ ไม่ว่าจะเป็นผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจึงต้องส่งมอบแบบจำลอง BIM ดังในข้อสัญญาที่ระบุไว้ ดังนั้นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการจะต้องเข้าใจและยอมรับในการนำ BIM มาใช้งาน มองเห็นข้อดีข้อเสียของ BIM และยอมรับข้อตกลง ขั้นตอนการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน ซึ่งเจ้าของโครงการจะเป็นผู้กำหนดข้อตกลงและขั้นตอนการทำงานร่วมกันตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ อีกทั้งในโครงการจะต้องมีเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM ด้วย จึงเป็นรูปแบบเริ่มต้นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อยากจะใช้ BIM ในโครงการ รูปแบบนี้พบว่าสัญญาระบุเพียงรายละเอียดพื้นฐานในการทำงานร่วมกันเท่านั้น การวางแผนการจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ในการทำงานร่วมกันระบุเพียงซอฟท์แวร์ที่ใช้ทำงานร่วมกันในช่วงก่อนการก่อสร้างและการวางแผนการแก้ไขแบบจำลองในช่วงก่อนและระหว่างการก่อสร้าง และผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในระหว่างการทำงานให้ทุกฝ่ายรับทราบก่อนเริ่มงาน ดังที่นำเสนอในตารางที่ 4.4 และ 4.5

จากการวิเคราะห์โครงการ BIM ที่ทำการศึกษา เราพบรูปแบบนี้ในโครงการที่เจ้าของโครงการเริ่มนำ BIM มาใช้งาน และมีประสบการณ์ในโครงการ BIM น้อยกว่า 5 ปี ประเด็นข้อสัญญาระบุเพียงรายละเอียดพื้นฐานในการทำงานร่วมกันเท่านั้น เช่นเดียวกับโครงการที่ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างที่มีประสบการณ์น้อย เป็นรูปแบบที่พบปัญหาและอุปสรรคในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM มากที่สุด เนื่องจากเจ้าของโครงการที่ไม่ระบุข้อประเด็นสัญญาในรายละเอียดของ BEP มาตรฐานในการทำงานร่วมกัน ระดับความละเอียดของข้อมูล รายละเอียดของเอกสารที่ใช้ในทำงานร่วมกัน บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ขอบเขตอำนาขของแต่ละฝ่ายให้ชัดเจน และไม่มีการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และเทคโนโลยีให้ครอบคลุม รัดกุมก่อนเริ่มก่อสร้าง ทำให้เกิดปัญหาระหว่างก่อสร้างได้ แต่เจ้าของโครงการที่มีประสบการณ์ในโครงการ BIM มากกว่า 5 ปี จะสามารถก้าวผ่านรูปแบบการทำงานร่วมกันนี้และพัฒนาโครงการ BIM จากปัญหาที่เกิดขึ้นไปสู่รูปแบบที่ดีขึ้นได้ โดยข้อกำหนดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ของรูปแบบที่ 2 คือ

ตารางที่ 4.5 ข้อกำหนดรูปแบบที่ 2 centralized BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
1	ทัศนคติและพฤติกรรม	ก่อนการก่อสร้าง	● เจ้าของโครงการต้องการใช้ BIM ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายใช้ BIM ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเข้าใจและยอมรับว่า BIM สามารถสร้างประโยชน์ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการยอมรับข้อตกลงและขั้นตอนการสื่อสารที่มีรายละเอียดในแผนปฏิบัติการร่วมกัน
2	ประเด็นข้อสัญญา	ก่อนการก่อสร้าง	● สัญญาระบุข้อกำหนดในการส่งมอบแบบจำลอง BIM เช่น ผู้ออกแบบต้องส่งแบบจำลอง BIM หรือผู้รับจ้างก่อสร้างต้องส่งแบบจำลอง as built BIM ● สัญญากำหนดกระบวนการประสานการทำงานและกระบวนการติดต่อสื่อสารตั้งแต่เริ่มโครงการ
3	การสื่อสาร	ก่อนการก่อสร้าง	● ใช้อีเมลหรือแอปพลิเคชันในการส่งต่อข้อมูล ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น server หรือ cloud
4	การจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ก่อนการก่อสร้าง	● ตั้งค่าเว็บไซต์แลกเปลี่ยนไฟล์หรือซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันอื่น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อการแชร์ไฟล์ ● การวางแผนการตรวจสอบและการแก้ปัญหาแบบจำลองขั้นตอนการแก้ไข ● ผู้ออกแบบนำส่ง model file และข้อมูลตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ในสัญญา
5	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM	ก่อนการก่อสร้าง	● แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันด้วย BIM standard ในระหว่างการทำงานให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายรับทราบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.3 รูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration)

จากการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์จากกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบการทำงานร่วมกันนี้เป็นรูปแบบที่ก้าวหน้าที่สุดที่พบจากการสัมภาษณ์องค์กรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด 9 องค์กรที่มีประสบการณ์การทำงานในโครงการ BIM คือรูปแบบที่เจ้าของโครงการต้องการให้ใช้ BIM เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 2 แต่มุมมองของทุกฝ่ายมีความเต็มใจที่จะร่วมมือและสนับสนุนวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของเจ้าของโครงการ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ อีกทั้งทุกฝ่ายเต็มใจและมีความเชื่อใจซึ่งกันและกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและแบ่งปันข้อมูลตลอดโครงการ ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานกับผู้ออกแบบเพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขก่อนการก่อสร้างจริง ข้อกำหนดในสัญญาถูกระบุให้ชัดเจนในแต่ละรายละเอียดไม่ว่าจะเป็น BEP, มาตรฐานในการทำงานร่วมกัน มาตรฐานในการประชุม การจัดการข้อมูลที่ใช้ร่วมกัน ความรับผิดชอบของแต่ละองค์กรในการแก้ไขข้อขัดแย้งในแบบจำลอง แนวทางการทำงานร่วมกันในการใช้ BIM ถูกระบุอยู่ในนโยบายและกลยุทธ์ มีการกำหนดวิธีการสื่อสารร่วมกันที่ครอบคลุม ชัดเจน รวมถึงวิธีการจัดการกับปัญหาที่จะเกิดขึ้น ทำให้การสื่อสารในการทำงานร่วมกันมีการเข้าใจตรงกัน มีการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสามารถตรวจสอบเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ข้อกำหนดการฝึกอบรมได้รับการจัดการให้เป็นไปวัตถุประสงค์ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM วางแผนและจัดทำแผนปฏิบัติ ข้อกำหนด รูปแบบการสื่อสาร รายละเอียดการประชุม การตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบจำลอง สนับสนุนในการจัดการและประสานการทำงานทางเทคนิคกับผู้ร่วมงานทุกฝ่ายให้เป็นไปตามมาตรฐานของโครงการ สามารถประสานงานกับผู้ออกแบบในการปรับแก้ไขเนื้อหางาน อัปเดต เชื่อมโยงและรวมไฟล์จากฝ่ายต่าง ๆ เพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ ดังที่ได้นำเสนอในตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.6 แต่ละข้อกำหนดในแต่ละปัจจัยมีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นจากรูปแบบที่ 2 เพื่อให้ครอบคลุมในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจนขึ้น

จากการวิเคราะห์โครงการของเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก พบว่ารูปแบบนี้ถูกพบในโครงการที่เจ้าของโครงการมีประสบการณ์ในโครงการ BIM มากกว่า 5 ปี เพราะเจ้าของโครงการมีประสบการณ์ในการเรียนรู้และพัฒนาองค์ความรู้ในโครงการอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันเจ้าของโครงการได้บังคับให้ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักที่จะมาทำงานร่วมกันใช้ BIM ในเกือบทุกโครงการ โดยจะเป็นที่ปรึกษาให้กับผู้ร่วมงานที่ไม่มีประสบการณ์ในโครงการ BIM รวมถึงมีการวางแผนการจัดการปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการก่อสร้างร่วมกันก่อนเริ่มโครงการ โดยในโครงการจะมีผู้จัดการและผู้สานงาน BIM ที่สามารถรวมทุกฝ่ายให้สามารถทำงานร่วมกันได้ดี ในบางโครงการที่ศึกษา ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างมีความรู้และประสบการณ์มากกว่า 5 ปี แต่เจ้าของโครงการมี

ความสามารถและประสบการณ์การใช้งาน BIM น้อยจึงไม่ได้ระบุข้อกำหนดแผนปฏิบัติการ BEP มาตรฐานการทำงานร่วมกัน การติดต่อสื่อสารในสัญญา ทำให้ไม่สามารถพัฒนาการทำงานร่วมกันมาสู่รูปแบบนี้ได้ จึงเป็นเพียงรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ (รูปแบบที่ 2) ดังนั้นเจ้าของโครงการจึงมีส่วนสำคัญในการพัฒนารูปแบบการทำงานร่วมกันของโครงการ BIM เพราะเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการจัดการ รวมถึงการนำเทคโนโลยีสำคัญมาช่วยในการทำงานร่วมกัน โดยข้อกำหนดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ของรูปแบบที่ 3 คือ

ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดรูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
1	ทัศนคติและพฤติกรรม	ก่อนการก่อสร้าง	• เจ้าของโครงการต้องการใช้ BIM • ผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่ายใช้ BIM • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเข้าใจและยอมรับว่า BIM สามารถสร้างประโยชน์ • ผู้มีส่วนได้เสียยอมรับข้อตกลง และขั้นตอนการสื่อสารที่มีรายละเอียดในแผนปฏิบัติการร่วมกัน • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการเต็มใจที่จะร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการสนับสนุนวิธีการทำงานสอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของโครงการ • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการเต็มใจที่จะแบ่งปันข้อมูลตลอดระยะเวลาของโครงการ • ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานระหว่างผู้ออกแบบในการทำ แบบจำลอง เพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ
2	ประเด็นข้อสัญญา	ก่อนการก่อสร้าง	• สัญญาระบุรูปแบบในการส่งมอบแบบจำลอง BIM เช่น ผู้ออกแบบต้องส่งแบบจำลอง BIM หรือ ผู้รับจ้างก่อสร้างต้องส่งแบบจำลอง as built BIM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
2	ประเด็นข้อสัญญา	ก่อนการก่อสร้าง	• สัญญากำหนดกระบวนการประสานการทำงานและกระบวนการติดต่อสื่อสารตั้งแต่เริ่มโครงการ • สัญญากำหนดรูปแบบการส่งต่อข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล • สัญญาระบุรายละเอียดของ project BIM execution plan (BEP) ครบถ้วนและถูกต้องตามมาตรฐาน • ผู้สัญญากำหนดการวางแผนการจัดการและการแก้ไขปัญหาเอกสาร (การตั้งชื่อ โครงสร้างโฟลเดอร์ การอนุญาตการเข้าถึง การดูแลรักษา การแจ้งเตือน) • สัญญากำหนดมาตรฐานการประชุมโครงการ
3	การสื่อสาร	ก่อนการก่อสร้าง	• ใช้อีเมลหรือแอปพลิเคชันในการส่งต่อข้อมูล • โครงการมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น server หรือ cloud • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกำหนดวิธีการใช้งาน การ share file และการส่ง model file ในแต่ละหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง บน server หรือ cloud
4	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ก่อนการก่อสร้าง	• ตั้งค่าเว็บไซต์แลกเปลี่ยนไฟล์หรือซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันอื่น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อการแชร์ไฟล์ • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีการวางแผน การจัดการ และการแก้ปัญหาด้าน software version, operation system รวมไปถึง software format ที่จะใช้ • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการระบบและการแก้ปัญหาด้าน computer (hardware) ก่อนก่อสร้าง • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้าน อินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ upload แบบจำลองหรือไฟล์ที่มีขนาดใหญ่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
4	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ก่อนการก่อสร้าง	● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาในการส่งต่อแบบจำลองไปยังไฟล์ IFC ได้ ● ผู้มีส่วนได้เสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหากับข้อมูลที่อยู่ใน แบบจำลอง เพื่อนำออกมาแสดงผล ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการกำหนดการอบรมเข้าไว้ในกลยุทธ์หรือเป้าหมายของโครงการ รวมถึงวิธีการจัดการ เพื่อพัฒนาและเพิ่มพูนความรู้ให้กับบุคลากร
		ระหว่างการก่อสร้าง	● การวางแผนการตรวจสอบและการแก้ปัญหาแบบจำลองขั้นตอนการแก้ไข ● ผู้ออกแบบนำส่ง model file และข้อมูลตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ในสัญญา ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการบริหารจัดการข้อมูล CAD/BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกและทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบข้อมูล
5	ผู้จัดการ BIM และประสานงาน	ก่อนการก่อสร้าง	● แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันด้วย BIM standard ในระหว่างการทำงานให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายรับทราบ ● จัดประชุม coordinate meeting กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและตรวจสอบข้อมูล รวมถึงการแก้ปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการทำงานร่วมกันในโครงการ ● สนับสนุนในการจัดการและประสานการทำงานทางเทคนิคกับผู้ร่วมงานทุกฝ่ายด้วยมาตรฐานตามความต้องการของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
5	ผู้จัดการ BIM และประสานงาน	ก่อนการก่อสร้าง	● ประสานกับผู้ออกแบบในการปรับเปลี่ยนแก้ไขเนื้องานให้สามารถทำงานตามแผน ● วางแผนการตรวจสอบข้อขัดแย้งของ แบบจำลอง และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้
		ระหว่างการก่อสร้าง	● อัพเดท เชื่อมโยงและรวมไฟล์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ

4.3.4 รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration)

รูปแบบการทำงานร่วมกันนี้เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากรูปแบบที่ 3 ในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นมุมมองและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนที่ต้องร่วมมือกันเสนอวิธีการทำงานร่วมกันใน BEP ให้ถูกต้อง ครอบคลุม ชัดเจนในทุกด้านเป็นไปตามมาตรฐาน อีกทั้งทุกฝ่ายในโครงการต้องตระหนักในบทบาทหน้าที่และปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ได้ระบุในสัญญาในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน และเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลองในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไขต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการก่อนเสมอ ข้อประเด็นสัญญาระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ขอบเขตอำนาจหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนทำงานของผู้มีส่วนได้ส่วน ระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลในแบบจำลองรายละเอียดและเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อควรคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อให้การทำงานร่วมกันเกิดความชัดเจนและเป็นระบบมากที่สุด ข้อตกลงในการติดต่อสื่อสารแบบเรียลไทม์ สิ่งที่ควรตระหนักในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM จะถูกระบุไว้ในข้อกำหนดก่อนเริ่มทำงาน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการทำงานร่วมกันในอนาคต รูปแบบนี้จึงมีเงื่อนไขในการทำงานร่วมกันมากขึ้นเพื่อสามารถนำมาวางแผน ปรับปรุงพัฒนาในโครงการต่อไปได้ ข้อกำหนดและความเสี่ยงในประเด็นสัญญาจึงถูกทบทวนและปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องอย่างต่อเนื่อง รูปแบบสัญญาถูกพัฒนาในทุกโครงการเพื่อให้บรรลุแนวปฏิบัติ รูปแบบการสื่อสารมีการทบทวนอย่างต่อเนื่องในการสร้างข้อกำหนดและข้อตกลงในการสื่อสารกับผู้ร่วมงานในโครงการทั้งหมดและถูกปรับปรุงและแก้ไขอย่างเหมาะสม รูปแบบนี้มีการวางแผนการจัดการและแก้ไขปัญหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้างแบบจำลองแบบเรียลไทม์ การวางแผนการจัดการด้านความปลอดภัยของข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการบันทึกสำเนาของการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมด เพื่อความปลอดภัยและการอ้างอิงในอนาคต เทคโนโลยีที่มีอยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ได้รับการทดสอบ ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกัน การอัปเดตหรือแก้ไขสามารถแจ้งเตือนให้ล่วงรู้ได้ทันที การจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์เป็นระบบที่มีรูปแบบชัดเจน รวมถึงการฝึกสอนได้รับการปรับ แก้ไขให้เหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอในระหว่างโครงการ ไปสู่การทำงานต่อเนื่องในอนาคตได้ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ประเมินคุณสมบัติและประสบการณ์ในการทำงานของผู้ที่จะมาร่วมงานตั้งแต่ต้น เพื่อวางแผนและพัฒนาแผนปฏิบัติงานข้อกำหนด รายละเอียดต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นบรรทัดฐานให้กับโครงการอื่น

ในโครงการ BIM ที่ศึกษาทั้งหมดไม่พบรูปแบบนี้ แต่เป็นรูปแบบที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานต่าง ๆ ทั้งไทยและต่างประเทศ และการสัมภาษณ์สิ่งที่คาดหวังจากเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก จากการศึกษาโครงการจาก 9 องค์กรพบว่าฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการไม่สามารถร่วมใจกันในการพัฒนาโครงการ BIM ในทุกด้านอย่างต่อเนื่อง เพราะการวางแผนการจัดการอย่างเป็นระบบในทุกด้านนั้นต้องใช้ทรัพยากร เช่น ต้นทุนและบุคลากรที่มีความสามารถสูง อีกทั้งเทคโนโลยีในปัจจุบันยังไม่เอื้ออำนวยให้ผู้ออกแบบจากฝ่ายต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสถาปนิกและวิศวกรสร้างแบบจำลองกลางพร้อมกันแบบเรียลไทม์ได้ เจ้าของโครงการจึงไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดในรูปแบบนี้ได้ ถึงแม้ปัจจุบันองค์กรผู้ออกแบบและที่ปรึกษาพยายามทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลองกลางแบบเรียลไทม์ แต่ยังประสบปัญหามากมาย ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและซอฟท์แวร์ที่ไม่เสถียรทำให้ไม่สามารถทำและแก้ไขแบบจำลองพร้อมกันแบบเรียลไทม์ได้ อีกทั้งผู้รับจ้างก่อสร้างไม่มีความเชื่อใจในผู้ออกแบบ จึงไม่ใช้แบบจำลอง BIM ของผู้ออกแบบแต่จะสร้างแบบจำลองเองโดยใช้ข้อมูลในแบบจำลองของผู้ออกแบบเท่านั้น รูปแบบการทำงานร่วมกันนี้ระบุข้อกำหนดในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อให้การทำงานร่วมกันในอนาคตประสบความสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ คือ

ตารางที่ 4.7 ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
1	ทัศนคติและพฤติกรรม	ก่อนการก่อสร้าง	• เจ้าของโครงการต้องการใช้ BIM • ผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่ายใช้ BIM • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเข้าใจและยอมรับว่า BIM สามารถสร้างประโยชน์ • ผู้มีส่วนได้เสียยอมรับข้อตกลง และขั้นตอนการสื่อสารที่มีรายละเอียดในแผนปฏิบัติการร่วมกัน

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
1	ทัศนคติและพฤติกรรม	ก่อนการก่อสร้าง	● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการเต็มใจที่จะร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการสนับสนุนวิธีการทำงานสอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของโครงการ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการเต็มใจที่จะแบ่งปันข้อมูลตลอดระยะเวลาของโครงการ ● ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานระหว่างผู้ออกแบบในการทำ แบบจำลอง เพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ ● ผู้มีส่วนได้เสียร่วมมือกันเสนอวิธีการทำงานร่วมกันเพื่อระบุใน BEP ให้ถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ● ผู้มีส่วนได้เสียตระหนักและปฏิบัติตามหน้าที่และบทบาทของตัวเองในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน ● ผู้มีส่วนได้เสียเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลอง BIM ในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไข ต้องได้รับอนุญาตก่อน
2	ประเด็นข้อสัญญา	ก่อนการก่อสร้าง	● สัญญาระบุข้อกำหนดในการส่งมอบแบบจำลอง BIM เช่น ผู้ออกแบบต้องส่งแบบจำลอง BIM หรือ ผู้รับจ้างก่อสร้างต้องส่งแบบจำลอง as built BIM ● สัญญากำหนดกระบวนการประสานการทำงานตั้งแต่เริ่มโครงการและกระบวนการติดต่อสื่อสาร ● สัญญากำหนดรูปแบบการส่งต่อข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล ● สัญญาระบุรายละเอียดของ project BIM execution plan (BEP) ครบถ้วนและถูกต้องตามมาตรฐาน ● ผู้สัญญากำหนดการวางแผนการจัดการและการแก้ไขปัญหาเอกสาร (การตั้งชื่อ โครงสร้างโฟลเดอร์ การ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
2	ประเด็นข้อสัญญา	ก่อนการก่อสร้าง	● อนุญาตการเข้าถึง การดูแลรักษา การแจ้งเตือน) ● สัญญากำหนดมาตรฐานการประชุมโครงการ ● สัญญากำหนดบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ขอบเขตอำนาจหน้าที่ แต่ละขั้นตอนการทำงานและความเป็นเจ้าของของแบบจำลอง BIM ● สัญญาระบุระดับขั้นความละเอียดของข้อมูล (LOD) และข้อมูลต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ใน BEP ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลอง BIM ในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไข ต้องได้รับอนุญาตก่อน ● สัญญาระบุข้อคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรม ข้อจำกัดของโปรแกรมและฮาร์ดแวร์ ● สัญญาระบุรายละเอียดและเอกสารของกระบวนการสำหรับการดำเนินการ BIM ตลอดโครงการ
3	การสื่อสาร	ก่อนการก่อสร้าง	● ใช้อีเมลหรือแอปพลิเคชันในการส่งต่อข้อมูล ● โครงการมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น server หรือ cloud ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกำหนดวิธีการใช้งาน การ share file และการส่ง model file ในแต่ละหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง บน server หรือ cloud ● ข้อตกลงในการสื่อสารแบบเรียลไทม์กับผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการ ● ผู้มีส่วนได้เสียบันทึกสำเนาของการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมด
		ระหว่างการก่อสร้าง	● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนและจัดการเอกสาร (โครงสร้างโฟลเดอร์ไฟล์ การอนุญาตการเข้าถึงการดูแลรักษา การแจ้งเตือน และการตั้งชื่อไฟล์) รวมไปถึงสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียแจ้งล่วงหน้าเมื่อค้นพบข้อผิดพลาดเพื่อแก้ไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
4	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์รวมถึงการอบรม	ก่อนการก่อสร้าง	● ตั้งค่าเว็บไซต์แลกเปลี่ยนไฟล์หรือซอฟต์แวร์การทำงานร่วมกันอื่น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อการแชร์ไฟล์ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีการวางแผน การจัดการและการแก้ปัญหาด้าน software version, operation system รวมไปถึง software format ที่จะใช้ในโครงการ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการระบบและการแก้ปัญหาด้าน computer (hardware)ก่อนก่อสร้าง ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ upload แบบจำลองหรือไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาในการส่งต่อแบบจำลองไปยังไฟล์ IFC ได้ ● ผู้มีส่วนได้เสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหากับข้อมูลที่อยู่ใน แบบจำลอง เพื่อนำออกมาแสดงผล ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการกำหนดการอบรมเข้าไว้ในกลยุทธ์หรือเป้าหมายของโครงการ รวมถึงวิธีการจัดการ เพื่อพัฒนาและเพิ่มพูนความรู้ให้กับบุคลากร ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแนวทางการจัดการและการแก้ปัญหาในการควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันความสับสนการใช้งาน เช่น การบันทึก การย้ายตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ การใช้ชื่อซ้ำ ● การวางแผนการจัดการและแก้ไขปัญหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้างแบบจำลองแบบเรียลไทม์ ● ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการจัดการและการแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยของข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
4	การจัดกาทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ระหว่างการก่อสร้าง	• การวางแผนการตรวจสอบและการแก้ปัญหาแบบจำลองขั้นตอนการแก้ไข • ผู้ออกแบบนำส่ง model file และข้อมูลตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ในสัญญา • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียวางแผนการบริหารจัดการข้อมูล CAD/BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกและทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบข้อมูล • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจัดการการติดตามและจัดทำเอกสารการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่องานสร้างแบบจำลองถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ และพัฒนาในระหว่างขั้นตอนโครงการ • ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียปรับและพัฒนารูปแบบการอบรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอในระหว่างโครงการไปสู่การทำงานต่อเนื่องในอนาคตได้
5	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM		• แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันด้วย BIM standard ในระหว่างการทำงานให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายรับทราบ • จัดประชุม coordinate meeting กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและตรวจสอบข้อมูล รวมถึงการแก้ปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการทำงานร่วมกันในโครงการ • สนับสนุนในการจัดการและประสานการทำงานทางเทคนิคกับผู้ร่วมงานทุกฝ่ายด้วยมาตรฐานตามความต้องการของโครงการ • ประเมินคุณสมบัติและประสบการณ์ในการทำงานประสานงานการใช้ BIM ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อให้สามารถบรรลุตามจุดประสงค์ของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อกำหนดรูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ลำดับ	ปัจจัย	ช่วงการก่อสร้าง	รายละเอียด
5	ผู้จัดการ BIMและผู้ประสานงาน BIM	ก่อนการก่อสร้าง	● ประสานกับผู้ออกแบบในการปรับเปลี่ยนแก้ไขเนื้องานให้สามารถทำงานตามแผน ● วางแผนการตรวจสอบข้อขัดแย้งของ แบบจำลองและสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้
		ระหว่างการก่อสร้าง	● อัพเดท เชื่อมโยงและรวมไฟล์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ ● ผู้ประสานงาน BIM ประสานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งต่อข้อมูล BIM ที่ถูกต้อง และจัดเตรียมข้อมูลประกอบการส่งงานรวมทั้งข้อมูลอาคาร ● ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM บันทึกข้อมูลทั้งหมดอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน

4.4 ข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ พบว่าในแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันมีข้อดีข้อเสียในแต่ละด้านในการบริหารจัดการโครงการที่แตกต่างกัน โดยจะมุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่เป็นหัวใจหลักของการบริหารจัดการโครงการ BIM คือ

(1) ด้านต้นทุนของโครงการ (cost)

ต้นทุนโครงการประกอบไปด้วย ค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายทางอ้อม รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในแต่ละรูปแบบสามารถช่วยลดหรือเพิ่มต้นทุนรวมของโครงการอย่างไร

(2) ด้านเวลาของโครงการ (time)

เวลาในการส่งมอบต้องเป็นไปตามข้อประเด็นสัญญา ซึ่งผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่ายตกลงกันก่อนเริ่มโครงการ

(3) ด้านคุณภาพของโครงการ (quality)

คุณภาพของโครงการ BIM หมายถึงการส่งมอบผลงานต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ มีลักษณะตรงตามแบบจำลองและมีความมั่นคง แข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐานเพื่อบรรลุความต้องการของเจ้าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันของเจ้าของโครงการ เจ้าของโครงการจะต้องวิเคราะห์และวางแผนว่าควรออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ของตนเองอย่างไร ซึ่งจะกล่าวถึงแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในบทต่อไป

4.4.1 ด้านต้นทุนของโครงการ (cost)

ส่วนใหญ่ของต้นทุนรวมโครงการ BIM คล้ายกับโครงการก่อสร้างทั่วไป แต่จะแตกต่างกันที่ต้นทุนของซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการฝึกสอน ในการใช้ BIM รวมถึงเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยไม่ว่าจะเป็น VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality) และการใช้ Drone หรือ UAV (Unmanned Aerial Vehicles) ที่เพิ่มขึ้นมาในโครงการ BIM

- รูปแบบที่ 1 niche BIM collaboration

ต้นทุนรวมของโครงการสำหรับเจ้าของโครงการยังคงเท่ากับรูปแบบที่ไม่ใช้ BIM เพราะเจ้าของโครงการไม่ต้องการให้ส่งมอบ BIM แต่จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมที่ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างที่ต้องการทำแบบจำลอง BIM ภายในองค์กรของตนจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเอง แต่หากผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างบางรายมีความชำนาญอยู่แล้ว ก็จะทำให้สามารถควบคุมต้นทุนของผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างที่ใช้ BIM จากการตรวจสอบการชนกันของแบบจำลองสถาปัตย์ โครงสร้างและงานระบบ MEP

- รูปแบบที่ 2 centralized BIM collaboration

ต้นทุนรวมของโครงการสำหรับเจ้าของโครงการมากกว่ารูปแบบที่ 1 เพราะว่าผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างทุกฝ่ายต้องส่งมอบแบบจำลอง BIM จึงมีต้นทุนในด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การฝึกสอน รวมถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้นทุนของงานออกแบบและงานก่อสร้างเพิ่มขึ้นด้วย และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีประสบการณ์ ความสามารถในการใช้งาน BIM น้อย จะทำให้มีต้นทุนในด้านการว่าจ้างที่ปรึกษาด้วย

- รูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

ต้นทุนรวมของโครงการน้อยกว่ารูปแบบที่ 2 เพราะผู้ร่วมงานทุกฝ่ายมีประสบการณ์ในโครงการ BIM จึงสามารถวางแผนการจัดการการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบได้ก่อนเริ่มงาน และร่วมมือกันสร้าง BEP ทำให้การทำงานร่วมกันเป็นมาตรฐานเดียวกัน มีผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ที่วางแผนการจัดการในการทำงานร่วมกัน จึงควบคุมค่าใช้จ่ายให้เป็นไปตามที่ประมาณราคา ลดต้นทุนจากการทำงานที่ซ้ำซ้อน ผิดพลาด และต้นทุนที่เกิดจากปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้างจริงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- รูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

ในช่วงแรกรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ต้นทุนรวมของโครงการมากที่สุด เพราะมีต้นทุนจากซอฟท์แวร์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลางที่มีความเสถียรสูงในการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ฮาร์ดแวร์ที่มีความจุสูงในการรองรับซอฟท์แวร์ เครือข่ายอินเตอร์เน็ต เทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยในการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ และการบันทึกเอกสารที่จำเป็นสำหรับการนำไปพัฒนาต่อในโครงการต่อไป รวมถึงการจัดการด้านการฝึกสอนเพื่อให้ทุกฝ่ายสามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบและมีมาตรฐานเดียวกัน แต่หากผู้มีส่วนได้เสียปฏิบัติตามข้อกำหนดในรูปแบบนี้ต่อไป จะทำให้ต้นทุนรวมของโครงการลดลง เพราะต้นทุนที่เกิดจากซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และเทคโนโลยีเป็นต้นทุนที่จ่ายในครั้งแรกของการซื้อเท่านั้น สามารถใช้หมุนเวียนในโครงการต่อ ๆ ไปได้ การทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์จะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความซ้ำซ้อนของงานและความผิดพลาดจากการทำงานร่วมกันทำให้การทำงานร่วมกันมีความรวดเร็ว แม่นยำมากยิ่งขึ้น

4.4.2 ด้านเวลาของโครงการ (time)

เวลารวมของโครงการที่ใช้ BIM น้อยกว่าโครงการที่ไม่ใช้ BIM แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะความซับซ้อนของโครงการในการสร้างแบบจำลอง ประสบการณ์และความสามารถของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วย

- รูปแบบที่ 1 niche BIM collaboration

เวลารวมของโครงการน้อยกว่ารูปแบบที่ไม่ใช้ BIM เล็กน้อย ถึงแม้เจ้าของโครงการไม่ต้องการใช้ BIM แต่ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างได้ใช้ในองค์กรตนเอง เพื่อตรวจสอบการชนกันของแบบจำลองสถาปัตย์ โครงสร้าง และ MEP จึงสามารถลดความผิดพลาดจากแบบก่อนก่อสร้างจริง ดังนั้นกระบวนการทำงานหรือการส่งมอบงานจึงใช้เวลาน้อยกว่ารูปแบบที่ไม่ใช้ BIM แต่ในรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบนี้ทำให้ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างมีการทำงานซ้ำซ้อนในการเปลี่ยนข้อมูลและแบบจำลอง BIM เป็นแบบสองมิติ เพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ

- รูปแบบที่ 2 centralized BIM collaboration

เวลารวมโครงการน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 เพราะเจ้าของโครงการต้องการให้ส่งมอบแบบจำลอง BIM ซึ่งการนำ BIM มาใช้งานจะทำให้เจ้าของโครงการและฝ่ายต่าง ๆ มองเห็นภาพเดียวกันและเข้าใจตรงกัน จึงช่วยลดกระบวนการในการทำงานร่วมกันได้ การตรวจสอบการชนกันของแบบจำลองสถาปัตย์ โครงสร้าง และ MEP สามารถลดความผิดพลาดและการทำงานซ้ำซ้อนในการก่อสร้างจริงได้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- รูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

เวลารวมของโครงการน้อยกว่ารูปแบบที่ 2 เพราะว่าผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักมีความสามารถและประสบการณ์ในโครงการ BIM มาแล้ว จึงทำให้สามารถวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น ระบุรายละเอียดที่ควรกำหนดในข้อสัญญา และมีผู้ประสานงาน BIM ที่มีประสบการณ์ก่อนการเริ่มงาน ทำให้สามารถประสานความร่วมมือ มีความเข้าใจตรงกันตั้งแต่ก่อนเริ่มงาน จะสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

- รูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

เป็นรูปแบบที่หากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถประสานความร่วมมือกันได้จะทำให้เวลาโครงการน้อยที่สุดเพราะเป็นรูปแบบที่ทุกอย่างมีแบบแผนการจัดการอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยข้อมูลของโครงการในอดีต มีมาตรฐานที่ชัดเจน คลอบคลุมในทุกด้าน รวมถึงมีเทคโนโลยีที่สามารถทำให้ผู้รับรู้ทุกอย่างที่เกิดขึ้นในโครงการได้ทันทีแบบเรียลไทม์ จึงทำให้ลดการทำงานซ้ำซ้อนได้มากที่สุด ทำให้เวลารวมของโครงการน้อยที่สุดใน 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

4.4.3 ด้านคุณภาพของโครงการ (quality)

การบริหารจัดการคุณภาพของโครงการ เป็นการจัดการงานให้งานก่อสร้างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความมั่นคงแข็งแรงตามมาตรฐานและความสวยงามตามแบบจำลอง การดำเนินการตามแผนและข้อกำหนดรวมถึงสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีความปลอดภัยจะทำให้คุณภาพของโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์และความต้องการของเจ้าของโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- รูปแบบที่ 1 niche BIM collaboration

รูปแบบการทำงานร่วมกันนี้ทำให้คุณภาพของโครงการดีกว่ารูปแบบที่ไม่ใช้ BIM เพราะผู้ร่วมงานบางองค์กรได้สร้างแบบจำลอง BIM เพื่อเช็คความผิดพลาดจากแบบภาพวาดเส้นสองมิติ และตรวจสอบการชนกันของแบบจำลองสถาปัตย์ โครงสร้างและ MEP ก่อนการก่อสร้าง จึงทำให้ลดลดความผิดพลาดของงานก่อสร้างจริงได้ก่อนส่งมอบให้เจ้าของโครงการ

- รูปแบบที่ 2 centralized BIM collaboration

คุณภาพของงานทั้งโครงการดีกว่ารูปแบบที่ 1 เพราะทุกฝ่ายในโครงการทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลอง BIM จึงทำให้สามารถมองแบบจำลองสามมิติของทั้งโครงการเป็นภาพเดียวกัน และมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงได้จึงทำให้การสื่อสารเข้าใจตรงกันมากยิ่งขึ้น หากต้องการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสามารถทำได้ก่อนการก่อสร้างจริง อีกทั้งสามารถตรวจสอบความถูกต้อง การชนกัน ของแบบจำลองได้ก่อนสร้างจริง จึงลดความผิดพลาดของ

การทำงานร่วมกันได้ตั้งแต่ก่อนก่อสร้างจนก่อสร้างแล้วเสร็จ เช่น clash detection รวมถึงการนำเทคโนโลยี AR, VR และ Drone เข้ามาช่วยในการติดตามความก้าวหน้าของงานออกแบบและการก่อสร้าง

- รูปแบบที่ 3 cooperative BIM collaboration

คุณภาพโครงการดีกว่ารูปแบบที่ 2 เพราะผู้ทุกฝ่ายมีความร่วมมือในการทำงานร่วมกันเป็นระบบ ทุกฝ่ายในโครงการสร้างข้อกำหนดในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจนมากขึ้นให้เป็นไปตามมาตรฐาน ดังนั้นผู้มีส่วนได้เสียจึงมีการวางแผนการจัดการด้านต่าง ๆ เพื่อให้สามารถควบคุมคุณภาพของโครงการ จึงลดข้อผิดพลาดการทำงานและสามารถจัดการและแก้ไขปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการได้ตั้งแต่ก่อนเริ่มงาน รวมถึงการติดตามความก้าวหน้าของงานออกแบบและการก่อสร้างดีกว่ารูปแบบที่ 2 เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ประเด็นข้อสัญญาระบุการติดตามความก้าวหน้าของทุกฝ่ายและมีการวางแผนการจัดการด้านการติดตามงานในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางอย่างเป็นระบบทำให้ผู้ที่ทำงานร่วมกันทุกฝ่ายในโครงการสามารถประสานงานในการติดตามความก้าวหน้าของงานออกแบบและก่อสร้างได้ง่ายขึ้น

- รูปแบบที่ 4 full BIM collaboration

รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ทำให้คุณภาพโครงการดีที่สุดใน 4 รูปแบบ เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ถูกพัฒนามาจากรูปแบบที่ 3 อย่างต่อเนื่อง ทุกฝ่ายทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์จึงสามารถรับรู้ทุกปัญหาและสามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว เอกสารทุกอย่างสามารถตรวจสอบและแก้ไขได้อย่างทันที ผู้ประสานงานมีประสบการณ์และความชำนาญสูงในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM จึงสามารถประเมินและคัดเลือกผู้ที่จะมาทำงานด้วยกันเพื่อให้สามารถประสานความร่วมมือกันได้อย่างดี อีกทั้งมีการวางแผนการจัดการกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้โดยใช้ผลการทำงานและปัญหาจากโครงการก่อนหน้า การสื่อสารมีประสิทธิภาพสูงสุดเพราะมีการเชื่อมต่อกันแบบเรียลไทม์ ฝ่ายต่าง ๆ สามารถรับรู้ทุกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีการแจ้งเตือนการอัปเดต แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงทันทีทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบและทบทวนดีที่สุด เนื่องจากผู้จัดการ BIM ผู้ประสานงาน BIM และทุกฝ่ายวางแผนการจัดการข้อมูลในการเก็บรักษาข้อมูล BIM ไว้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลาง ข้อมูลทุกอย่างในแบบจำลองถูกบันทึก รักษา และมีการสร้างไฟล์ที่เป็นระบบมีมาตรฐานในการเข้าถึงเพื่อความปลอดภัย มีการวางแผนและวิธีการจัดการไว้ล่วงหน้าทำให้ทุกเอกสารหรือผลงานสามารถตรวจสอบ แก้ไขย้อนหลังได้ง่ายกว่ารูปแบบอื่น ๆ สามารถนำไปพัฒนาต่อเนื่องในโครงการถัดไปได้ ทำให้คุณภาพโครงการเป็นไปดังที่ได้วางแผน จึงลดการทำงานผิดพลาดและซ้ำซ้อนได้มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8 สรุปองค์ประกอบที่จำเป็นในการนำไปประเมินรูปแบบการทำงานร่วมกัน

คุณลักษณะสำคัญ	niche BIM collaboration	centralized BIM collaboration	cooperative BIM collaboration	full BIM collaboration
ต้นทุนโครงการ	$	$$$	$$	$$$$
เวลาโครงการ	🕐🕐🕐🕐	🕐🕐🕐	🕐🕐	🕐
คุณภาพโครงการ	★	★★	★★★	★★★★★

คำอธิบายสัญลักษณ์

$ = ต้นทุน ($ หมายถึงต้นทุนน้อยที่สุด - $$$$ หมายถึงต้นทุนมากที่สุด)

🕐 = เวลา (🕐 หมายถึงเวลาน้อยที่สุด - 🕐🕐🕐🕐 หมายถึงเวลามากที่สุด)

★ = คุณภาพของโครงการ (★ หมายถึงคุณภาพน้อยที่สุด - ★★★★ หมายถึงคุณภาพดีที่สุด)

4.5 บทสรุป

บทนี้นำเสนอประเด็นสำคัญในการวิเคราะห์รูปแบบและสรุปแนวคิดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (qualitative analysis) จากบทสัมภาษณ์ขององค์กรเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักเป็นจำนวนทั้งหมด 9 องค์กร จึงแบ่งรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ออกเป็น 4 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 รูปแบบการทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม (niche BIM collaboration), รูปแบบที่ 2 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ (centralized BIM collaboration), รูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration), รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) โดยอาศัย 5 ปัจจัยที่สำคัญในการบริหารจัดการรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ได้แก่ ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ , ประเด็นข้อสัญญา, การสื่อสาร, การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม, ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM เป็นเกณฑ์ในการจำแนกความแตกต่างของแต่ละรูปแบบ ซึ่งรูปแบบการทำงานร่วมกันที่พบในองค์กรหนึ่งสามารถปรากฏได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่หลากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นความสามารถ ทรัพยากรของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ลักษณะ ขนาดของโครงการ ประสบการณ์การทำงาน ซึ่งแต่ละรูปแบบต่างมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน โดยสามารถจำแนกข้อดีข้อเสียโดยใช้หลักการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริหารจัดการโครงการ คือ (1) ด้านราคาของโครงการ (2) ด้านเวลาของโครงการ และ (3) ด้านคุณภาพของโครงการ เพื่อเป็นตัวช่วยในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ในบทถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
แนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

บทนี้นำเสนอการนำรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่ถูกจำแนกออกเป็น 4 ประเภท เพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่มีอยู่ โดยพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีส่วนในการบริหารจัดการโครงการ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้วางแผนการจัดการการทำงานร่วมกันก่อนเริ่มโครงการ

เนื้อหาในบทนี้ประกอบไปด้วย (1) ขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (2) องค์ประกอบที่จำเป็นในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (3) การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (4) แนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ (5) การตรวจสอบความเหมาะสมของกรอบการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM มาใช้

5.1 ขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

การพัฒนากรอบการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ให้เหมาะสมนี้ได้ประยุกต์จากขั้นตอนในการดำเนินงาน BIM ของมาตรฐาน CIC (2010) ซึ่งได้นำส่วนของขั้นตอนการดำเนินการคือขั้นตอนที่ 1 การระบุเป้าหมาย (goal) และการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ (BIM Uses) และขั้นตอนที่ 4 การระบุแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการในการวางแผนการทำงานร่วมกัน แต่ผู้วิจัยได้เพิ่มในส่วนของขั้นตอนที่ 2 การระบุปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน และขั้นตอนที่ 4 การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ให้เป็นไปตามแนวทางที่เหมาะสม ซึ่งได้จากการวิเคราะห์จากบทสัมภาษณ์ จึงสามารถสรุปขั้นตอนในการออกแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่ได้แสดงในรูปที่ 5.1 ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ ระบุเป้าหมาย (goal) และการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ (BIM Uses)

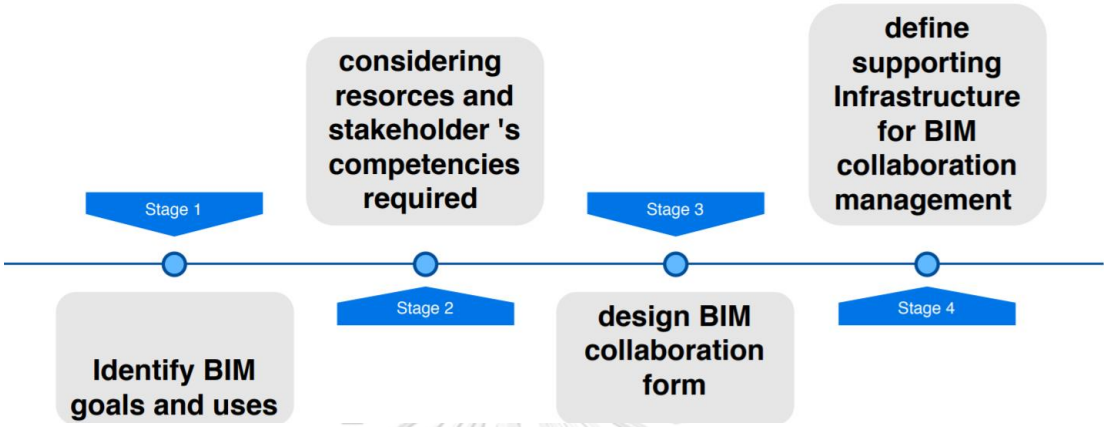
ขั้นตอนที่ 2 คือ พิจารณาปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 คือ ออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมกับเป้าหมาย และการนำ BIM ใช้ประโยชน์

ขั้นตอนที่ 4 คือ ระบุแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันที่สนับสนุนรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งจะประกอบไปโครงสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พื้นฐาน (infrastructure) ต่าง ๆ การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมเป็นตัวช่วยให้เจ้าของโครงการนำไปวางแผนในการบริหารจัดการ โดยขั้นตอนนี้เจ้าของโครงการควรนำไปปรึกษากับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องก่อนจะเริ่มโครงการ



รูปที่ 5.1 กระบวนการการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
(ดัดแปลงมาจาก CIC, 2010)

วัตถุประสงค์ของการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

วัตถุประสงค์ของการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM นี้แตกต่างจากคู่มือวางแผนการใช้ BIM คือจะมุ่งเน้นที่การวางแผนการจัดการการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนนำ BIM มาใช้ในโครงการ โดยออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันให้บรรลุเป้าหมายของโครงการตามความต้องการของเจ้าของโครงการ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก ดังนี้

(1) เพื่อช่วยแนะนำเจ้าของโครงการในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ให้เหมาะสมกับระบบนิเวศน์ที่มีอยู่

(2) เพื่อใช้วางแผนการจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (เสมือนการกำหนดระดับรูปแบบการทำงานร่วมกันในการเริ่มต้น)

ขอบเขตของกรอบการนำรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM มาใช้

เนื่องจากกรอบการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM นี้เหมาะกับเจ้าของโครงการและที่ปรึกษาของเจ้าของโครงการ เพราะเป็นกลุ่มบุคคลที่ทราบข้อมูลภาพรวมและรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการทั้งหมดและเป็นกลุ่มบุคคลที่มีอำนาจในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันและคัดเลือกผู้ร่วมงานที่ช่วยให้การทำงานร่วมกันสามารถบรรลุเป้าหมายของโครงการได้

5.2 องค์ประกอบที่จำเป็นในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการการสังเกตและวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ของผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM พบว่า การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ขึ้นอยู่กับเจ้าของโครงการเป็นหลัก ซึ่งเจ้าของโครงการมีเป้าหมายที่ชัดเจนในการนำ BIM มาใช้งาน การกำหนดวัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ จึงเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินงานในการใช้ BIM ให้สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ เพื่อตอบสนองความต้องการของเจ้าของโครงการ ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายและการนำ BIM มาใช้ประโยชน์จึงเป็นข้อพิจารณาแรกของการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน

5.2.1 การกำหนดเป้าหมายของโครงการ BIM

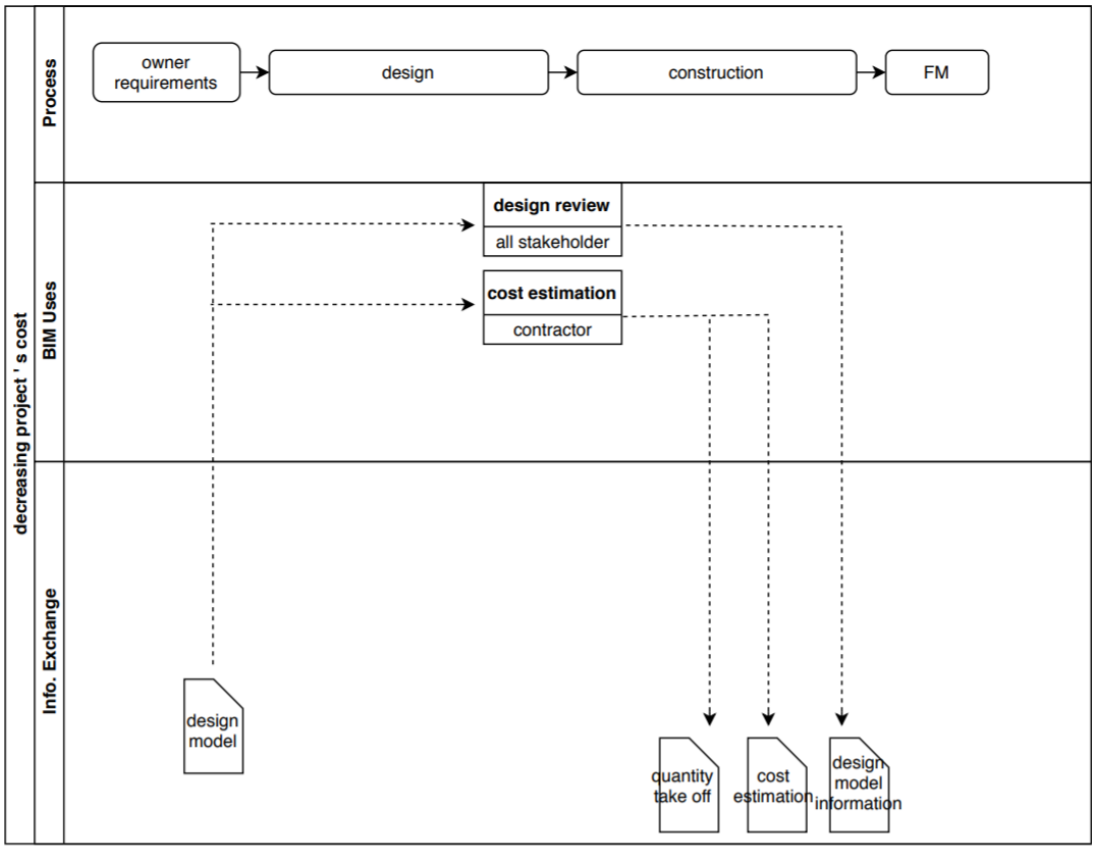
ก่อนระบุการใช้ประโยชน์จาก BIM ควรกำหนดเป้าหมายของโครงการก่อน ซึ่งต้องจำเพาะเจาะจงสำหรับแต่ละโครงการ เพราะแต่ละโครงการต่างมีลักษณะและเป้าหมายที่แตกต่างกัน เป้าหมายที่ระบุต้องสามารถวัดผลความสำเร็จในโครงการได้ เพื่อให้เจ้าของโครงการนำไปปรับปรุงโครงการ โดยการวางแผนการการดำเนินงานและบริหารจัดการด้วย จากการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ พบว่า เจ้าของโครงการที่นำ BIM มาใช้งานส่วนใหญ่เป็นองค์กรพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (developer) ซึ่งเป็นองค์กรที่ต้องการผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีเป้าหมายในการนำ BIM มาใช้งานในด้านการลดต้นทุนและเวลาของโครงการ เพื่อเพิ่มผลกำไรในระยะยาว โดยมองที่ผลตอบแทนเป็นหลัก รวมไปถึงการมุ่งเน้นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการดูแลทรัพย์สินหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ ผู้วิจัยจึงสรุปเป้าหมายของโครงการก่อสร้างอาคารสำหรับเจ้าของโครงการ ประกอบไปด้วย

(1) การลดต้นทุนของโครงการ
(2) การลดเวลาของโครงการ
(3) การเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

5.2.2 การระบุการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ (BIM uses)

หลังจากกำหนดเป้าหมายของโครงการ BIM พบว่าขั้นตอนต่อมาคือการกำหนดทิศทางและกระบวนการดำเนินงาน BIM ให้สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ การใช้ประโยชน์จาก BIM ในโครงการกรณีศึกษาที่ได้จากบทสัมภาษณ์เจ้าของโครงการ พบว่ามีการใช้ประโยชน์จาก BIM ในบาง

กระบวนการเท่านั้น เพราะการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในแต่ละกระบวนการ จะต้องมีผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในด้านนั้นเป็นผู้แนะแนวแนวทางในการดำเนินงาน และมีค่าใช้จ่ายจำนวนมากในด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการฝึกสอน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีซอฟท์แวร์หรือผู้เชี่ยวชาญที่สนับสนุนในการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในบางกระบวนการ ดังนั้นจึงสรุปการใช้ประโยชน์จาก BIM ในโครงการก่อสร้างอาคาร ในตารางที่ 5.1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.2 การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สำหรับเป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

(1) เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

เจ้าของโครงการส่วนใหญ่มีความต้องการในการลดต้นทุนของโครงการ เพื่อให้ได้กำไรและผลตอบแทนจากการลงทุนที่คุ้มค่ามากที่สุด โดยเจ้าของโครงการจะนำ BIM มาใช้ประโยชน์เพื่อตอบสนองเป้าหมายของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.3 คือ

- การประมาณต้นทุน

กระบวนการที่ใช้แบบจำลอง BIM ในการถอดปริมาณ และประมาณต้นทุนทั้งโครงการ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประมาณต้นทุนและลดเวลาในการ

ประมาณราคามากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถช่วยเจ้าของโครงการในการตัดสินใจในการลงทุนและหลีกเลี่ยงจากค่าใช้จ่ายที่มากเกินไป (cost overruns) จากการกระบวนการออกแบบและกิจกรรมที่ไม่จำเป็น ทำให้การประมาณต้นทุนเป็นไปตามที่เจ้าของโครงการกำหนดงบประมาณไว้

- การทบทวนการออกแบบ

  กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง 3 มิติที่แสดงตัวอย่างการออกแบบต่อผู้เกี่ยวข้องในโครงการก่อนการก่อสร้าง เพื่อให้เจ้าของโครงการสามารถตัดสินใจก่อนเริ่มกระบวนการก่อสร้าง และทำให้ง่ายต่อการมองเห็นทางเลือกในการเปลี่ยนแปลงขณะออกแบบ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนที่เกิดจากการทำงานซ้ำซ้อนในการเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง เช่น แผนผังโครงการ วัสดุที่ใช้ แสง สี

(2) เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ

จากการสัมภาษณ์เจ้าของโครงการพบว่าเป้าหมายของการนำ BIM มาใช้รองลงมาจากการลดต้นทุนของโครงการ คือการลดเวลาของโครงการ เนื่องจากเจ้าของโครงการส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้เงินส่วนตัวของตนในการลงทุน แต่เป็นการกู้ยืมจากธนาคาร ซึ่งจะมีดอกเบี้ยที่จะต้องจ่ายตามเวลาของการกู้ยืม การลดเวลาของโครงการเพื่อให้สามารถขายโครงการได้เร็วขึ้น จึงเป็นส่วนหนึ่งของการลดต้นทุนที่เกิดจากดอกเบี้ยกู้ยืม ซึ่งการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการลดเวลาของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ประกอบด้วย

- การทบทวนการออกแบบ

  การทบทวนการออกแบบก่อนการก่อสร้างสามารถช่วยลดเวลาของโครงการได้ เพราะทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างสามารถมองเห็นรูปร่างลักษณะของโครงการจากการออกแบบได้พร้อมกัน จึงช่วยลดเวลาในการแก้ไขและเปลี่ยนแปลงให้ตรงกับความต้องการของเจ้าของโครงการ

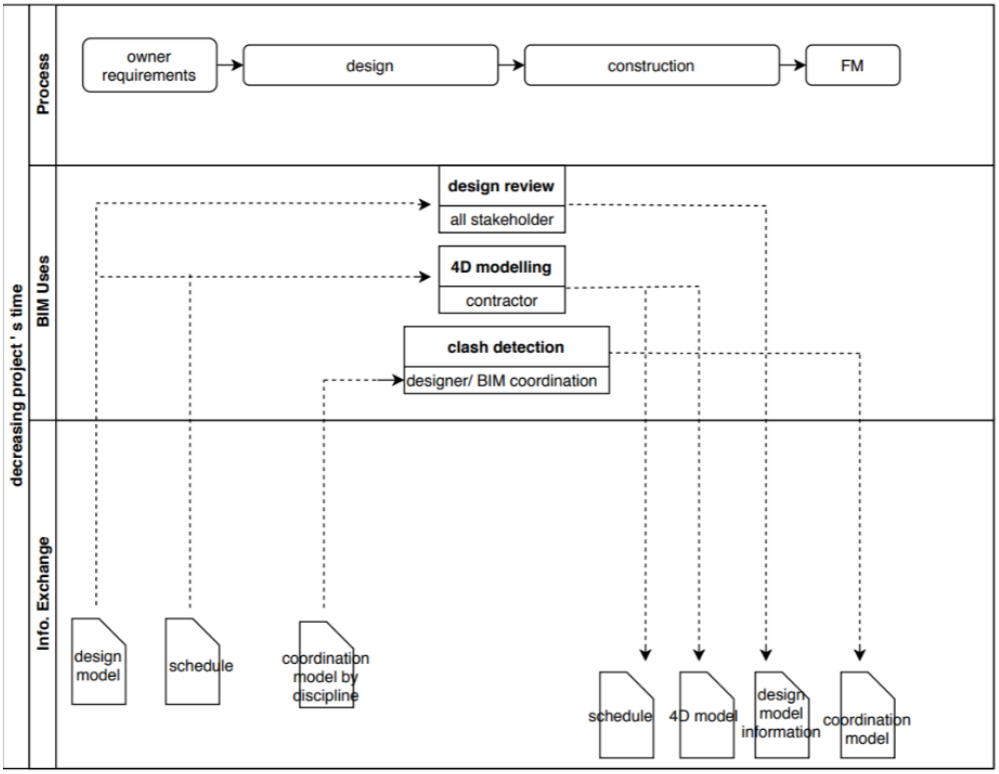
- การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา)

  การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) สามารถใช้ BIM ในการสร้างตารางเวลาการทำงาน (schedule) และลำดับขั้นของงาน (sequencing) ในแบบจำลอง ซึ่งทำให้เจ้าของโครงการและทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจตรงกันในการทำงานและการส่งมอบงาน ช่วยในการวางแผนการจัดการทรัพยากรมนุษย์ เครื่องจักรและวัสดุที่ต้องใช้ เพื่อลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นในการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การตรวจจับการชนกันของวัตถุ

  การตรวจจับการชนกันของวัตถุของงานสถาปัตย์ โครงสร้างและ MEP มีจุดประสงค์หลัก คือการลดความผิดพลาดที่จะเกิดจากการก่อสร้างและติดตั้งในขณะก่อสร้าง จึงทำให้ลดเวลาของโครงการที่เกิดจากความผิดพลาดของการชนกันของวัตถุในขณะก่อสร้างได้มากที่สุด โดยทุกฝ่ายในโครงการสามารถมองเห็นการชนกันของวัตถุได้ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดก่อนเริ่มก่อสร้าง



รูปที่ 5.3 การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สำหรับเป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ

(3) เป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันโครงการ BIM ส่วนใหญ่มีการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการลดต้นทุนและระยะเวลาของโครงการเป็นหลัก เมื่อเจ้าของโครงการมีประสบการณ์จากการใช้ประโยชน์จาก BIM ในการลดต้นทุนและเวลาแล้ว จึงคาดหวังการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในกระบวนการอื่นๆ เพิ่มเติม คือการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของ

โครงการ ดังนั้นการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ ในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 5.5 ประกอบด้วย

- การทบทวนการออกแบบ

  การทบทวนการออกแบบ จะช่วยผู้ออกแบบในการสร้างแบบจำลองให้ตรงตามความต้องการของเจ้าของโครงการและเป้าหมายโครงการ และเพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกันมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยผู้รับจ้างก่อสร้างในการตรวจสอบรายการวัสดุ แสง สี ที่จะใช้ในการสร้างแบบจำลองด้วย จึงช่วยเพิ่มความแม่นยำในการก่อสร้างมากด้วย และเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของโครงการให้เป็นไปตามแบบจำลอง

- การตรวจจับการชนกันของวัตถุ

  การตรวจจับการชนกันของวัตถุของแบบจำลองจากสถาปัตย์ โครงสร้าง และ MEP ช่วยเพิ่มความแม่นยำของแบบก่อสร้างจากการตรวจสอบการชนกันของวัสดุในขั้นตอนการออกแบบก่อนนำก่อสร้าง ทำให้การก่อสร้างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

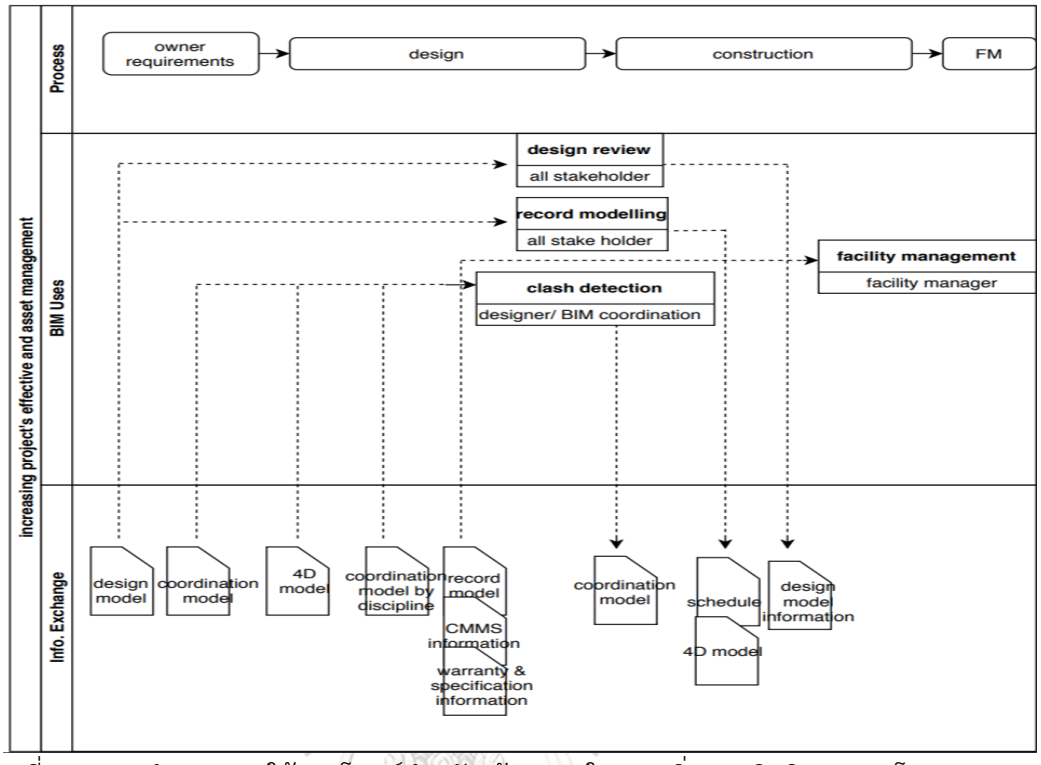
- การบันทึกแบบจำลอง

  กระบวนการที่แสดงให้เห็นสถานะทางกายภาพ สิ่งแวดล้อม ทรัพย์สินของอาคาร การบันทึกข้อมูลอย่างน้อยควรประกอบไปด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากงานสถาปัตย์ และ MEP ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรและวัสดุจึงจำเป็นมากสำหรับเจ้าของโครงการในการปรับปรุงอาคารในอนาคต แบบจำลอง BIM สามารถเก็บรวบรวมองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นรหัสวัสดุ ลิงก์ (link) การรับประกัน และประวัติการซ่อมแซม จึงทำให้เจ้าของโครงการสะดวกในการเรียกใช้ข้อมูลที่จำเป็น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบเมื่อพบความผิดพลาด ทำให้รับรู้ว่าตรงไหนที่ควรแก้ไขและนำไปพัฒนาในโครงการต่อไป

- การจัดการสินทรัพย์ (FM)

  กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับบริหารจัดการในส่วนของการปรับปรุงอาคารและทรัพย์สินในอาคาร ซึ่งช่วยในการวิเคราะห์และติดตามข้อมูลที่จำเป็น ไม่ว่าจะเป็น ต้นทุน ข้อมูล การอัปเกรด (upgrade) รายการซ่อมแซม รายการที่ต้องเปลี่ยนแปลงของเครื่องจักร และวัสดุของโครงการในอนาคต จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการอาคารหลังก่อสร้างแล้วเสร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.4 การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สำหรับเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

ตารางที่ 5.1 สรุปความสัมพันธ์ของเป้าหมายและการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ของเจ้าของโครงการ

ลำดับ	เป้าหมายของโครงการ	การใช้ประโยชน์จาก BIM
1	การลดต้นทุนของโครงการ	• การประมาณต้นทุน • การทบทวนการออกแบบ
2	การลดเวลาของโครงการ	• การทบทวนการออกแบบ • การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) เข้ามาเกี่ยวข้อง • การตรวจจับการชนกันของวัตถุ
3	การเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ	• การทบทวนการออกแบบ • การตรวจจับการชนกันของวัตถุ • การบันทึกแบบจำลอง • การจัดการสินทรัพย์ (FM)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.3 ปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

หลังจากเจ้าของโครงการระบุเป้าหมายและการนำ BIM ไปใช้ประโยชน์ของโครงการแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การพิจารณาปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้การนำ BIM มาใช้งานประสบผลสำเร็จ เพื่อนำไปออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันให้เหมาะสมในหัวข้อถัดไป จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้เสียที่มีประสบการณ์ในโครงการ BIM สามารถสรุปข้อพิจารณา เพื่อบรรลุประโยชน์ของการนำ BIM มาใช้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) กระบวนการทำงานร่วมกัน

กระบวนการทำงานร่วมกันที่ต้องการเพื่อบรรลุการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ คือ กิจกรรมที่แต่ละฝ่ายในโครงการจำเป็นต้องปฏิบัติเพื่อสนับสนุนการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ คือ

- การประมาณต้นทุน

  หลังจากผู้ออกแบบส่งมอบแบบจำลองของโครงการ BIM ให้เจ้าของโครงการแล้ว เจ้าของโครงการจะส่งแบบจำลองให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างหลักในการถอดปริมาณวัสดุและสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้เอกสารแสดงรายการปริมาณงานและราคาวัสดุก่อสร้างสำหรับใช้ในการคัดเลือกผู้รับจ้างก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 5.1

- การทบทวนการออกแบบ

  หลังจากขั้นตอนการออกแบบโดยผู้ออกแบบ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะต้องพูดคุยปรึกษา ทบทวนการออกแบบ เพื่อปรับปรุงและแก้ไขก่อนส่งต่อให้ผู้รับจ้างก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การตรวจจับการชนกันของวัตถุ

  การรวมงานอาจทำได้จากทางไกล โดยที่แต่ละฝ่ายวางไฟล์งานของตนไว้ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลาง ซึ่งผู้ประสานงานจะเป็นคนนำแบบจำลองทั้งหมดจากสถาปนิกและวิศวกรฝ่ายต่าง ๆ มาประสานเข้าด้วยกัน เพื่อนำแบบจำลองเข้าซอฟท์แวร์ในการตรวจเช็คการชนกันของวัตถุ

- การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) เข้ามาเกี่ยวข้อง

  กระบวนการในการนำซอฟท์แวร์ BIM เข้ามาช่วยในการวางแผนการจัดตารางเวลางาน ได้แก่ หลังจากแบบจำลองถูกออกแบบเสร็จแล้ว ทุกฝ่ายในโครงการจะต้องลิงก์องค์ประกอบของแบบจำลองกับตารางเวลาเพื่อตรวจสอบ

ความถูกต้องในการกำหนดเวลาก่อสร้าง เพื่อช่วยให้เจ้าของโครงการและผู้รับจ้างก่อสร้างมองเข้าใจตรงกัน

- การบันทึกแบบจำลอง

การบันทึกแบบจำลองเป็นกระบวนการที่อยู่ในทุกขั้นตอนของการใช้ซอฟท์แวร์ BIM หากมีการแก้ไขแบบจำลองจำเป็นจะต้องมีการบันทึกเป็นไฟล์แก้ไข (revision) แยกเสมอ และทุกฝ่ายในโครงการต้องมีการบันทึกข้อมูลที่เพิ่มในแบบจำลอง

- การจัดการสินทรัพย์ (FM)

เจ้าของโครงการกำหนดรูปแบบการส่งมอบ BIM (FM) และความต้องการเพื่อให้ผู้รับจ้างก่อสร้างระบุข้อมูลองค์ เช่น จำนวน ตำแหน่ง ราคา ระยะการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลง เวลาการรับประกัน ยี่ห้อ ผู้ผลิต ของอุปกรณ์หรือเครื่องมือในงานโยธา ไฟฟ้าและเครื่องกลไว้ในแบบจำลอง BIM เพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการนำไปใช้จัดการสินทรัพย์หลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ ตัวแทนของเจ้าของโครงการ (นิติบุคคล) นำข้อมูลที่ต้องการจากแบบจำลอง BIM มาใช้ในการดูแลรักษาหลังก่อสร้างแล้วเสร็จ

(2) ทรัพยากรที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน

ทรัพยากรที่จำเป็นในการนำ BIM มาใช้งานในด้านต่าง ๆ ประกอบไปด้วยทรัพยากรบุคคล เช่น ความสามารถ ทักษะของฝ่ายต่าง ๆ และผู้ประสานงาน ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ แอปพลิเคชัน และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลาง ซึ่งในแต่ละประโยชน์จากการนำ BIM มาใช้งานมีความต้องการทรัพยากรที่จำเป็นแตกต่างกัน คือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- การประมาณต้นทุน

การประมาณต้นทุนจำเป็นจะต้องใช้ซอฟท์แวร์ในการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาปริมาณวัสดุและราคา ฮาร์ดแวร์มีความจุเพียงพอสำหรับแบบจำลองที่มีข้อมูลวัสดุ ราคา

- การทบทวนการออกแบบ

การทบทวนการออกแบบต้องมีฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่รองรับแบบจำลอง และพื้นที่ในการทบทวนระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกัน เช่น ห้องประชุมหรือเครือข่ายอินเตอร์กลางที่รองรับการประชุมทางไกล

- การตรวจจับการชนกันของวัตถุ

การตรวจจับการชนกันจำเป็นต้องมีฮาร์ดแวร์ที่มีความจุเพียงพอสำหรับรองรับแบบจำลองจากงานสถาปัตย์ โครงสร้าง และ MEP เมื่อมารวมกันจึงเป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงต้องมีซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการรวมไฟล์และซอฟท์แวร์ที่สามารถตรวจจับการชนกันของวัตถุได้ การรวมงานอาจทำได้จากทางไกลจำเป็นต้องมีเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลางที่เชื่อมทุกฝ่ายเข้าด้วยกัน

- การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) เข้ามาเกี่ยวข้อง

การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ จำเป็นต้องใช้ซอฟท์แวร์ที่สามารถเพิ่มและจัดการตารางเวลา (schedule) ได้ในแบบจำลอง รวมถึงซอฟท์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางเวลางาน เช่น Microsoft project

- การบันทึกแบบจำลอง

เนื่องจากการบันทึกข้อมูลในแบบจำลองจะใช้ความจำของฮาร์ดแวร์ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับ LOD จึงจำเป็นจะต้องจัดการฮาร์ดแวร์ก่อนเริ่มโครงการ และจะต้องมีการบันทึกข้อมูลของแบบจำลอง

- การจัดการสินทรัพย์ (FM)

แบบจำลอง 3D ที่มีข้อมูลวัสดุ เครื่องจักร ที่จำเป็น และระบบบริการจัดการทรัพย์สินโดยใช้จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสินทรัพย์ทุกชนิดภายในโครงการเพื่อให้การจัดระเบียบเกี่ยวกับทรัพย์สิน เช่น COBie และ ERP นอกจากนี้ยังช่วยเรื่องการคำนวณค่าเสื่อมราคาให้กับสินทรัพย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) ประสิทธิภาพของผู้ร่วมงาน

ผู้ร่วมงานที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สามารถบรรลุเป้าหมายของโครงการได้ การระบุคุณสมบัติ บทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบของผู้ร่วมงานจึงเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสม

- การประมาณต้นทุน

ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักต้องมีความสามารถในการระบุกระบวนการทำงานตั้งแต่เริ่มโครงการ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประมาณราคา และสามารถระบุปริมาณของวัสดุที่เหมาะสม

- การทบทวนการออกแบบ

  ทุกฝ่ายในโครงการ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM มีความสามารถในการจัดการตรวจสอบแบบจำลอง 3มิติ และการใช้แอปพลิเคชันในการอัปเดตแบบจำลอง BIM ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความสามารถในการทำความเข้าใจกระบวนการของการก่อสร้างอย่างละเอียด เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลถูกต้อง

- การตรวจจับการชนกันของวัตถุ

  ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM สามารถจัดการกับผู้คน ปัญหาที่จะเกิดของโครงการ และจัดการการตรวจสอบแบบจำลอง 3 มิติ ทุกฝ่ายในโครงการ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบอาคาร

- การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) เข้ามาเกี่ยวข้อง

  ทุกฝ่ายในโครงการ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการจัดตารางเวลาการก่อสร้างและขั้นตอนการก่อสร้างทั่วไป เพื่อเชื่อมต่อกับตารางเวลาและจัดการการตรวจสอบแบบจำลอง 3 มิติ รวมถึงผู้รับจ้างก่อสร้างต้องมีความรู้เกี่ยวกับซอฟต์แวร์ 4D การนำแบบจำลองเชื่อมตารางเวลาและควบคุมภาพเคลื่อนไหว

- การบันทึกแบบจำลอง

  ผู้ออกแบบต้องมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพถ่ายได้อย่างสมจริง รวมถึงพื้นผิวสี และการนำทางได้อย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือ plug in อื่น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การจัดการสินทรัพย์ (FM)

  เจ้าของโครงการ ผู้จัดการ และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินที่ต้องการการติดตาม เพื่อให้ผู้จัดการสินทรัพย์อาคาร (facility manager) จัดการระบบการจัดการสินทรัพย์ ทุกฝ่ายในโครงการ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความสามารถในการจัดการและตรวจสอบโมเดล 3 มิติ

5.3 การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากกำหนดวัตถุประสงค์และการใช้ประโยชน์จาก BIM ของโครงการ การจะบรรลุเป้าหมายของโครงการนั้นเจ้าของโครงการต้องเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกัน

ที่สามารถตอบสนองความต้องการของเป้าหมายและการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เป็นเกณฑ์ในการแบ่งรูปแบบ คือทัศนคติและพฤติกรรม ประเด็นข้อสัญญา การสื่อสาร การจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การฝึกสอน ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 4.3 และ 4.4 ที่สามารถสนับสนุนการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ให้บรรลุเป้าหมายได้มากที่สุด ซึ่งแต่ละเป้าหมายของการนำ BIM มาใช้งานมีความต้องการปัจจัยที่สนับสนุนต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันและทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน ดังแสดงในหัวข้อ 5.2.3

5.3.1 เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

การเริ่มต้นในการตัดสินใจนำ BIM มาใช้งานของเจ้าของโครงการส่วนใหญ่มีเป้าหมายหลักในการลดต้นทุนของโครงการ ซึ่งรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะกับการลดต้นทุนคือการนำ BIM มาใช้ร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียฝ่ายต่าง ๆ ทั้งโครงการไม่ใช่แค่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเท่านั้น การจะบรรลุเป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ จึงต้องการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการประมาณต้นทุน ซึ่งเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบจะต้องวางแผนการจัดการซอฟท์แวร์ที่สามารถประมาณต้นทุนได้และฮาร์ดแวร์ที่มีความจุเพียงพอในการบรรจุข้อมูลวัสดุ เครื่องจักร และราคาในทุกรายละเอียดของแบบจำลองก่อนเริ่มกระบวนการออกแบบ ซึ่งผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักจะต้องมีฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่รองรับแบบจำลองที่มีข้อมูลเพื่อใช้ในการประมาณต้นทุนนี้ โดยทุกฝ่ายในโครงการต้องมีการใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลางเป็นพื้นที่ในการทำงานร่วมกัน เพื่อทบทวนการออกแบบก่อนเริ่มก่อสร้าง ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความรู้ในกระบวนการทำงาน BIM เพื่อวางแผนประสานงานในการทบทวนการออกแบบร่วมกัน จากความต้องการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดเป็นเงื่อนไขข้อกำหนดที่ตรงกับรูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration) และรูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) แต่จากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบในหัวข้อที่ 4.4 แล้วพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมกับเป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการมากที่สุด คือรูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ เนื่องจากรูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบมีการใช้ต้นทุนมากกว่า เพราะมีค่าใช้จ่ายในด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมทุกฝ่ายในการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ดังนั้นรูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการจึงเป็นรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมที่สุดกับเป้าหมายลดต้นทุนของโครงการและการนำ BIM ไปใช้ประโยชน์ในการประมาณต้นทุน การทบทวนการออกแบบและการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ

5.3.2 เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการลดเวลารวมของโครงการ การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ จะต้องจัดการในการนำซอฟท์แวร์ที่สามารถเพิ่มตารางเวลาเข้ามาใช้ร่วมกันการออกแบบ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องวางแผนในการส่งต่อไฟล์และการใช้ซอฟท์แวร์ที่มีความเข้ากันก่อนเริ่มโครงการ เช่นเดียวกับการตรวจสอบการชนกันของวัตถุจำเป็นต้องวางแผนการรวมแบบจำลองจากฝ่ายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และแบบจำลองของทุกฝ่ายในโครงการต้องมีความเข้ากันกับซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบการชนกัน จึงต้องวางแผนการจัดการการแก้ปัญหาด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย และการวางแผนการจัดการด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลาง เพื่อใช้ upload แบบจำลองที่มีขนาดใหญ่และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก รวมถึงการจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลอง เพื่อทบทวนแบบจำลองก่อนส่งการก่อสร้าง รูปแบบที่มีข้อกำหนดที่สนับสนุนรายการดังกล่าว คือรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ 3 และ 4 แต่รูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมกับเป้าหมายของโครงการนี้ คือ รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ เนื่องจากการศึกษาข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันดังแสดงในหัวข้อที่ 4.4 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ในโครงการระบุว่า หากผู้มีส่วนได้ส่วนได้ส่วนเสียในโครงการสามารถร่วมมือกันได้เต็มรูปแบบ มีการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ การแก้ไขและการอัปเดตสามารถแจ้งเตือนให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องรับรู้ จึงทำให้สามารถร่วมมือกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันที รวมถึงมีการวางแผนการจัดการในด้านประเด็นข้อสัญญา การติดต่อสื่อสาร การจัดการซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการฝึกสอน โดยศึกษาและเรียนรู้จากโครงการในอดีตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ลดเวลาของโครงการได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.3 เป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

จากการศึกษาพบว่าโครงการที่ทุกฝ่ายในโครงการมีการใช้ BIM จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทั้งโครงการ รวมถึงการจัดการอาคารโดยใช้ข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลอง BIM การนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในด้านการบันทึกแบบจำลอง ทุกฝ่ายในโครงการจะต้องมีการวางแผนการจัดการในการควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันความสับสนในการบันทึก การย้ายตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ การใช้ชื่อซ้ำ ข้อมูลทุกอย่างที่ถูกบันทึกจะต้องกำหนดบุคคลที่สามารถเข้าถึงและนำออกไปใช้ได้เพื่อความปลอดภัยของข้อมูล มีการบริหารจัดการข้อมูล BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกไว้ ต้องทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบข้อมูล มีการจัดทำและติดตามเอกสารการเปลี่ยนแปลงและพัฒนางานสร้าง

แบบจำลองที่แบ่งออกเป็นส่วนๆ ซึ่งผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM จะต้องประสานกับฝ่ายต่าง ๆ เพื่อส่งต่อข้อมูล BIM ที่ถูกต้อง และจัดเตรียมข้อมูลประกอบการส่งงานรวมทั้งข้อมูลอาคารเพื่อส่งมอบให้กับเจ้าของโครงการใช้ในการบริหารจัดการอาคารหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ รวมถึงในระหว่างการก่อสร้างข้อมูลที่จำเป็นจะต้องถูกบันทึกอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะต้องปรับและพัฒนารูปแบบการอบรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอในระหว่างโครงการไปสู่การทำงานต่อเนื่องในอนาคต ดังนั้นรูปแบบที่เหมาะสมกับเป้าหมายในประสิทธิภาพของโครงการและการจัดการสถานที่ในการบำรุงรักษา โดยใช้ประโยชน์จากการนำ BIM มาใช้ในการทบทวนการออกแบบ การตรวจสอบการชนกันของวัตถุ การบันทึกข้อมูลแบบจำลอง และการบริหารจัดการอาคาร คือ รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) เพราะรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่มีการวางแผนการบริหารจัดการครอบคลุมในทุกด้านดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แต่รูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ยังมีบางส่วนที่ไม่ตอบสนองความต้องการของการนำไปใช้ประโยชน์

5.4 แนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

เนื้อหาในส่วนนี้สำคัญต่อการนำรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมมาเป็นแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ เพราะในแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันนั้นมีความต้องการในการใช้โครงสร้างพื้นฐานในการทำงานร่วมกันที่แตกต่างกัน โดยเนื้อหาจะวิเคราะห์จากบทสัมภาษณ์ประกอบด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4.1 ความสามารถที่จำเป็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานก่อสร้าง หลักสำคัญของการจัดการ คือการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในโครงการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็น คน เงิน วัสดุ และเครื่องจักรมาดำเนินการให้มีประสิทธิภาพจนสามารถบรรลุเป้าหมายของโครงการ การบริหารจัดการคนจึงเป็นสิ่งแรกที่ควรจัดการในการทำงานร่วมกัน ซึ่งหลังจากเจ้าของโครงการศึกษาองค์ประกอบที่จำเป็น เพื่อออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการบริหารจัดการการทำงานร่วมกันช่วยเป็นแนวทางในการปฏิบัติตามรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ถูกเลือกให้เหมาะสม ดังต่อไปนี้

1) ลักษณะของผู้ร่วมงาน

การระบุลักษณะของผู้ร่วมงาน ทักษะที่จำเป็นจะช่วยให้การทำงานร่วมกันเป็นไปตามรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ออกแบบไว้ และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละ

ฝ่ายในโครงการควรมีการระบุไว้ในสัญญาก่อนเริ่มโครงการ เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการปฏิบัติงาน ลดการทำงานซ้ำซ้อน ซึ่งประกอบด้วย

- เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

การบรรลุเป้าหมายในการลดต้นทุน ทุกฝ่ายในโครงการจะต้องนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการประมาณต้นทุน การทบทวนการออกแบบและการตรวจจับการชนกันของวัตถุ ซึ่งรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสม คือรูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration) จากการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในโครงการ พบว่าฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ จะต้องมีลักษณะของผู้ร่วมงานที่เหมาะสมเพื่อนำพาทีมให้บรรลุเป้าหมายของโครงการตามความต้องการของเจ้าของโครงการได้ ซึ่งเบื้องต้นผู้มีส่วนได้ทุกฝ่ายต้องยอมรับข้อตกลง ขั้นตอนการสื่อสารที่มีรายละเอียดในแผนปฏิบัติการร่วมกัน และเต็มใจที่จะแบ่งปันข้อมูลและร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ สนับสนุนวิธีการทำงานสอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของโครงการ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความสามารถในการระบุกระบวนการทำงานตั้งแต่เริ่มโครงการ และทำความเข้าใจกระบวนการของการก่อสร้างอย่างละเอียดเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลถูกต้องผู้ออกแบบต้องสามารถระบุปริมาณของวัสดุที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประมาณราคา ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นตัวสนับสนุนให้โครงการสามารถบรรลุเป้าหมายได้

- เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ

ลักษณะของผู้ร่วมงานที่สนับสนุนการใช้ประโยชน์ในการทบทวนการออกแบบ การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) เข้ามาเกี่ยวข้อง การตรวจจับการชนกันของวัตถุ และรูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) ต้องเริ่มจากทุกฝ่ายในโครงการเต็มใจที่จะร่วมมือกันและแบ่งปันข้อมูลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ โดยการสนับสนุนวิธีการทำงานเพื่อระบุใน BEP ให้ถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐานสอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของโครงการ ผู้มีส่วนได้เสียจะต้องตระหนักและปฏิบัติตามหน้าที่และบทบาทของตัวเองในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน และเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลอง BIM ในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไข ต้องได้รับอนุญาตก่อน ทุกฝ่ายต้องมีความสามารถในการใช้แอปพลิเคชันการสร้างแบบจำลอง BIM สำหรับการอัปเดต ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM และมีความสามารถความสามารถในการจัดการกับผู้คนและปัญหาที่จะเกิดของโครงการ มีความเข้าใจกระบวนการของการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างละเอียดเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลถูกต้อง ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักต้องประสานงานระหว่างผู้ออกแบบในการทำแบบจำลอง เพื่อจัดทำ clash report เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างต้องมีทักษะในการจัดตารางการก่อสร้างและขั้นตอนการก่อสร้างทั่วไปเพื่อเชื่อมต่อกับตารางเวลา มีความรู้ในการใช้ซอฟต์แวร์ 4D เกี่ยวกับการจัดการเชื่อมตารางเวลาและควบคุมภาพเคลื่อนไหว รวมถึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับระบบอาคาร

- เป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

เป้าหมายนี้เป็นเป้าหมายที่มองถึงการใช้งานในอนาคต ในการบำรุงซ่อมแซม ซึ่งต้องควบคุมทุกกระบวนการทำงานตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการไปถึงหลังก่อสร้างแล้วเสร็จ เป้าหมายนี้มีรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสม คือรูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) ซึ่งเป็นรูปแบบการทำงานร่วมกันสูงสุด ดังนั้นทุกฝ่ายในโครงการต้องตระหนักและปฏิบัติตามหน้าที่และบทบาทของตัวเองในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน สนับสนุนวิธีการทำงานสอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของโครงการ แบ่งปันข้อมูลตลอดระยะเวลาของโครงการ ร่วมมือกันเสนอวิธีการทำงานร่วมกันเพื่อระบุใน BEP ให้ถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ทุกฝ่ายต้องเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลอง BIM ในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไข ต้องได้รับอนุญาตก่อน ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานระหว่างผู้ออกแบบในการทำ แบบจำลอง เพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโครงการ ผู้ออกแบบต้องมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองภาพถ่ายได้อย่างสมจริง รวมถึงพื้นผิวสีและการตกแต่ง โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือ plug in อื่น ๆ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความสามารถในการทำความเข้าใจกระบวนการของการก่อสร้างอย่างละเอียดเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลถูกต้อง มีความสามารถความสามารถในการจัดการกับผู้คนและปัญหาที่จะเกิดของโครงการ ทุกฝ่ายในโครงการต้องมีความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดด้านภาษีและซอฟต์แวร์ทางการเงินที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับการก่อสร้างและการดำเนินการของอาคาร ผู้ร่วมงานทุกฝ่ายต้องมีความรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินที่ต้องการการติดตามและความสามารถในการจัดการระบบการจัดการสินทรัพย์

2) การอบรม

หลังจากการระบุลักษณะของผู้ร่วมงาน ทักษะและบทบาท ความรับผิดชอบของผู้ร่วมงานแต่ละฝ่ายเพื่อให้การนำ BIM มาใช้ประโยชน์ได้ตรงกับเป้าหมายและรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมแล้ว การอบรมก็เป็นส่วนหนึ่งในการบรรลุวัตถุประสงค์ โดยการเพิ่มและพัฒนาทักษะในการใช้ซอฟท์แวร์ แอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความพร้อมของผู้ร่วมงานในโครงการ การอบรมที่จำเป็นจึงประกอบด้วย

- เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

เนื่องจากในการประมาณต้นทุนจำเป็นจะต้องใช้ซอฟท์แวร์ในการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาปริมาณวัสดุและราคา ซึ่งซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบส่วนใหญ่สามารถคำนวณปริมาณวัสดุและราคาของโครงการได้ เช่น Revit, Tekla, และ ArchiCAD อีกทั้งยังมีซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการประมาณต้นทุนและการเบิกจ่ายงวดงานเพื่อใช้ในการจัดการต้นทุน เช่น Solibri, Dynamo และ CostX หากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องยังไม่เคยใช้แบบจำลอง BIM ในการหาประมาณวัสดุและคำนวณต้นทุน จำเป็นต้องศึกษาเรียนรู้ด้วยตัวเอง หรือเข้ารับหลักสูตรการอบรมในศูนย์ฝึกการอบรม

- เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ

การจะบรรลุเป้าหมายของโครงการในการลดเวลา จำเป็นจะต้องนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการทบทวนการออกแบบ การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ (ด้านเวลา) เข้ามาเกี่ยวข้อง และการตรวจจับการชนกันของวัตถุของงานสถาปัตย์ โครงสร้างและ MEP จึงจำเป็นจะต้องมีการอบรมซอฟท์แวร์ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ คือซอฟท์แวร์ในการออกแบบ 3 มิติ เช่น Revit, Tekla, SketchUp, Bentley, VECTORWORKS และ ArchiCAD ซอฟท์แวร์ในการจัดตารางเวลาร่วมกับแบบจำลอง BIM เช่น NAVISWORKS, Archibus, Primavera, SYNCHRO, Microsoft Project และซอฟท์แวร์ในการตรวจจับการชนกัน เช่น NAVISWORKS , ProjectWise Navigator , Solibri ซึ่งปัจจุบันมีศูนย์ฝึกอบรมมากมาย เช่น ศูนย์ฝึกอบรมจากองค์กรซอฟท์แวร์ หรือองค์กรที่ปรึกษาเพื่อให้การทำงานร่วมกันง่ายขึ้น และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเข้าใจถึงขั้นตอนการใช้งานร่วมกันผ่านซอฟท์แวร์และเครือข่ายกลาง เช่น BIM 360, BIM TRACK, BIMcollab, BIMsync และ Trimble Connect

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

การอบรมที่จำเป็นในการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ เพื่อให้ทุกฝ่ายมีความเข้าใจ ซึ่งประกอบด้วยการอบรมในการใช้ซอฟท์แวร์ในการทำงาน BIM และการทำงานร่วมกัน คือ การบันทึกแบบจำลองที่มีข้อมูลที่จำเป็นในการเรียกดูหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลาง เช่น BIM 360, BIM TRACK, BIMcollab, BIMsync และ Trimble Connect ซึ่งสามารถกำหนดผู้ที่เข้าถึงข้อมูลจำเป็น และเรียกดูข้อมูลในภายหลังได้ ดังนั้นทุกฝ่ายในโครงการจำเป็นต้องอบรมการใช้ซอฟท์แวร์เหล่านี้ เช่นเดียวกับการตรวจจับการชนกันของวัตถุที่จำเป็นต้องมีการอบรมในการใช้ซอฟท์แวร์ในการรวมแบบจำลองจากหลายฝ่าย ซอฟท์แวร์ที่นำมาตรวจสอบการชนกันของวัตถุ เช่น เช่น NAVISWORKS , ProjectWise Navigator , Solibri และการใช้ซอฟท์แวร์ในการเรียกดูข้อมูลที่จำเป็นในการซ่อมแซม ปรับปรุง หลังการก่อสร้างแล้วเสร็จซึ่งจำเป็นสำหรับฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าของโครงการและผู้จัดการดูแลทรัพย์สินอาคาร ในการดูแลอาคารหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จที่จำเป็นจะต้องอบรมในการใช้ซอฟท์แวร์ BIM โดยใช้ซอฟท์แวร์ Ecodomus - BIM FM Data Integration , ArchiFM.net, Archibus และ SAP เพื่อทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการดูแลรักษาและติดตามอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงการเก็บประวัติการซ่อมบำรุงต่าง ๆ และการดูแลเอกสารสัญญาให้อยู่ในที่เดียวกัน ซึ่งสามารถช่วย facility manager ให้มองเห็นภาพรวม รายละเอียดเล็ก ๆ ของแต่ละอุปกรณ์ เครื่องจักร สิ่งเหล่านี้สามารถนำไปช่วยวางแผนการจัดการสินทรัพย์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4.2 ทรัพยากรที่จำเป็น

นอกจากทรัพยากรคนแล้ว ทรัพยากรที่จำเป็นในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ยังประกอบด้วยซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น สัญญา คู่มือ มาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่เจ้าของโครงการและฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ ซึ่งจำเป็นต้องกำหนดกลยุทธ์ในการใช้ทรัพยากรร่วมกัน เพื่อนำไปวางแผนในการบริหารทรัพยากรที่มีอยู่ให้บรรลุรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ได้ออกแบบไว้

1) เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

เป้าหมายนี้เหมาะสมกับรูปแบบการทำงานร่วมกันในรูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ฝ่ายต่าง ๆ ต้องสนับสนุนวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการของโครงการ และแบ่งปันข้อมูลกันตลอดทั้งโครงการ จึงมีการจัดการด้านทรัพยากรในการทำงานร่วมกันดังนี้

(1) ซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และแอปพลิเคชัน

เนื่องจากในหัวข้อการอบรมได้ระบุถึงซอฟท์แวร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการบรรลุเป้าหมายของโครงการแล้ว ในส่วนนี้จึงได้กล่าวถึงการจัดการซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานร่วมกันที่จำเป็น คือ ก่อนเริ่มโครงการเจ้าของโครงการจะต้องจัดการการเชื่อมโยงแต่ละฝ่ายให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โดยการใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลาง cloud ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและติดต่อสื่อสารหลังจากเริ่มโครงการ ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการจะต้องปรึกษาหารือ ประชุมในการวางแผนการจัดการในด้านดังต่อไปนี้

- เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น server หรือ cloud ในการแลกเปลี่ยน ส่งต่อ ข้อมูลและแบบจำลอง
- มาตรฐานการทำงานร่วมกัน เช่น การตั้งชื่อไฟล์ การส่งต่อข้อมูลและแบบจำลอง การแลกเปลี่ยนข้อมูลและแบบจำลอง การบันทึก การทำสำเนา การย้ายตำแหน่ง การใช้ชื่อซ้ำ การรวมไฟล์ การแก้ไขและอัพเดท โครงสร้างโฟลเดอร์ การอนุญาตการเข้าถึง การดูแลรักษา ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในหลากหลายมาตรฐานได้กำหนดพื้นที่การทำงานร่วมกันไว้หลากหลาย โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น CIC, AEC, Singapore BIM Guide และ Thailand BIM Guide เป็นต้น
- ความเข้ากันของซอฟท์แวร์และแบบจำลอง เวอร์ชัน ระบบปฏิบัติการ software format
- ความจำของถาวรและชั่วคราวของฮาร์ดแวร์ ซึ่งส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับระดับ LOD ที่เจ้าของโครงการต้องการ เพราะยิ่ง LOD สูง ทำให้ต้องใช้ความจำถาวรและชั่วคราวของฮาร์ดแวร์มากยิ่งขึ้น
- การนำข้อมูลออกมาแสดงผล

ส่วนใหญ่ข้อมูลที่นำออกมาแสดงผลอยู่กับเจ้าของโครงการ แต่จากการศึกษาพบว่าการนำข้อมูลในแบบจำลอง BIM ออกมาแสดงผลจำเป็นต้องการฮาร์ดแวร์ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมเช่นกัน และข้อมูลที่เจ้าของโครงการต้องการให้นำออกมาเสนอในการประชุมทุกครั้งประกอบด้วย การสร้างแบบก่อสร้างและการรวมกันของแบบก่อสร้าง การตรวจสอบการชนกันของวัตถุ (clash detection) การสร้างรายการบัญชีแสดงวัสดุและแรงงาน (bill of quantity, BOQ) การสร้างแผนงานหลัก (main schedule), เส้นโค้งแสดงความก้าวหน้า (S-Curve) แผนตารางการชำระเงินเงิน (payment plan) %ความคืบหน้า รายงานประจำสัปดาห์ รายงานประจำเดือน รายละเอียดของการเบิกงวดงาน เป็นต้น

- เครื่องมือในการแจ้งเตือน เช่น อีเมล แอปพลิเคชัน และซอฟท์แวร์

(2) เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1) ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานกับผู้ออกแบบเพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขปัญหา
2) กระบวนการประสานการทำงานตลอดโครงการ
3) การกำหนดวาระการประชุม ความถี่ สถานที่ในการประชุม
4) รูปแบบการส่งต่อข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล
5) รายละเอียดของ Project BIM Execution Plan(BEP) ให้ครบถ้วนและถูกต้อง โดยอิงจากมาตรฐานที่นำมาประยุกต์ใช้
6) วิธีการใช้งาน การ share file และการส่ง Model file ของผู้ออกแบบในแต่ละหน้าที่ที่เกี่ยวข้องบน server หรือ cloud
7) เอกสารในการปรับเปลี่ยนแก้ไขเนื้องานให้สามารถทำงานตามแผนข้อมูลที่ต้องบันทึก
8) เอกสารติดตามการเปลี่ยนแปลงแบบจำลอง

2) เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ และการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

เนื่องจากทั้งเป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ และเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการและการจัดการสถานที่ในการบำรุงรักษา เหมาะสมกับรูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) ดังนั้นการจัดการการทำงานร่วมกันในทั้ง 2 เป้าหมายจึงเหมือนกัน แต่จะแตกต่างใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การนำไปใช้ประโยชน์ของ BIM เท่านั้น ซึ่งเป็นรูปแบบที่เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก ต้องร่วมมือกันสร้างข้อปฏิบัติในการทำงานร่วมกันให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่ได้นำมาประยุกต์ใช้และระบุไว้ใน BEP ทุกฝ่ายต้องตระหนักและปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของตัวเอง ซึ่งประกอบด้วย

(1) ซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และแอปพลิเคชัน

ก่อนเริ่มโครงการเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักต้องจัดการเรื่องซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ เครื่องมือที่จะใช้ในการทำงานร่วมกันก่อน ซึ่งส่วนใหญ่การจัดการซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานร่วมกันจะถูกกำหนดโดยเจ้าของโครงการ อาจมีบางโครงการที่เจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้าง ทุกฝ่ายช่วยกันในการระบุซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ เครื่องมือที่จำเป็นในการทำงานร่วมกัน ประกอบด้วย

- เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น server หรือ cloud ในการแลกเปลี่ยน ส่งต่อ ข้อมูลและแบบจำลองแบบเรียลไทม์
- ก่อนเริ่มโครงการ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต้องร่วมมือกันกำหนดวิธีการใช้งาน การ share file และการส่ง Model file ของผู้ออกแบบในแต่ละหน้าที่และผู้รับจ้างก่อสร้างบน server หรือ cloud
- กำหนดเวอร์ชันของซอฟท์แวร์, ระบบปฏิบัติการ รวมไปถึง format ที่จะใช้ในการทำงานร่วมกัน
- ความจำของถาวรและชั่วคราวของฮาร์ดแวร์ ซึ่งส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับระดับ LOD ที่เจ้าของโครงการต้องการ เพราะยิ่ง LOD สูง ทำให้ต้องใช้ความจำถาวรและชั่วคราวของฮาร์ดแวร์มากยิ่งขึ้น
- ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย เช่น การส่งต่อระหว่างซอฟท์แวร์ที่แตกต่างกันใช้เป็นไฟล์ IFC และการใช้ซอฟท์แวร์
- การจัดการและการแก้ปัญหากับข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลอง เพื่อนำออกมาแสดงผล
- การควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันความสับสนการใช้งาน เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกไว้ ต้องทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบข้อมูล การย้ายตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ การใช้ชื่อซ้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- กำหนดระดับความปลอดภัยของข้อมูลและผู้ที่สามารถเข้าถึงข้อมูล
- การอัพเดท เชื่อมโยงและรวมไฟล์จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ
- ซอฟท์แวร์หรือแอปพลิเคชันที่สามารถแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ไปยังฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เมื่อแบบจำลองมีการแก้ไข อัพเดตหรือเปลี่ยนแปลง
- การจัดการในด้านการส่งต่อข้อมูล BIM ที่ถูกต้องไปยังผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้องและการจัดการในการเตรียมข้อมูลประกอบการส่งงานรวมทั้งข้อมูลอาคาร
- การมีมาตรฐานในการบันทึกข้อมูลทั้งหมดในโครงการให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน

(2) เอกสารที่เกี่ยวข้อง

- ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานกับผู้ออกแบบเพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขปัญหา
- เจ้าของโครงการหรือทุกฝ่ายในโครงการกำหนดวิธีการทำงาน รวมถึงกระบวนการประสานการทำงานตลอดโครงการ รูปแบบการส่งต่อข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูล บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ขอบเขตอำนาจหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนทำงานของผู้มีส่วนได้ส่วนและความเป็นเจ้าของแบบจำลอง BIM ข้อตกลงในการสื่อสารแบบเรียลไทม์กับผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการ ประสานกับผู้ออกแบบในการปรับเปลี่ยนแก้ไขเนื้องานให้สามารถทำงานตามแผน เจ้าของโครงการระบุระดับขั้นความละเอียดของข้อมูล (Level of Development : LOD) โดยระบุไว้ใน BEP ให้ครบถ้วนและถูกต้องตามมาตรฐาน
- เอกสาร (การตั้งชื่อ โครงสร้างโฟลเดอร์ การอนุญาตการเข้าถึง การดูแลรักษา การแจ้งเตือน)
- มาตรฐานการประชุมโครงการ เช่น วาระการประชุม ความถี่และสถานที่
- ข้อคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมข้อจำกัดของโปรแกรมและฮาร์ดแวร์
- เอกสารที่บันทึกสำเนาของการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมด
- เอกสารในการจัดทำและติดตามเอกสารการเปลี่ยนแปลงและพัฒนางานสร้างแบบจำลองที่แบ่งออกเป็นส่วน

- เอกสารประเมินคุณสมบัติและประสบการณ์ในการทำงานการใช้ BIM ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตามจุดประสงค์ของโครงการ

5.5 การตรวจสอบและปรับปรุงแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ส่วนนี้จะนำเสนอการตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM และแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมสำหรับเจ้าของโครงการ หลังจากนั้นจึงพัฒนาและปรับปรุงให้เหมาะสมและนำไปใช้ โดยส่งรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ถูกจำแนกแล้ว และแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ให้กับผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรเจ้าของโครงการทั้งหมด 3 องค์กรและองค์กรที่ปรึกษา 1 องค์กร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.5.1 ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

การตรวจสอบความใช้ได้ของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือโดยผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรเจ้าของโครงการและที่ปรึกษาซึ่งเป็นผู้ที่ได้รับผลประโยชน์จากการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันนี้โดยตรง พบว่าจาก 3 ผู้เชี่ยวชาญจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM คือการใช้ปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญทั้ง 5 ปัจจัยที่ได้สรุปมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผลการสัมภาษณ์เป็นเกณฑ์ในการจำแนกรูปแบบให้มีรายละเอียดและผลลัพธ์ทำให้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกัน แต่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านการนำเสนอรายละเอียดในแต่ละรูปแบบควรทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและใช้เวลาไม่มาก โดยใช้กราฟฟิกหรือตาราง ผู้วิจัยจึงได้นำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมไปพัฒนาให้เหมาะสมเพื่อให้เจ้าของโครงการสามารถอ่านและเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น และความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่มาจากองค์กรที่ปรึกษาของเจ้าของโครงการที่ไม่เห็นด้วยและมองว่าไม่ถูกต้อง เนื่องจากในโครงการของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นข้อสัญญาไม่มีการระบุรูปแบบการส่งมอบและการติดต่อสื่อสารผ่านแบบจำลอง BIM แต่ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างมีการประสานงานและแลกเปลี่ยนแบบจำลองผ่าน cloud base รวมถึงโครงการมีผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ของทุกฝ่ายทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไข

ปัญหา แต่ผลลัพธ์ที่ได้ปราฏว่ารูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กร คือ รูปแบบที่ 2 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ (centralized BIM collaboration) ซึ่งไม่ตรงกับรายละเอียดของโครงการ ในประเด็นนี้ผู้วิจัยมองเห็นว่า ถึงแม้องค์กรเองจะมีรายละเอียดการทำงานที่ตรงกับรูปแบบที่ 3 แต่หากเจ้าของโครงการไม่มีการระบุประเด็นข้อสัญญาที่ชัดเจนในด้านรูปแบบการส่งมอบ การติดต่อสื่อสารตั้งแต่แรกตามข้อกำหนดของรูปแบบที่ 3 จะทำให้การปฏิบัติงานจริงในโครงการสามารถการบิดเบือนและเป็นข้อโต้แย้งในการส่งมอบได้ ประเด็นข้อสัญญาจึงมีความสำคัญมากที่ควรจะระบุให้ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นสมควรที่จะไม่แก้ไขในรายละเอียดดังกล่าว

5.5.2 ตรวจสอบความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

ในการตรวจสอบความถูกต้องนั้นไม่ใช่การนำแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่สำเร็จแล้วไปตรวจสอบ แต่มีการตรวจสอบมาตั้งแต่ปัจจัยที่นำมาใช้ในการแบ่งเกณฑ์รูปแบบการทำงานร่วมกันและปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน จากนั้นจึงนำแนวทางการออกแบบการทำงานร่วมกันที่สร้างเสร็จแล้วไปตรวจสอบ โดยการสัมภาษณ์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการนำไปใช้ มีประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าหลังจากการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสม เจ้าของโครงการควรพัฒนาไปสู่ระดับสูงสุดของรูปแบบการทำงานร่วมกันเพื่อพัฒนาศักยภาพที่มีอยู่ให้เต็มที่ แต่ผู้วิจัยมองเห็นว่าแต่ละองค์กรเจ้าของโครงการต่างมีทรัพยากรที่แตกต่างกัน หากเจ้าของโครงการต้องการจะพัฒนารูปแบบการทำงานร่วมกันไปรูปแบบสูงสุดอาจจะใช้ทรัพยากร ไม่ว่าจะเป็น ต้นทุน บุคลากรที่มีความสามารถและประสบการณ์ ซึ่งบางองค์กรยังไม่พร้อมในด้านการเงินในการสรรหาทรัพยากรเหล่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างเป็นข้อเสนอแนะและแนวทางในการนำไปพัฒนาการทำงานร่วมกันในโครงการ
2) ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นในเรื่องรายละเอียดในเรื่องการติดต่อสื่อสารแบบเรียลไทม์ว่าไม่จำเป็น เพราะปัจจุบันในโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ BIM ฝ่ายต่าง ๆ ก็สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ไม่มีปัญหาและสามารถทำงานในโครงการให้ประสบความสำเร็จได้ แต่

ผู้วิจัยมองว่าไม่ควรนำรายละเอียดนี้ออก เพราะจากการไปสัมภาษณ์พบว่า 4 ผู้เชี่ยวชาญต้องการให้มีการสื่อสาร การทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ และมีองค์กรที่มีการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ผ่านแบบจำลอง BIM แล้ว แต่องค์กรยังประสบปัญหาในด้านเทคโนโลยีที่ยังไม่มีระบบที่เสถียร ผู้วิจัยมองว่าปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการสื่อต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลอง BIM แบบเรียลไทม์กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งสังเกตุได้จากหลายองค์กรได้ออกซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการสื่อสารและทำงานร่วมกันมาอย่างต่อเนื่อง

5.5.3 ปรับปรุงและพัฒนาแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างอาคารที่มีการใช้ BIM

หลังจากได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่านจากองค์กรเจ้าของโครงการและที่ปรึกษา ผู้วิจัยพบว่าควรมีการปรับปรุงและพัฒนารายละเอียดในรูปแบบให้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้รูปภาพและตารางในการสรุปรูปแบบความร่วมมือในโครงการ BIM เพื่อผู้อ่านสามารถเข้าใจง่ายและใช้เวลาไม่นาน

5.6 บทสรุป

บทนี้ประกอบด้วย 5 ประเด็นหลัก คือ (1) ขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (2) องค์ประกอบที่จำเป็นในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (3) การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (4) แนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ (5) การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการทำงานร่วมกันและแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ซึ่งสามารถสรุปได้คือ การออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์และจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพื่อให้องค์กรเจ้าของโครงการสามารถนำไปใช้ในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมก่อนเริ่มโครงการ โดยมีขั้นตอนในการออกแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM คือ

ขั้นตอนที่ 1 คือ ระบุเป้าหมาย (goal) และการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ (BIM Uses)

ขั้นตอนที่ 2 คือ พิจารณาปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 3 คือ ออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมกับเป้าหมาย และการนำ BIM ใช้ประโยชน์

ขั้นตอนที่ 4 คือ ระบุแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันที่สนับสนุนรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งจะประกอบไปโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) ต่าง ๆ เพื่อให้เจ้าของโครงการนำไปวางแผนในการบริหารจัดการ โดยขั้นตอนนี้เจ้าของโครงการควรนำไปปรึกษากับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องก่อนจะเริ่มโครงการ

หลังจากศึกษาการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันให้เหมาะสมกับเป้าหมายของโครงการแล้ว หลังจากนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจขององค์กรเจ้าของโครงการว่าต้องการนำแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในรูปแบบที่เหมาะสมไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM หรือไม่ โดยศึกษารายละเอียดของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM สำหรับใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนปฏิบัติการทำงานร่วมกัน เพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อไปในโครงการได้ หลังจากพัฒนาแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM นี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องและได้ปรับแก้ให้เหมาะสมเพื่อเป็นประโยชน์แก่เจ้าของโครงการในการนำไปใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยการสร้างแนวทางการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานทั้งไทยและต่างประเทศ รวมถึงบทสัมภาษณ์จากองค์กรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักทั้งหมด 9 องค์กร เพื่อวิเคราะห์และสรุปรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ออกเป็น 4 รูปแบบ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน อีกส่วนหลักในการดำเนินงานวิจัยคือการตรวจสอบความใช้ได้ของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM และแนวทางการออกแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยการส่งให้องค์กรเจ้าของโครงการและที่ปรึกษา จำนวน 4 ท่าน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

6.1 รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานทั้งไทยและต่างประเทศและการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในโครงการ BIM มากกว่า 2 ปี จากทั้งหมด 9 ผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ผลลัพธ์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ออกเป็น 3 ประเด็นดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) รูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

❖ รูปแบบที่ 1 รูปแบบการทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม (niche BIM collaboration)

จากการจำแนกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยใช้ปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้ในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกัน พบว่ามีบางโครงการที่เจ้าของโครงการมีมุมมองและพฤติกรรมที่ไม่ต้องการใช้ BIM เพราะบางส่วนของเจ้าของโครงการรู้จัก BIM เพียงชื่อเท่านั้น ยังไม่เข้าใจและไม่เห็นถึงประโยชน์ของ BIM รวมถึงเรื่องทรัพยากรที่มีจำกัดของเจ้าของโครงการ จึงทำให้โครงการนั้นมีรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเดิมเช่นเดียวกับโครงการที่ใช้แบบจำลองสองมิติ (CAD) คือ ฝ่ายต่าง ๆในโครงส่งงานผ่านภาพวาดเส้น (drawing), หรือส่งผ่านโปรแกรมฝากไฟล์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มีการติดต่อสื่อสารผ่านระบบออฟไลน์ไม่ว่าจะเป็น อีเมล หรือแอปพลิเคชันในการสื่อสาร แต่รูปแบบนี้เป็นรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพราะมีผู้ออกแบบและผู้รับจ้าง

ก่อสร้างในโครงการที่เข้าใจและมีประสบการณ์ในโครงการ BIM มาก่อน จึงเห็นถึงประโยชน์ของการนำ BIM มาใช้ในโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจึงใช้ BIM เฉพาะภายในองค์กรของตนเองเท่านั้น ดังนั้นในรูปแบบนี้จึงไม่มีการระบุประเด็นข้อสัญญาเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันผ่านแบบจำลอง BIM การติดต่อสื่อสารยังคงใช้แบบเดิม เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อีเมลและแอปพลิเคชัน ซึ่งรูปแบบนี้ทุกฝ่ายในโครงการไม่มีการใช้ BIM ในการทำงานร่วมกัน จึงไม่มีการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการอบรม BIM ร่วมกัน อีกทั้งในโครงการไม่มีผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM

- ❖ รูปแบบที่ 2 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ (centralized BIM collaboration)

รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบรวมศูนย์ คือรูปแบบที่ทุกฝ่ายในโครงการมีการทำงานร่วมกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านแบบจำลอง BIM ที่เป็นศูนย์กลางที่ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงได้ ไม่ใช่แค่ใช้ภายในองค์กรของตนเช่นกับรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบที่ 1 รูปแบบการทำงานร่วมกันเฉพาะกลุ่ม เริ่มต้นจากเจ้าของโครงการต้องการให้ใช้ BIM ทุกฝ่ายในโครงการไม่ว่าจะเป็นผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจึงต้องส่งมอบแบบจำลอง BIM ดังในข้อสัญญาที่ระบุไว้ ดังนั้นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการจะต้องเข้าใจและยอมรับในการนำ BIM มาใช้งาน มองเห็นข้อดีข้อเสียของ BIM และยอมรับข้อตกลงขั้นตอนการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน ซึ่งเจ้าของโครงการจะเป็นผู้กำหนดข้อตกลงและขั้นตอนการทำงานร่วมกันตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ อีกทั้งในโครงการจะต้องมีเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล BIM ด้วย จึงเป็นรูปแบบเริ่มต้นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อยากจะใช้ BIM ในโครงการ รูปแบบนี้พบว่าสัญญาระบุเพียงรายละเอียดพื้นฐานในการทำงานร่วมกันเท่านั้น การวางแผนการจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ในการทำงานร่วมกันระบุเพียงซอฟท์แวร์ที่ใช้ทำงานร่วมกันในช่วงก่อนการก่อสร้างและการวางแผนการแก้ไขแบบจำลองในช่วงก่อนและระหว่างการก่อสร้าง และผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM แจ้งวิธีการปฏิบัติงานในการทำงานร่วมกันในระหว่างการทำงานให้ทุกฝ่ายรับทราบก่อนเริ่มงาน

- ❖ รูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ (cooperative BIM collaboration)

รูปแบบที่ฝ่ายต่าง ๆ มีความเต็มใจที่จะร่วมมือและสนับสนุนวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ BIM ของเจ้าของโครงการ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโครงการ อีกทั้งทุกฝ่ายเต็มใจและมีความเชื่อใจซึ่งกันและกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและแบ่งปันข้อมูลตลอดโครงการ ผู้รับจ้างก่อสร้างหลักประสานงานกับผู้ออกแบบเพื่อจัดทำ clash report และหาแนวทางแก้ไขก่อนการ

ก่อสร้าง ข้อกำหนดในสัญญาถูกระบุให้ชัดเจนในแต่ละรายละเอียดไม่ว่าจะเป็น BEP, มาตรฐานในการทำงานร่วมกัน มาตรฐานในการประชุม การจัดการข้อมูลที่ใช้ร่วมกัน ความรับผิดชอบของแต่ละองค์กรในการแก้ไขข้อขัดแย้งในแบบจำลอง แนวทางการทำงานร่วมกันในการใช้ BIM ถูกระบุอยู่ในนโยบายและกลยุทธ์ การกำหนดวิธีการสื่อสารร่วมกันที่ครอบคลุม ชัดเจน รวมถึงวิธีการจัดการกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นเพื่อทำให้การสื่อสารในการทำงานร่วมกันมีการเข้าใจตรงกัน การวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสามารถตรวจสอบเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ข้อกำหนดการฝึกอบรมได้รับการจัดการให้เป็นไปวัตถุประสงค์ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM วางแผนและจัดทำแผนปฏิบัติ ข้อกำหนด รูปแบบการสื่อสาร รายละเอียดการประชุม วางแผนการตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบจำลอง สนับสนุนในการจัดการและประสานการทำงานทางเทคนิคกับผู้ร่วมงานทุกฝ่ายให้เป็นไปตามมาตรฐานของโครงการ สามารถประสานงานกับผู้ออกแบบในการปรับแก้ไขเนื้อหางาน อัปเดต เชื่อมโยงและรวมไฟล์จากฝ่ายต่าง ๆ เพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการ

❖ รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration)

รูปแบบการทำงานร่วมกันนี้เป็นรูปแบบได้จากการความคาดหวังของเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักและมาตรฐาน เป็นรูปแบบที่พัฒนาจากรูปแบบที่ 3 ในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นมุมมองและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนที่ต้องร่วมมือกันเสนอวิธีการทำงานร่วมกันใน BEP ให้ถูกต้อง ครอบคลุม ชัดเจนในทุกด้านเป็นไปตามมาตรฐาน อีกทั้งทุกฝ่ายในโครงการต้องตระหนักในบทบาทหน้าที่และปฏิบัติตามข้อกำหนดที่ได้ระบุในสัญญาในการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน และเคารพความเป็นเจ้าของข้อมูลและแบบจำลองในการนำไปทำซ้ำหรือแก้ไข ต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการก่อนเสมอ ข้อประเด็นสัญญาระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบขอบเขตอำนาจ หน้าที่ในแต่ละขั้นตอนทำงานของผู้มีส่วนได้ส่วน ระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลในแบบจำลอง รายละเอียดและเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อควรคำนึงในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อให้การทำงานร่วมกันเกิดความชัดเจนและเป็นระบบมากที่สุด ข้อตกลงในการติดต่อสื่อสารแบบเรียลไทม์ สิ่งที่ควรตระหนักในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM จะถูกระบุไว้ในข้อกำหนดก่อนเริ่มทำงาน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการทำงานร่วมกันในอนาคต รูปแบบนี้จึงมีเงื่อนไขในการทำงานร่วมกันมากขึ้นเพื่อสามารถนำมาวางแผน ปรับปรุงพัฒนาในโครงการต่อไปได้ ข้อกำหนดและความเสี่ยงในประเด็นสัญญาจึงถูกทบทวนและปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องอย่างต่อเนื่อง รูปแบบสัญญาถูกพัฒนาในทุกโครงการเพื่อให้บรรลุแนวปฏิบัติ รูปแบบการสื่อสารมีการทบทวนอย่างต่อเนื่องในการสร้างข้อกำหนดและข้อตกลงในการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการทั้งหมด และถูกปรับปรุงและแก้ไขอย่างเหมาะสม รูปแบบนี้มีการวางแผนการจัดการและแก้ไขปัญหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและ

สร้างแบบจำลองแบบเรียลไทม์ วางแผนการจัดการด้านความปลอดภัยของข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการบันทึกสำเนาของการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมดเพื่อความปลอดภัยและการอ้างอิงในอนาคต เทคโนโลยีที่มีอยู่ได้รับการทดสอบ ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกัน การอัปเดตหรือแก้ไขสามารถแจ้งเตือนให้ล่วงรู้ได้ทันที การจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์เป็นระบบที่มีรูปแบบชัดเจน รวมถึงการฝึกสอนได้มีการปรับ แก้ไขให้เหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอในระหว่างโครงการ ไปสู่การทำงานต่อเนื่องในอนาคตได้ ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ประเมินคุณสมบัติและประสบการณ์ในการทำงานของทุกฝ่ายตั้งแต่ต้นเพื่อวางแผนและพัฒนาแผนปฏิบัติงานข้อกำหนด รายละเอียดต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อเป็นบรรทัดฐานให้กับโครงการอื่น

2) ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักในโครงการพบว่าปัจจัยสำคัญที่ทุกฝ่ายเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการของตนนั้น สรุปออกมาเป็น 4 ปัจจัยหลักๆ ตามลำดับดังต่อไปนี้

(1) ปัจจัยด้านทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ (attitude and behavior)

เป็นปัจจัยที่องค์กรเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักเลือกมากที่สุด เพราะทุกฝ่ายมองว่า การจะทำให้โครงการประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับความเต็มใจและพร้อมใจกันของทุกฝ่ายที่มีระบบนิเวศน์ที่แตกต่างกันและการสนับสนุนของบุคคลากรภายในองค์กรด้วยเพื่อให้โครงการประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

(2) ปัจจัยด้านผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM (BIM manager and BIM coordinator)

เป็นปัจจัยที่ถูกเลือกรองมาในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM โดยส่วนใหญ่ปัจจัยนี้ถูกเลือกมากที่สุดจากผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก เนื่องจากในการก่อสร้างจริงนั้นมักจะเจอปัญหาที่เกิดขึ้นที่หน้างานมากมายและ BIM เป็นเทคโนโลยีและกระบวนการทำงานใหม่สำหรับผู้รับจ้างก่อสร้าง ดังนั้นถ้าโครงการที่มีผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM จะทำให้การทำงานร่วมกันในโครงการราบรื่นมากยิ่งขึ้น

(3) ปัจจัยด้านการจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม (software, hardware management and training)

การจัดการด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ หมายถึงกระบวนการวางแผนก่อนก่อสร้างเพื่อจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นของซอฟท์แวร์ที่ใช้ร่วมกัน ฮาร์ดแวร์และเครือข่าย

network ที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน รวมไปถึงการอบรมเพื่อเพิ่มและพัฒนาทักษะด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ หากโครงการที่มีฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการมีความพร้อมด้านฮาร์ดแวร์ที่สามารถรองรับไฟล์แบบจำลองขนาดใหญ่ ซอฟท์แวร์ BIM ที่เข้ากันได้และสามารถส่งต่อแบบจำลองให้กันได้ มีระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต Cloud ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมารองรับ ก็จะทำให้การทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM ราบรื่นมากยิ่งขึ้น

(4) ปัจจัยด้านประเด็นข้อสัญญา (contact issue)

ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับเจ้าของโครงการและที่ปรึกษา ซึ่งโครงการที่เจ้าของโครงการต้องการใช้ BIM ซึ่งจะต้องระบุรูปแบบการส่งมอบแบบจำลอง ข้อกำหนด และรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกัน เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานในการทำงานร่วมกันระหว่างทุกฝ่ายในโครงการ

3) ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM

จากการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์เจ้าของโครงการ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักพบว่า ปัจจุบันปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM แบ่งออกเป็น 4 ปัจจัยหลัก ๆ คือ

(1) ปัจจัยด้านทัศนคติและพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ (attitude and behavior)

ในโครงการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ปัจจัยนี้เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM อย่างมาก เพราะหากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่พร้อมใจที่จะร่วมมือและไม่อยากพัฒนาไปพร้อมกัน จะทำให้เกิดปัญหาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลการทำงานร่วมกันจนทำให้โครงการล่าช้า

(2) ปัจจัยด้านการจัดการซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม (software, hardware management and training)

เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยี BIM ไม่กว้างขวางสำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง อีกทั้งองค์กรที่ขายซอฟท์แวร์ได้กล่าวถึงประโยชน์ของซอฟท์แวร์ BIM เกินกว่าประสิทธิภาพที่สามารถทำได้จริง ๆ การนำซอฟท์แวร์ BIM มางานจึงเกิดปัญหาต่าง ๆ มากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) ปัจจัยด้านผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ((BIM manager and BIM coordinator)

เนื่องจากการนำ BIM มาใช้งานเป็นการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ โครงการที่ไม่มีผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM เพื่อจัดการการสื่อสารประสานงานระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ ทำให้การทำงานร่วมกันเกิดการทำงานซ้ำซ้อน ไม่เป็นระบบ ทำให้เกิดปัญหาทำให้งานล่าช้าได้

(4) ปัจจัยด้านการสื่อสาร (communication)

ปัจจุบันโครงการก่อสร้าง BIM ส่วนใหญ่ยังใช้การติดต่อสื่อสารในรูปแบบเดิม เนื่องจากยังไม่มีระบบกลางที่เสถียรและใช้งานได้ง่าย บางโครงการที่มีการสื่อสารแบบเรียลไทม์ยังคงประสบปัญหาเครือข่ายกลางที่ช้า ทำให้แบบจำลองไม่สามารถอัปเดตได้ทันที จึงทำให้การแก้ไขแบบจำลองจากแต่ละฝ่ายเกิดการทับซ้อนของงานที่เพิ่มเข้าไป ดังนั้นทุกฝ่ายในโครงการจึงต้องตกลงรูปแบบการสื่อสารที่ชัดเจนร่วมกันตั้งแต่ก่อนเริ่มการก่อสร้าง

6.2 กรอบการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ไปใช้งาน

ขั้นตอนการนำรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน มีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ ระบุเป้าหมาย (goal) และการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ (BIM Uses)

ขั้นตอนที่ 2 คือ พิจารณาปัจจัยที่สนับสนุนการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 คือ ออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมกับเป้าหมาย และการนำ BIM ใช้ประโยชน์

ขั้นตอนที่ 4 คือ ระบุแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันที่สนับสนุนรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งจะประกอบไปโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) ต่าง ๆ เพื่อให้เจ้าของโครงการนำไปวางแผนในการบริหารจัดการ โดยขั้นตอนนี้เจ้าของโครงการควรนำไปปรึกษากับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องก่อนจะเริ่มโครงการ

เจ้าของโครงการต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนในการนำ BIM มาใช้งาน การกำหนดวัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ จึงเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินในการงานใช้ BIM ให้สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการ เพื่อตอบสนองความต้องการของเจ้าของโครงการ ซึ่งหลังจากเจ้าของโครงการ

ระบุเป้าหมายและการนำ BIM ไปใช้ประโยชน์ของโครงการแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การพิจารณาปัจจัยที่สนับสนุนให้การนำ BIM มาใช้งานประสบผลสำเร็จ ซึ่งเป็นข้อพิจารณาในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันให้เหมาะสม ประกอบด้วย

1) กระบวนการทำงานร่วมกัน กระบวนการทำงานร่วมกันที่ต้องการเพื่อบรรลุการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ คือกิจกรรมที่แต่ละฝ่ายในโครงการจำเป็นต้องปฏิบัติเพื่อสนับสนุนการนำ BIM มาใช้ประโยชน์

2) ทรัพยากรที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน ทรัพยากรที่จำเป็นในการนำ BIM มาใช้งานในด้านต่าง ๆ ประกอบไปด้วย ทรัพยากรคน เช่น ความสามารถ ทักษะของฝ่ายต่าง ๆ และผู้ประสานงาน ทรัพยากรฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ แอปพลิเคชัน และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลาง ซึ่งในแต่ละประโยชน์จากการนำ BIM มาใช้งานมีความต้องการทรัพยากรที่จำเป็นแตกต่างกัน

3) ประสิทธิภาพของผู้ร่วมงาน ผู้ร่วมงานที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้การนำ BIM มาใช้ประโยชน์สามารถบรรลุเป้าหมายของโครงการได้ การระบุคุณสมบัติ บทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบของผู้ร่วมงานจึงเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสม

การจะบรรลุเป้าหมายของโครงการนั้นเจ้าของโครงการต้องเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันที่สามารถตอบสนองความต้องการของเป้าหมายและการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เป็นเกณฑ์ในการแบ่งรูปแบบ คือทัศนคติและพฤติกรรม ประเด็นข้อสัญญา การสื่อสาร การจัดการด้านซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ การฝึกสอน ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกันที่สามารถสนับสนุนการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ให้บรรลุเป้าหมายได้มากที่สุด ซึ่งแต่ละเป้าหมายของการนำ BIM มาใช้งานมีความต้องการปัจจัยที่สนับสนุนต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทำงานร่วมกันและทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน

1) เป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ

การจะบรรลุเป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ จึงต้องการนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในการประมาณต้นทุน ซึ่งเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบจะต้องวางแผนการจัดการซอฟท์แวร์ที่สามารถประมาณต้นทุนได้และฮาร์ดแวร์ที่มีความจุเพียงพอในการบรรจุข้อมูลวัสดุ เครื่องจักรและราคาในทุกรายละเอียดของแบบจำลองก่อนเริ่มกระบวนการออกแบบ ซึ่งผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักจะต้องมีฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่รองรับแบบจำลองที่มีข้อมูลเพื่อใช้ในการประมาณต้นทุนนี้ โดยทุกฝ่ายในโครงการต้องมีการใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตกลางเป็นพื้นที่ในการทำงานร่วมกันเพื่อทบทวนการออกแบบก่อนเริ่มก่อสร้าง ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ต้องมีความรู้ในกระบวนการทำงาน BIM เพื่อวางแผนประสานงานในการทบทวนการออกแบบร่วมกัน จากความต้องการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดเป็นเงื่อนไขข้อกำหนดที่ตรงกับรูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณา

การ (cooperative BIM collaboration) และรูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration) แต่จากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบในหัวข้อที่ 4.4 แล้วพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมกับเป้าหมายในการลดต้นทุนของโครงการ มากที่สุด คือรูปแบบที่ 3 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ เนื่องจากรูปแบบที่ 4 เป็นรูปแบบที่มีการใช้ต้นทุนมากกว่า เพราะมีค่าใช้จ่ายซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมทุกฝ่ายในการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ดังนั้นรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการจึงเป็นรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมที่สุดกับเป้าหมายลดต้นทุนของโครงการและการนำ BIM ไปใช้ประโยชน์ในการประมาณต้นทุนและการทบทวนการออกแบบ

2) เป้าหมายในการลดเวลาของโครงการ

การบรรลุเป้าหมายการลดเวลารวมของโครงการ การวางแผนและควบคุมแบบจำลอง 4 มิติ จะต้องจัดการในการนำซอฟท์แวร์ที่สามารถเพิ่มตารางเวลาเข้ามาใช้ร่วมกัน ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างจะต้องวางแผนในการส่งต่อไฟล์และการใช้ซอฟท์แวร์ที่มีความเข้ากันก่อนเริ่มโครงการ เช่นเดียวกับการตรวจสอบการชนกันของวัตถุจำเป็นต้องวางแผนการรวมแบบจำลองจากฝ่ายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และแบบจำลองของทุกฝ่ายในโครงการต้องมีความเข้ากันกับซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการตรวจสอบการชนกัน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจึงต้องวางแผนการจัดการการแก้ปัญหาด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่แตกต่างกันเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะไม่สูญหาย และการวางแผนการจัดการด้านฮาร์ดแวร์ซอฟท์แวร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลาง เพื่อใช้ upload แบบจำลองที่มีขนาดใหญ่และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก รวมถึงการจัดการกับข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองเพื่อทบทวนแบบจำลองก่อนส่งการก่อสร้าง รูปแบบที่มีข้อกำหนดที่สนับสนุนรายการดังกล่าว คือรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ 3 และ 4แต่รูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมกับเป้าหมายของโครงการนี้ คือ รูปแบบที่ 4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ เนื่องจากการศึกษาข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบการทำงานร่วมกัน ดังแสดงในหัวข้อที่ 4.4 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ในโครงการระบุว่า หากผู้มีส่วนได้ส่วนได้ส่วนเสียในโครงการสามารถร่วมมือกันได้เต็มรูปแบบ มีการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ การแก้ไขและการอัปเดตสามารถแจ้งเตือนให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องรับรู้ จึงทำให้สามารถร่วมมือกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันทีรวมถึงมีการวางแผนการจัดการในด้านประเด็นข้อสัญญา การติดต่อสื่อสาร การจัดการซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์และการฝึกสอน โดยศึกษาและเรียนรู้จากโครงการในอดีตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ลดเวลาของโครงการได้

3) เป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

โครงการที่ทุกฝ่ายในโครงการมีการใช้ BIM จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทั้งวัฏจักรโครงการ รวมถึงการจัดการอาคารโดยใช้ข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลอง BIM การนำ BIM มาใช้ประโยชน์ในด้านการบันทึกแบบจำลอง ทุกฝ่ายในโครงการจะต้องมีการวางแผนการจัดการในการควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันความสับสนในการบันทึก การย้ายตำแหน่งที่ตั้งไฟล์ การใช้ชื่อซ้ำ ข้อมูลทุกอย่างที่ถูกบันทึกจะต้องกำหนดบุคคลที่สามารถเข้าถึงและนำออกไปใช้ได้เพื่อความปลอดภัยของข้อมูล มีการบริหารจัดการข้อมูล BIM เช่น ข้อมูลที่เข้ามาต้องถูกบันทึกไว้ ต้องทำสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบข้อมูล มีการจัดทำและติดตามเอกสารการเปลี่ยนแปลง และพัฒนางานสร้างแบบจำลองที่แบ่งออกเป็นส่วนๆ ซึ่งผู้จัดการและผู้ประสานงาน BIM จะต้องประสานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งต่อข้อมูล BIM ที่ถูกต้อง และจัดเตรียมข้อมูลประกอบการส่งงานรวมทั้งข้อมูลอาคารเพื่อส่งมอบให้กับเจ้าของโครงการใช้ในการบริหารจัดการอาคารหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ รวมถึงในระหว่างการก่อสร้างข้อมูลที่จำเป็นจะต้องถูกบันทึกอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะต้องปรับและพัฒนารูปแบบการอบรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่เจอในระหว่างโครงการไปสู่การทำงานต่อเนื่องในอนาคต ดังนั้นรูปแบบที่เหมาะสมกับเป้าหมายในประสิทธิภาพของโครงการและการจัดการสถานที่ในการบำรุงรักษา โดยใช้ประโยชน์จากการนำ BIM มาใช้ในการทบทวนการออกแบบ การตรวจสอบการชนกันของวัตถุ การบันทึกข้อมูลแบบจำลองและการบริหารจัดการอาคาร คือรูปแบบที่4 รูปแบบการทำงานร่วมกันแบบเต็มรูปแบบ (full BIM collaboration)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 แนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

การนำรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ที่เหมาะสมมาเป็นแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการนั้นมีความต้องการในการใช้โครงสร้างพื้นฐานในการทำงานร่วมกันที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย

1) ความสามารถที่จำเป็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานก่อสร้าง หลักสำคัญของการจัดการ คือการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในโครงการก่อสร้าง คือ คน เงิน วัสดุ และเครื่องจักร มาดำเนินการให้มีประสิทธิภาพ เพื่อบรรลุเป้าหมายตามของโครงการ การบริหารจัดการคนจึงเป็นสิ่งแรกที่ควรจัดการในการทำงานร่วมกัน

(1.1) ลักษณะของผู้ร่วมงาน

การระบุลักษณะของผู้ร่วมงาน ทักษะที่จำเป็นจะช่วยให้การทำงานร่วมกันเป็นไปตามรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ออกแบบไว้ และบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในโครงการควรมีการระบุไว้ในสัญญาก่อนเริ่มโครงการ เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการปฏิบัติงาน ลดการทำงานซ้ำซ้อน

(1.2) การอบรม

หลังจากการระบุลักษณะของผู้ร่วมงาน ทักษะ และบทบาทความรับผิดชอบของผู้ร่วมงานแต่ละฝ่ายเพื่อให้การนำ BIM มาใช้ประโยชน์ได้ตรงกับเป้าหมายและรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เหมาะสมแล้ว การอบรมก็เป็นส่วนหนึ่งในการบรรลุวัตถุประสงค์ โดยการเพิ่มทักษะในการใช้ซอฟท์แวร์ แอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจ และความพร้อมของผู้ร่วมงานฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการ

2) ทรัพยากรที่จำเป็น

นอกจากทรัพยากรคนแล้ว ทรัพยากรที่จำเป็นในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ยังประกอบด้วยซอฟท์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น สัญญา มาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่เจ้าของโครงการ และฝ่ายต่าง ๆ ในโครงการจำเป็นต้องกำหนดกลยุทธ์ในการใช้ทรัพยากรร่วมกัน เพื่อนำไปวางแผนในการบริหารทรัพยากรที่มีอยู่ให้บรรลุรูปแบบการทำงานร่วมกันที่ได้ออกแบบไว้

6.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประโยชน์ที่เจ้าของโครงการจะได้รับจากงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1) เพื่อช่วยแนะนำเจ้าของโครงการในการออกแบบรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ให้เหมาะสมกับระบบนิเวศน์ที่มีอยู่
2) เพื่อใช้วางแผนการจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (เสมือนการกำหนดระดับรูปแบบการทำงานร่วมกันในการเริ่มต้น)

6.5 ข้อจำกัดในงานวิจัย

1) เนื่องจากมีเวลาจำกัดในการทำงานวิจัยทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนหนึ่ง ข้อมูลที่วิเคราะห์และสรุปออกมานี้จึงมาจากข้อมูลนี้เท่านั้น

2) เนื่องจากปัจจุบันยังมีผู้เชี่ยวชาญในองค์กรเจ้าของโครงการไม่มาก จึงมีเพียงผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรเจ้าของโครงการ และที่ปรึกษาเพียง 4 ผู้เชี่ยวชาญจาก 4 องค์กรเท่านั้นในการตรวจสอบความใช้ได้ของแบบประเมินรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
3) ปัจจุบันไม่มีมาตรฐาน BIM ของประเทศไทยที่บังคับใช้เพื่อการทำงานร่วมกัน ดังนั้นข้อมูลส่วนใหญ่จึงนำมาจากหลากหลายมาตรฐานโดยอ้างอิงมาตรฐานต่างประเทศเป็นหลัก
4) เนื่องจากปัจจุบัน BIM เป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้นในอุตสาหกรรมการก่อสร้างอย่างรวดเร็ว และมีเทคโนโลยีจากหลากหลายค่ายเข้ามาสนับสนุน ดังนั้นข้อมูลบางส่วนที่ได้สัมภาษณ์อาจไม่ตรงกับสถานการณ์ปัจจุบัน

6.6 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการวางแผนการจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เป็นแนวคิดเพื่อช่วยเจ้าของโครงการเตรียมความพร้อม กำหนดทิศทางของการวางแผนในการทำงานร่วมกันก่อนเริ่มโครงการ โดยเนื้อหาในงานวิจัยนี้อาจไม่ได้ลงลึกถึงรายละเอียดในโครงการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructures) หรือบ้าน เนื่องจากเน้นในงานก่อสร้างอาคารเท่านั้น เพราะฉะนั้นงานวิจัยในอนาคตควรจะศึกษาเพิ่มเติมในโครงการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructures) หรือบ้าน อีกทั้งในโครงการมีผู้ร่วมงานหลากหลายฝ่าย แต่งานวิจัยนี้เน้นไปที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักคือเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลักเท่านั้น งานวิจัยในอนาคตควรพัฒนาให้เหมาะสมสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดในโครงการ

ผู้วิจัยจึงอยากผลักดันให้การวางแผนบริหารจัดการการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM ให้มีมาตรฐานที่ใช้ร่วมกันเพื่อให้ง่าย มีประสิทธิภาพ และเข้าใจตรงกันในการทำงานร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ BIM เพื่อให้ BIM เป็นที่แพร่หลาย และใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

Adler, Heckscher, C., & Prusak, L. (2011). Building a Collaborative Enterprise.

Andrew, H., & Ryan, M. (2014). Digitally Designing Collaboration Computational approaches to process, practice and product

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.

BCA. (2013). Singapore BIM Guide - Version 2.

Bouchlaghem, D. (2012). *Collaborative working in construction*. USA and Canada: SPON Press.

CIC. (2010). BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.0.

Dakhil, A., Jasim,. (2017). Building Information Modelling (BIM) Maturity - Benefits assessment relationship framework for construction clients.

Dash, S. N., & PMP, P. (2015). PMBOK Guide 5th Edition and Oracle Primavera P6: A Practical Step by Step Approach for Time Management.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. In.

Koppula, S. (2012). BIM Collaboration.

Kumar, N., Scheer, L., K. ,, & Steenkamp, J.-B., E. ,M. ,. (1995). The Effects of Perceived Interdependence on Dealer Attitudes. In.

Liu, Y., Nederveen, S., van, , & Hertogh, M. (2017). Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China. *International Journal of Project Management,* 35(4), 686-698. doi:10.1016/j.ijproman.2016.06.007

Liu, Y., van Nederveen, S., & Hertogh, M. (2017). Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China. *International Journal of Project Management,* 35(4), 686-698. doi:10.1016/j.ijproman.2016.06.007

Malacarne, G., & Matt, D. (2015). The BIM Approach and Stakeholders Integration in the AEC Sector – Benefits and Obstacles in South Tyrolean Context.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Merschbrock., C., & Munkvold, B., Erik,. (2015). Effective Digital Collaboration in The Construction Industry – A Case Study of BIM Deployment in a Hospital Construction Project. *Computers in Industry,* 73, 1-7. doi:10.1016/j.compind.2015.07.003

NIBS. (2007). National Building Information Modeling Standard™.

NIBS. (2012). National BIM Standard - United States™ Version 2.

Rowlinson, S. (2013). BIM Collaboration a conceptual model and its characteristics

Tarandi, V. (2015). A BIM Collaboration Lab for Improved through Life Support. *Procedia Economics and Finance,* 21, 383-390. doi:10.1016/s2212-5671(15)00190-2

The AEC. (2012). AEC (UK) BIM Protocol Version 2.

The British Standards Institution. (2018). Specification for collaborative sharing and use of structured Health and Safety information using BI.

นนทวัตร กมลวัชรชัย. (2559). รูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กรด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2560). *Thailand BIM Adoption Guide*.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมป์. (2558a). Thailand BIM Guideline.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมป์. (2558b). การศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
การสร้างแนวคิด และการจัดทำแนวคำถามสำหรับการสัมภาษณ์

การเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญจากทั้งหมด 9 องค์กรที่มีบทบาท และประเภทขององค์กรที่แตกต่างกัน ตามที่ระบุในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นจากทัศนคติขององค์กร และรายละเอียดข้อมูลของโครงการส่วนใหญ่ในแต่ละองค์กรเป็นหลัก เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเป็นหลัก

การจัดทำแนวคำถามสำหรับการสัมภาษณ์

การจัดทำแนวคำถามสำหรับสัมภาษณ์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดทิศทาง และขอบเขตของการรวบรวมข้อมูล สำหรับแนวคิดในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเริ่มการก่อสร้าง และช่วงระหว่างก่อสร้าง โดยรายละเอียดจะมีการพิจารณาจากปัจจัยที่สำคัญในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกัน และอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถเลือกรูปแบบในการทำงานที่เหมาะสมได้ ซึ่งจะได้จากการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากองค์กรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM และจากวิทยานิพนธ์ หนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันในโครงการ โดยมีแนวคำถามที่มีประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

- ประวัติขององค์กร และโครงการที่ทำโดยใช้ BIM
- วัตถุประสงค์ ขอบเขต ความต้องการ ในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
- ทัศนคติขององค์กรที่มีต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการทำงานร่วมกัน และทัศนคติที่มีต่อการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
- ขั้นตอนในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM (BIM collaboration issuess)
- รูปแบบสัญญา และรายละเอียดข้อกำหนดในสัญญาที่เกี่ยวข้องกับทำงานร่วมกันในโครงการ BIM
- มาตรฐานที่ใช้ในการทำงาน และการทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆในโครงการ BIM
- การสื่อสารในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆในโครงการ BIM และการแลกเปลี่ยนข้อมูล
- การจัดการเทคโนโลยี เครื่องมือ และข้อมูลสารสนเทศ (technical and information issuess)
- ข้อดี และข้อเสียของรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ขององค์กร
- ปัจจัยในเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันแบบนี้ในโครงการ BIM
- ปัจจัยอะไรที่เป็นอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถพัฒนาการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข ผลการสัมภาษณ์แนวคิดการนำ BIM มาใช้งาน

ประวัติความเป็นมาของผู้ให้ข้อมูล โดยการสัมภาษณ์เน้นที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักทั้งหมด 9 องค์กร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- องค์กรที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ A

  องค์กรมีลักษณะเป็นผู้พัฒนาอสังหาฯ (developer) และมีบทบาทหลักคือเจ้าของโครงการ โครงการส่วนใหญ่เน้นอาคารสูง เช่น อาคารชุด (condominium) ฯลฯ องค์กรเริ่มใช้ BIM มาประมาณ 6-7 ปี โดยใช้ระบบในการบริหารแบบ top-down คือผู้บริหารเป็นผู้ออกคำสั่งให้ใช้ BIM หลังจากนั้นจึงริเริ่มจ้างที่ปรึกษา (consult) มาช่วย ทั้งยังบังคับผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก ให้ใช้ โดยการเพิ่มค่าจ้างพิเศษ (fee) ที่ปรึกษา เพื่อช่วยเหลือให้คำปรึกษาผู้แก่ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก

- องค์กรที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ B

  องค์กรมีลักษณะคล้ายกับองค์กรที่1 คือเป็นผู้พัฒนาอสังหาฯ ซึ่งมีบทบาทหลักคือเจ้าของโครงการ โครงการส่วนใหญ่ขององค์กรที่ 2 คืออาคารสูง เช่น อาคารชุด (condominium) ฯลฯ องค์กรมีการบริหารแบบ top-down คือผู้บริหารต้องการให้ใช้ BIM รวมถึงการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ใช้ระบบ partnership คือช่วยเหลือและคัดเลือกผู้ที่ทำงานร่วมกันจากบริษัทที่อยู่ในระบบ partnership เพื่อความไว้วางใจในการทำงานที่ง่ายขึ้น ริเริ่มใช้ BIM ตั้งแต่ปี 2014 เริ่มจากแผนก R&D (Research Development) โดยสร้างแผนก BIM ขึ้นมา รวมทั้งจ้างที่ปรึกษาเพื่อทำโครงการนำร่อง (piot project) เริ่มทำแค่ 1 ชั้นของโครงการแอสตันอโศกเท่านั้น หลังจากนั้นจึงบังคับให้ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างหลักที่จะทำงานร่วมกันใช้ BIM ซึ่งทางองค์กรเองจะเป็นที่ปรึกษาให้ในกรณีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่มีความรู้ BIM

- องค์กรที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ C

  องค์กรเป็นทั้งผู้ออกแบบ และที่ปรึกษา ซึ่งโครงการส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นอาคาร ห้างสรรพสินค้า และโครงสร้างพื้นฐาน อาทิ สถานีรถไฟฟ้า สะพาน เป็นต้น มีการใช้ BIM มา 15 ปี โดยเริ่มจากองค์กรแม่ที่ต่างประเทศ (cooperate firm) ใช้ก่อน หลังจากนั้นองค์กรในไทยจึงเริ่มต้นโดยการเป็นผู้นำเอง และไม่มีการจ้างที่ปรึกษา เพราะผู้บริหารเห็นถึงประโยชน์ของการใช้ BIM จึงมีการเสนอให้องค์กรในไทยใช้ องค์กรที่ 3 เป็นองค์กรผู้ออกแบบที่มีความเข้าใจ และริเริ่มในการนำ BIM เข้ามาใช้ในไทยเป็นองค์กรแรกๆ โดยเริ่มจากการสร้าง BIM department ซึ่งทางองค์กรเองมีความต้องการในการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทำงานโดยใช้ BIM ร่วมกับองค์กรอื่น ๆ ทั้งยังเป็นที่ปรึกษาให้กับองค์กรอื่น ๆด้วย องค์กรมีการจัดทำ workshop สำหรับองค์กรที่ต้องการริเริ่ม และไม่เข้าใจในการเริ่มต้น โดยแทบทุกโครงการขององค์กรมีการใช้ BIM ซึ่งขึ้นอยู่กับเจ้าของโครงการ ปัจจุบันองค์กรใช้ BIM เป็นบรรทัดฐาน (norm) ภายในองค์กร ถึงแม้เจ้าของไม่ต้องการให้ใช้ BIM

- องค์กรที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญ D

  ลักษณะขององค์กรคือองค์กรผู้ออกแบบ โครงการส่วนใหญ่ขององค์กรเป็นบ้านจัดสรร อาคารชุด และอาคารสูง ปัจจุบันองค์กรใช้ BIM มาแล้วเป็นระยะเวลา 6 ปี เพราะผู้บริหารเล็งเห็นถึงประโยชน์ว่า BIM สามารถช่วยผู้ออกแบบในด้านการมองเห็นภาพสามมิติ จึงทำให้การทำงานง่ายขึ้น และส่วนใหญ่เจ้าของโครงการจากต่างประเทศต้องการให้ใช้ องค์กรมีการบริหารในลักษณะ top-down โดยการสร้าง BIM team จากฝั่งสถาปนิกก่อน ตามมาด้วยฝั่งวิศวกร โดยเริ่มจากโปรเจคเล็ก ๆ ซึ่งค่อยๆ อบรมเป็นกลุ่มๆไป เด็กใหม่ที่เข้ามาจะทำงานโดยใช้ BIM เลย การเริ่มต้นใช้ BIM ทำงานเริ่มด้วยองค์กรเอง ปัจจุบันองค์กรกำลังจะจ้างที่ปรึกษาให้จัดทำมาตรฐานของตนเอง ซึ่งมีสัดส่วนโครงการที่ใช้ BIM ขององค์กร เพียง 10% เท่านั้น

- องค์กรที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ E

  องค์กรที่เป็นทั้งผู้ออกแบบ และรับจ้างก่อสร้าง ลักษณะของโครงการคืองานอะลูมิเนียม และอาคารสำเร็จรูป องค์กรเริ่มใช้ BIM ในด้านการประมาณราคา การออกแบบ การนำเสนอ การทำ shop drawing และการติดตั้ง โดยผู้จัดการโครงการมองเห็นปัญหาในการขนส่งและมองเห็นแนวโน้มของข้อดีของ BIM องค์กรจึงเริ่มจากการเรียนรู้เอง ไม่มีการจ้างที่ปรึกษา องค์กรบังคับให้พนักงานในองค์กรใช้ BIM เกือบทุกคน องค์กรมองว่าทุกคนที่ทำงานร่วมกันไม่มีการต่อต้าน เพราะทุกคนมองเห็นถึงการเพิ่มมูลค่าของมัน ซึ่งช่วงแรกองค์กรเจอปัญหามากมายในการเริ่มใช้ BIM ไม่ว่าจะเป็นการกระทบต่อเวลาทำให้เวลารวมในโครงการเพิ่มขึ้น และการเพิ่มต้นทุน

- องค์กรที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญ F

  องค์กรเป็นผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก (main contractor) ลักษณะโครงการขององค์กรคืออาคาร และโครงสร้างพื้นฐาน องค์กรมีการริเริ่มใช้ BIM มาเป็นระยะเวลา 3 ปี โดยเริ่มจากผู้บริหารต้องการใช้ จึงเริ่มจากการสร้างทีมสถาปนิก 2 คน และ draft man 5-6 คน โดยให้เขียนแบบจำลอง BIM 1 วันต่ออาทิตย์ ประกอบกับองค์กรมีการศึกษาการใช้งาน BIM เอง และมีการจ้างที่ปรึกษามาช่วย องค์กรเน้นพัฒนาด้านการอบรม ปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์กรมี 2 โครงการที่ใช้ BIM คือโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และอาคารที่จังหวัดขอนแก่น เพราะเจ้าของต้องการให้ใช้ BIM

- องค์กรที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ G

  องค์กรเป็นทั้งผู้รับจ้างหลัก ลักษณะของโครงการเป็นอาคาร อาคารชุด และโครงสร้างพื้นฐาน เช่น โครงการรถไฟฟ้าสายสีเหลือง เป็นต้น มีการเริ่มใช้ BIM มากว่า 5 ปี โดยเริ่มจากเจ้าของโครงการต้องการให้ส่งมอบแบบจำลอง BIM ผู้นำโครงการจึงนำเรื่องนี้ปรึกษาผู้บริหารองค์กรโดยทำให้เห็นถึงประโยชน์ และต้นทุนที่จะลดลง หลังจากนั้นองค์กรจึงตั้งทีม BIM ขึ้นมา ซึ่งเริ่มจากการจ้างที่ปรึกษามาช่วย support ในด้านการอบรม ด้านการสร้าง protocols และ BEP รวมทั้งความสำนึกรู้อีกด้วย อีกทั้งยังบังคับให้พนักงานในส่วนวิศวกรทุกคนใช้ซอฟท์แวร์ BIM ปัจจุบันองค์กรไม่มีการจ้างที่ปรึกษา แต่ยังเป็นที่ปรึกษาให้กับองค์กรอื่น ๆ อีกด้วย บางโครงการที่ไม่ใหญ่จะมีการจ้างองค์กรข้างนอก (outsource) เพื่อทำแบบจำลองส่วนองค์กรจะเป็นผู้ประสาน และที่ปรึกษาให้กับองค์กรข้างนอกที่จ้างมา ปัจจุบันภายในองค์กรมีบุคคลที่ทำ BIM ประมาณ 200-300 คน

- องค์กรที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญ H

  องค์กรที่ 9 เป็นองค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก ลักษณะของโครงการคืออาคารสูง ห้างสรรพสินค้า และโครงสร้างพื้นฐาน องค์กรเริ่มใช้ BIM มาเป็นระยะเวลา 7 ปี ซึ่งเริ่มจากผู้จัดการโครงการมีนโยบายให้เลิกใช้ CAD และบังคับให้พนักงานใช้ BIM จึงตั้งแผนกอบรมขึ้นมา โดยการอบรมให้พนักงานทั้งบริษัทก่อนเริ่มโครงการ ส่วนใหญ่องค์กรใช้ BIM เพื่อแก้ปัญหาไม่ว่าจะเป็นการชนกันของแบบจำลองสถาปัตย์ โครงสร้าง องค์กรใช้ BIM ในเกือบทุกโครงการถึงแม้เจ้าของโครงการจะไม่ต้องการให้ใช้ BIM ก็ตาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- องค์กรที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญ I

  องค์กรที่ 9 เป็นองค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก ลักษณะโครงการส่วนใหญ่ขององค์กรคือ อาคารสูง ห้างสรรพสินค้า อาคารชุด องค์กรมีการใช้ BIM มาเป็นระยะเวลาเกือบ 10 ปี โดยเริ่มจากการตั้ง BIM ทีม และจัดหาองค์กรที่เชี่ยวชาญด้าน BIM มาอบรมพนักงาน BIM ทีมจะดึงคนจากแต่ละแผนก แผนกละ 15 คน เพื่อมารับการอบรม โดยมีแผนกอบรมเป็นแผนกกลางที่คอยเป็นผู้ประสานงาน (BIM coordinate) เพื่อช่วยในการอบรม แก้ไขปัญหาที่ และแก้งานที่ล่าช้าจากแบบจำลอง BIM หลังจากอบรมแล้ว ทีม BIM จะส่งบุคคลที่ได้รับการอบรมแล้วกลับไปยังแผนกของคนนั้น ๆ และให้คนนั้นคอยเป็นผู้นำในด้าน BIM องค์กรเองเริ่มการใช้งาน BIM เองเป็น leader เองโดยไม่มีการจ้างที่ปรึกษา ส่วนใหญ่องค์กรจะใช้ BIM เฉพาะโครงการที่เจ้าของโครงการต้องการให้ใช้ BIM

ภาคผนวก ค

ผลการสัมภาษณ์แนวคิดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

แนวคิดการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ถูกรวบรวมจากการสัมภาษณ์ทั้งหมด 9 องค์กร ซึ่งมีประเด็นสำคัญดังภาคผนวก ก ดังนี้

ตารางที่ ค แนวคิดการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM ขององค์กรที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ A

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
เจ้าของโครงการบังคับให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลักส่งมอบแบบจำลอง BIM	โครงการส่วนใหญ่ระบุในสัญญาว่าต้องส่งมอบแบบจำลอง BIM เกือบทุกโครงการ องค์กรมีการระบุ BEP ในสัญญาให้ผู้ออกแบบ ซึ่งจะระบุให้ผู้ออกแบบทำแบบจำลอง BIM สำหรับงานก่อสร้าง และส่งมอบให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก และผู้รับจ้างก่อสร้างหลักต้องส่งแบบจำลองก่อสร้างจริง (as-built BIM) และองค์กรได้นำมาตรฐาน BIM จากฝั่งยุโรปเข้ามาปรับใช้	โครงการส่วนใหญ่ขององค์กรมีการสื่อสารในการแลกเปลี่ยนข้อมูลคือการส่งมอบงานผ่าน cloud และแอปพลิเคชัน BIM 360°กับผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้าง แจ้งข่าวสารผ่านอีเมล และแอปพลิเคชันไลน์ โครงการมีการประชุมทุกอาทิตย์โดยใช้บอร์ดในการติดตามงาน	มีการจัดการฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ BIM ที่จะใช้ร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ แลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้ และบางครั้งมีการส่งต่อเป็นไฟล์ IFC เพื่อใช้ร่วมกับซอฟท์แวร์อื่น ๆ	องค์กรจ้างองค์กรที่ปรึกษาเพื่อเป็นผู้ประสานงานในโครงการ ผู้ประสานงาน BIM ทำหน้าที่วางแผนและประสานงานไม่ว่าจะเป็นการส่งต่อข้อมูล การติดต่อสื่อสาร การจัดประชุม การแก้ไขแบบจำลอง เอกสาร การตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบจำลองการติดตามงาน และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ B

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรเจ้าของโครงการที่เต็มใจและอยากจะพัฒนาการใช้ BIM โดยผู้บริหารองค์กรอยากยกระดับ BIM ให้มีในทุกโครงการ ทำให้ก่อนเริ่มโครงการจะมีการสร้าง BEP และนโยบายที่ชัดเจนตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ	เนื่องจากองค์กรที่ใช้ระบบหุ้นส่วน (partnership) ในการคัดเลือกผู้ออกแบบ และผู้ก่อสร้างหลักที่จะมาร่วมงานด้วย ดังนั้นกระบวนการทำงานจึงเริ่มจากการคัดเลือกผู้รับจ้างก่อสร้างหลักก่อน จากนั้นจึงคัดสรรหาผู้ออกแบบ โดยก่อนเริ่มโครงการได้มีการประชุมให้ผู้รับจ้างก่อสร้างช่วยดูแบบจำลอง BIM ของผู้ออกแบบว่าสามารถสร้างได้จริงหรือไม่ โดยให้ผู้ออกแบบสร้างแบบจำลอง BIM สำหรับก่อสร้างจริงให้ผู้รับจ้างก่อสร้าง หลังจากนั้นผู้รับจ้างก่อสร้างหลักจะสร้างแบบจำลอง as-built BIM ส่งมอบให้องค์กร โดยรูปแบบสัญญาในการทำงานร่วมกันส่วนใหญ่เป็นรูปแบบออกแบบ-ประมูล-ก่อสร้าง (design-bid-build) อีกทั้งองค์กรยังมีการสร้าง BEP ขององค์กรเองให้กับผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้าง โดยอ้างอิง และนำมาตรฐานต่างประเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับโครงการตนเอง	การทำงานร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านระบบ cloud และใช้แอปพลิเคชัน BIM 360 doc โครงการส่วนใหญ่มีการวางแผนก่อนเริ่มงานโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะประชุมอาทิตย์ละ 2 วันกับผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก หลังจากเริ่มโครงการผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะมีการประชุมอาทิตยละ 1 ครั้งเพื่อติดตามงาน และพูดคุย (discuss) ประเด็นที่ต้องแก้ไข	องค์กรจะมีการจัดการด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ก่อนเริ่มโครงการ โดยสร้าง พื้นฐาน folder เป็น 2 folder คือ active model (real) เพื่ออัพเดทงานแบบ real time และ folder for submission สำหรับผู้รับเหมาในการนำแบบไปสร้างและแก้ไข อีกทั้งองค์กรเองได้เป็นที่ปรึกษาให้กับองค์กรที่อยู่ในระบบ partnership ทั้งยังได้สร้าง BIM academy เพื่ออบรมและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับ BIM ให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ	ในโครงการส่วนใหญ่องค์กรจะมีผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM ทุกโครงการ เพื่อคอยประสานงานแก้ไขปัญหาระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ C

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรผู้ออกแบบที่มีความเข้าใจ และริเริ่มในการนำ BIM เข้ามาใช้ในไทยเป็นองค์กรแรกๆ องค์กรมีความต้องการในการทำงานร่วมกับองค์กรอื่น ๆ และเป็นที่ปรึกษาให้กับองค์กรเจ้าของโครงการ และองค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างหลักด้วย	สัญญาส่วนใหญ่ถูกระบุโดยองค์กรเจ้าของโครงการ องค์กรไม่มีการสร้าง BEP ขององค์กรเอง เพราะองค์กรมองว่า BEP คือ framework สิ่งที่ BEP ไม่มีคือวิธีการทำงาน องค์กรจึงนำรูปแบบการทำงานร่วมกันมาจากองค์กรแม่ (cooperate firm) ซึ่งมีการเริ่มใช้ก่อน จึงได้นำมาตรฐานขององค์กรแม่มาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย โดยการผสมระหว่าง In house คือมาตรฐานนิวซีแลนด์กับอเมริกาหรือสิงคโปร์บ้าง โดยนำมาบางเรื่องที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้กับโครงการ BIM ในประเทศไทย	โครงการส่วนใหญ่มีรูปแบบการติดต่อสื่อสารคือ design meeting , กระบวนการ coordination ตามปกติ มีการประชุมแบบ face to face สัปดาห์ละครั้ง แอปพลิเคชันที่ใช้ในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ cloud, BIM 360 และ BIM track องค์กรมีการจัด workshop live คือจัดทำห้องสำหรับการประชุมและส่งแบบจำลอง BIM โดยใช้ VR (virtual reality) เพื่อจะได้ดูแบบจำลอง และพูดคุยไปพร้อมกัน แทนการส่งไฟล์ pdf หรือแบบจำลองสองมิติ	องค์กรมีการวางแผนการจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์เพื่อให้เข้ากันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆอีกทั้งยังมีการจัดทำ workshop สำหรับองค์กรที่ต้องการริเริ่มและไม่เข้าใจในการเริ่มต้น โดยแทบทุกโครงการมีการใช้ BIM เป็นบรรทัดฐาน (norm) ถึงแม้เจ้าของโครงการไม่ต้องการให้ใช้ก็ตาม	องค์กรเองมี design BIM lead, BIM manager ที่คอยจัดการ และแก้ไขปัญหาการสื่อสารไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการทำงานซ้ำซ้อน

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญ D

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรมีความเต็มใจที่อยากจะพัฒนาการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM เพราะผู้บริหารเล็งเห็นถึงประโยชน์ว่า BIM สามารถช่วยผู้ออกแบบในด้านการมองเห็นภาพสามมิติ	ผู้ออกแบบใช้แบบจำลอง BIM ตั้งแต่ขั้นตอนก่อนการก่อสร้าง และระหว่างก่อสร้าง (detail design) โดยรับงานจากฝั่งองค์กรร่วม (สถาปนิก) หลังจากนั้นองค์กรออกแบบโครงสร้าง และส่งแบบจำลองไปยังองค์กรร่วมเพื่อออกแบบแบบจำลอง MEP องค์กรเป็นทั้ง BIM coordinate ในการรวมไฟล์จากทั้งองค์กรร่วม (สถาปนิก) และองค์กรร่วม (MEP) โดยใช้แอปพลิเคชันในเครือของ Autodesk องค์กรได้สร้าง BEP ขององค์กรเองเพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ โดยได้นำมาตรฐานจากประเทศอเมริกา เพราะโครงการส่วนใหญ่อยู่ต่างประเทศ และมาตรฐานของไทยยังไม่ชัดเจน ทาง	องค์กรเองมีการติดต่อสื่อสาร 3 รูปแบบ คือ 1) ไม่ต้องการใช้ BIM จึงส่งงานกันผ่าน server และแจ้งเตือนทางอีเมล 2) ไม่ต้องการใช้ BIM แต่องค์กรเองอยากจะใช้จึงส่งงานผ่านระบบ offline คือแอปพลิเคชันไลน์หรืออีเมล 3) ต้องการใช้ BIM (ส่วนใหญ่เป็นงานต่างประเทศ) จึงทำงานร่วมกันผ่านแอปพลิเคชัน BIM 360 และระบบ cloud ซึ่งทุกรูปแบบจะมีการประชุมทุกอาทิตย์ องค์กรจ้างที่ปรึกษามาเป็นผู้ประสานงานระหว่างองค์กรแต่ละฝั่งเอง และระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ	องค์กรมีการจัดการด้านซอฟท์แวร์ให้เข้ากันได้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยการใช้ซอฟท์แวร์จากค่าย Autodesk และการส่งต่อไฟล์ IFC	โครงการส่วนใหญ่ขององค์กรมีทั้งมีและไม่มีผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM องค์กรเองจึงเป็นผู้ประสานงานในการส่งต่อไฟล์ การรวมไฟล์จากผู้ออกแบบหลากหลายฝ่าย

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ E

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรเป็นทั้งผู้ออกแบบ และติดตั้งโครงสร้างเหล็กอลูมิเนียม ซึ่งมีการใช้ BIM ตั้งแต่กระบวนการประมาณราคา (cost estimation) เพราะ BIM เข้ามาช่วยในการคาดคะเนราคาที่ชัดเจน รวมไปถึงใช้แบบจำลอง BIM ในการออกแบบเพื่อลดข้อผิดพลาดในการติดตั้งมากถึง 25% หลังจากนั้นจึงส่งแบบจำลองให้โรงงานสร้าง และติดตั้งโดยการส่งเป็นแบบ 2D หลังจากนั้นโรงงานจะนำแบบ 2D มาสร้างเป็น 3D และนำมาเปรียบเทียบกัน ทำให้เห็นข้อผิดพลาดชัดเจนก่อนการสร้าง และติดตั้งหน้างานจริง องค์กรมองเห็นว่าช่วยลดข้อผิดพลาด (error) จาก 30% เหลือเพียงน้อยกว่า 5% โดยเป็นองค์กรที่มีการใช้ BIM เองโดยที่เจ้าของไม่ต้องการให้ใช้ BIM ก็ตาม	ปัจจุบันโครงการที่ทำอยู่ไม่มีการสร้าง BEP ของโครงการ และโครงการส่วนใหญ่ยังไม่มีการปฏิบัติตามมาตรฐาน มีการปรับและประยุกต์ใช้ของตนเอง	การติดต่อสื่อสารกันในโครงการส่วนใหญ่ส่งแบบจำลองให้เจ้าของโครงการผ่าน email, transmitting list ไม่มีการใช้ระบบ cloud เพื่ออัปเดตหรือติดตามงาน	เนื่องจากองค์กรเองเป็นทั้งผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้าง และโครงการส่วนใหญ่คือเจ้าของไม่มีความต้องการใช้ BIM จึงไม่มีการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ก่อนเริ่มโครงการ รวมถึงไม่มีการอบรมให้กับพนักงาน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยพนักงานจะเป็นผู้ศึกษา และเรียนรู้เอง	โครงการส่วนใหญ่ขององค์กรไม่มีผู้ประสานงาน BIM ทำให้เกิดความไม่เข้าใจ และความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญ F

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างโครงการส่วนใหญ่คือเจ้าของโครงการต้องการให้ใช้ BIM มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM น้อย เนื่องจากมีโครงการเพียง 1-2 โครงการเท่านั้นแต่มีBEP ของตนเองทำให้สามารถช่วยแนะนำผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้ทำตามด้วย	องค์กรเองมี BEP ของตัวเอง โดยเน้นที่ประเภทของไฟล์ที่ต้องการ และรูปแบบของไฟล์ในการใช้ร่วมกัน เพื่อช่วยแนะนำผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้ทำตามได้ โดยช่วงแรกได้ปฏิบัติตาม Thailand BIM guide และช่วงหลังจนถึงปัจจุบันได้เริ่มศึกษา Singapore BIM guide เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการทำงานร่วมกัน และการทำงานโดยใช้ BIM	องค์กรมีการติดต่อสื่อสารในโครงการ (BIM coordinate meeting) คือการประชุมทุกวันจันทร์ ในทุกอาทิตย์ ซึ่งมีการคุยกันภายในก่อนผ่าน server ก่อนส่งงานผ่านระบบ cloud ทำให้ไม่ยุ่งยากและชัดเจน โดยใช้ BIM 360 เป็นหลักในการทำงานร่วมกันในหน้างานของโครงการ	องค์กรยังไม่มีการวางแผนในการจัดการด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ ก่อนเริ่มโครงการ อีกทั้งยังไม่มีการอบรมเข้ามาในกลยุทธ์ของโครงการ	ผู้จัดการโครงการ BIM ยังไม่สามารถจัดการเรื่องการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม เนื่องจากยังมีประสบการณ์ที่น้อย ทำให้การทำงานในโครงการยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้ราบลื่นได้

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ G

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างที่มีประสบการณ์ในการใช้ BIM มามากกว่า 5 ปี มีความสามารถ และความรู้ในการทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการเป็นอย่างดี ทั้งยังเป็นที่ปรึกษาให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	องค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างหลักที่มีกระบวนการทำงานร่วมกันในโครงการก่อสร้างที่ใช้ BIM คือเริ่มจากรับแบบมาจากผู้ออกแบบแต่ไม่ได้นำมาทำต่อเลย แต่จะนำแบบ 2D มาสร้างแบบแบบจำลอง BIM 3D ขึ้นมาเอง เนื่องจากแบบที่ผู้ออกแบบให้มานั้นไม่สามารถสร้างจริงได้ และไม่ได้ตรวจสอบการชนกันมาอย่างละเอียด เนื่องจากบางส่วนของทำแค่แบบจำลองเพื่อส่งมอบให้เจ้าของโครงการเท่านั้น องค์กรจะนำแค่ข้อมูลจากแบบจำลอง (BIM Information) ของผู้ออกแบบมาเท่านั้น องค์กรได้ทำ BEP manual และ started handbook ของตัวเอง ไม่มีการปฏิบัติตามมาตรฐานใด ๆ แต่พัฒนา manual ของตัวเองขึ้นมาจากประสบการณ์	การติดต่อสื่อสารมีการประชุมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบ้าง และมีการส่งอีเมลเพื่อแจ้งข่าวสาร องค์กรมีการใช้ cloud, BIM doc และ BIM 360 เป็นพื้นฐานควบคุมทั้งหมด	องค์กรมีการวางแผนและจัดการกับเรื่องซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ มีการเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มโครงการ อีกทั้งยังเป็นที่ปรึกษาในด้านการอบรมให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการเตรียมความพร้อม	โครงการส่วนใหญ่องค์กรเองมีผู้จัดการ และผู้ประสานงาน BIM เอง ซึ่งสามารถเป็นที่ปรึกษา และประสานงานสามารถแก้ไขปัญหาส่วนใหญ่ได้ เนื่องจากผู้จัดการ และผู้ประสานงาน BIM ได้วางแผนและรู้ขอบเขตของหน้าที่อย่างชัดเจน

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญ H

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
องค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี และมีความพร้อมในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ มีความอยากพัฒนา และช่วยกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อให้โครงการประสบความสำเร็จ	องค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างหลักมีกระบวนการทำงานร่วมกันคือทำแบบจำลอง BIM เองทั้งหมดเนื่องจากเคยเจอปัญหาผู้ออกแบบทำแบบจำลอง BIM ไม่ครบ ทางองค์กรเองจึงพัฒนาแบบจำลอง BIM จากแบบจำลองสองมิติเพื่อใช้ประโยชน์คือตรวจสอบการชนกัน แล้วส่งเป็นแบบสองมิติให้ผู้ออกแบบอนุมัติ โดยการเขียนงานพร้อมกันผ่าน server องค์กรเองมีการสร้าง BEP และแบบแผน (template) ของตนเอง ซึ่งปฏิบัติตามทุกมาตรฐานโดยนำมาปรับ และประยุกต์ใช้กับแต่ละโครงการ	การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นคือประชุมทุกอาทิตย์เพื่ออธิบายงานและพูดคุยโดยอัปเดต การแก้ไข และส่งงานส่งผ่านระบบ cloud โดยใช้มาตรฐาน Common Data Environment (CDE) และแอปพลิเคชัน BIM track หน้างานเพื่อพูดคุย และติดตามงาน	องค์กรมีการวางแผนการจัดการด้านซอฟท์แวร์ให้เข้ากันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และฮาร์ดแวร์เป็นอย่างดี รวมถึงมีการจัดตั้งแผนกอบรมขึ้นมาเพื่อคอยช่วยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และพนักงานขององค์กร	องค์กรเองมีผู้จัดการ BIM ประสานงานระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โครงการส่วนใหญ่ที่องค์กรทำ คือผู้ประสานงาน BIM จะมาจากเจ้าของโครงการ หากเจ้าของโครงการไม่มีผู้ประสานงาน องค์กรเองก็จะช่วยในการจัดหาผู้ประสานงาน เพื่อช่วยประสานงาน และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ตารางที่ ค (ต่อ) องค์กรที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญ I

ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ	ประเด็นข้อสัญญา	การสื่อสาร	การจัดการทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ รวมถึงการอบรม	ผู้จัดการ BIM และผู้ประสานงาน BIM
เป็นองค์กรผู้รับจ้างก่อสร้างหลักที่มีความรู้และประสบการณ์ในโครงการก่อสร้าง BIM มาเกือบ 10 ปี ทำให้มีความพร้อมและประสิทธิภาพมากในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น	สัญญาส่วนใหญ่จะเกิดจากเจ้าของโครงการ แต่บางครั้งองค์กรเองจะมีการร่วมกันออกแบบกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เนื่องจากองค์กรมีการสร้าง BEP ของตัวเองโดยใช้จากมาตรฐาน AEC(UK) เป็นหลักอาจมีการปรับเล็กน้อยเพื่อประยุกต์ใช้กับแต่ละโครงการ	การสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการโดยใช้ระบบ cloud เพื่ออัปเดต แก้ไข และติดตามงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	องค์กรมีการวางแผนร่วมกันผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดการด้านซอฟท์แวร์โดยการใช้ Revit server (work sharing) และไม่ใช้การส่งต่อไฟล์ IFC เนื่องจากการส่งต่อข้อมูลไม่ครบถ้วน รวมถึงมีการสร้างแผนกอบรมขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือพนักงานในองค์กร และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอีกด้วย	องค์กรมี BIM coordinator เพื่อรวมไฟล์ และประสานการทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น

ภาคผนวก ง
ผลการสัมภาษณ์การพิจารณาปัจจัยในการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM

จากการพิจารณาพบว่ารูปแบบการทำงานร่วมกันของแต่ละโครงการก็มีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ ที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนำมาพิจารณาซึ่งมีผลกระทบต่อรูปแบบการทำงานร่วมกันที่เกิดขึ้น โดยโครงการส่วนใหญ่ได้กำหนดแนวทางในการทำงานร่วมกันจากปัจจัยที่มีผลกระท บในด้านบวก คือเป็นจุดแข็งเพื่อใช้ในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM และปัจจัยที่มีผลกระทบในด้านลบซึ่งเป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกัน

ตารางที่ ง องค์กรที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ A

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	รูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเองสามารถสร้างแรงกระตุ้น ทำให้ทุกฝ่ายมองประโยชน์ไปทางเดียวกัน (win-win) ทุกคนที่ทำงานร่วมกันอยากทำ BIM มากขึ้น มองเห็นภาพ และปัญหาในการทำงานจริงเพิ่มมากขึ้น
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านบุคคล เพราะต้องดูว่าองค์กรที่จะทำงานร่วมกันนั้นมีความพร้อมมากแค่ไหน หรือมีความอยากพัฒนา BIM ไปพร้อมกันหรือไม่
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ทำงานร่วมกัน เพราะผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบางที่มีความไม่พร้อม และไม่อยากพัฒนาไปพร้อมกัน มีการรับปากว่าว่าจะทำ แต่สุดท้ายพอส่งงานกลับหาข้ออ้าง เนื่องจากบางโครงการเป็นโครงการเล็กดังนั้นจึงต้องจ้างผู้รับจ้างก่อสร้างหลักขนาดเล็กที่ไม่มีความ

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ B

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	การทำให้ทุกฝ่ายมองร่วมกันว่า BIM ไม่น่ากลัวค่อยๆเปลี่ยนไปแบบไม่มาก ทำให้การทำงานง่ายขึ้น ทำให้มองเห็นปัญหาในการทำงานก่อนสร้างจริง
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้บริหารขององค์กรเองต้องการยกระดับ BIM ให้มีในทุกโครงการ ทำให้ต้องสร้าง BEP และนโยบายที่ชัดเจนตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้ร่วมงานประมาณ 70% และทักษะ (skill) ประมาณ 30% คือความรู้ไม่เท่ากัน และความสามารถของคนเพราะในโครงการหนึ่งมีผู้ร่วมงานที่มาจากหลากหลายองค์กร

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ C

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	เนื่องจากองค์กรเองมีการอบรม training และการจัด workshop ให้กับเจ้าของโครงการหรือผู้รับจ้างก่อสร้างที่ไม่มีความเข้าใจ และความพร้อมในการทำงานร่วมกันผ่าน BIM จึงทำให้คนที่ทำงานร่วมกันง่ายขึ้น
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	โครงการที่มี design BIM lead, BIM manager ที่คอยจัดการการสื่อสารเพื่อลดวุ่นวาย และงานซ้ำซ้อน
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านวัฒนธรรมการทำงานที่เปลี่ยนไป รูปแบบการสื่อสารเปลี่ยนไป วิธีการทำงานที่เปลี่ยนไป บางทีการเริ่มช้าก็จะทำให้เกิดปัญหาเยอะ ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และ ด้านเทคโนโลยีที่ยังไม่เอื้ออำนวยความสะดวก (software firm) ยังมีการพูดประโยชน์เกินกว่าประสิทธิภาพจริง ๆ ทำให้เกิดปัญหาในการทำงานจริง ๆ ไม่ได้ลดงาน แต่เป็นการเพิ่มงาน

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญ D

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	การมีมาตรฐานที่ชัดเจนทำให้การทำงานร่วมกันที่ง่ายขึ้น ลดความผิดพลาด งานซ้ำซ้อน และลดความขัดแย้งในการรวมไฟล์ การทำงานส่งต่อให้ผู้รับจ้างก่อสร้างหลัก
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	เนื่องจากองค์กรร่วม(ฝั่งสถาปนิก) ทำมาก่อน ทำให้มองเห็นปัญหา และต้องการแก้ไขจึงต้องการสร้างมาตรฐานให้ชัดเจน
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านมาตรฐานหรือนโยบายของประเทศไทยที่ไม่ชัดเจน ไม่มีมาตรฐานไหนที่ลงรายละเอียดในการทำงานให้เหมือนกัน อยากให้ทุกภาคส่วนจัดทำมาตรฐานที่ทุกองค์กรต้องปฏิบัติตาม และทุกฝ่ายยอมรับ อาจจะเริ่มของโครงสร้างก่อนตามมาด้วยรายละเอียดการวางแผนการทำงาน (contract) ที่ชัดเจน

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ E

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	ช่วยลดต้นทุน และการทำงานผิดพลาด (error) ในการติดตั้งจริง ทำให้ได้งานมากขึ้น
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านบุคคลเนื่องจากพนักงานทุกคนให้ความร่วมมือ และเจ้าของโครงการมีความสนใจใน BIM ทำให้ทุกฝ่ายช่วยกันรวมถึงมีความพึงพอใจในการทำงานร่วมกันมากขึ้น
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านเทคโนโลยีเพราะเทคโนโลยียังไม่เอื้ออำนวยในการสร้างให้เหมือนกับงานจริง จึงเป็นการเพิ่มเวลาในการสร้าง family เอง ทำให้เจ้าของโครงการไม่เข้าใจ เนื่องจากว่าจะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญ F

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	เนื่องจากองค์กรพูดคุยกันภายในก่อน (server) ที่จะส่งงานผ่าน cloud จึงทำให้การทำงานร่วมกันมีความชัดเจน รวมถึงการมี BEP ของตนเอง ทำให้สามารถช่วยแนะนำผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ทำงานร่วมกันให้ทำตามด้วย
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านมาตรฐาน (guideline) และที่ปรึกษา (consult) ที่ดีช่วยให้เดินไปถูกทาง และไม่หลงทาง เพื่อนำปัญหาที่เจอมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านการจัดการคน การประสานงาน เนื่องจากเป็นการเปลี่ยนแปลง process การทำงานร่วมกับ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นที่ไม่เป็นไม่มีระบบ ไม่คล่อง ทำให้เกิดปัญหาทำให้งานล่าช้า

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ G

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญ G ได้ศึกษาจนเข้าใจ BIM อย่างมาก ทำให้สามารถทำให้เป็นตัวอย่างหรือถ้าทุกคนเกิดปัญหาสามารถแก้ปัญหาให้ได้ โดยมองว่าองค์กรที่เข้มแข็งมากพอ สามารถเป็นที่ปรึกษาให้เค้าได้ คอยชี้แนะแนวทางให้องค์กรอื่น ๆ ทำให้ช่วยลดปัญหาลงได้เยอะ
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านผู้ประสานงานหรือผู้นำ เพราะมีคนที่ทำให้ทุกคนดูแบบตัวอย่าง และคอยประสานงาน คอยหาความรู้ในการพัฒนาองค์กรให้เข้มแข็ง
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านผู้ประสานงานเนื่องจากเคยเจอผู้ประสานงานที่ไม่ชัดเจนทำให้กระบวนการทำงานล่าช้าและเกิดงานซ้ำซ้อนเยอะ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญ H

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	เนื่องจากองค์กรเองมีการฝึกสอน (training) โดยสร้างแผนกสำหรับการฝึกสอน และอบรมให้เป็นผู้เชี่ยวชาญจึงกระจายต่อไปยังไซต์งาน ทำให้การทำงานร่วมกันง่ายกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านการจัดการคน เพราะมีการจัดการด้านคนให้พร้อม
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพราะเคยทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ไม่อยากเปลี่ยน รูปแบบการทำงาน ทำให้ไม่ลงรอยกันหลายเรื่อง จนทำให้การทำงานในโครงการล่าช้า

ตารางที่ ง (ต่อ) องค์กรที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญ I

ข้อดีของรูปแบบการทำงานร่วมกันขององค์กรตนเอง	มีผู้ประสานงาน BIM (BIM coordinator) ช่วยเหลือ และแก้ไขปัญหาได้ ทำให้การทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นง่ายขึ้น
ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการทำงานร่วมกันในโครงการ BIM	ด้านทัศนคติของผู้บริหาร และวัฒนธรรมองค์กรที่มีการทำงานเป็นระบบ
ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในการทำงานร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ในโครงการ BIM	ด้านทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น หากเจ้าของโครงการไม่เข้าใจว่าการทำงานโดยใช้ BIM ต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น รวมถึงการมีความรู้ไม่เท่ากัน จึงทำให้การทำงานร่วมกันติดปัญหา และทำให้โครงการล่าช้า

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุทธิลักษณ์ อุมรินทร์
วัน เดือน ปี เกิด	29 สิงหาคม 2534
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี - มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	2363/180 ถนนอ่อนนุช แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY