บูรณาการแนวคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร

นางสาวกนกวรรณ เรืองปิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Integrating Building Information Modeling (BIM) Concepts with Building Design Processes

Miss Kanokwan Ruangpin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บูรณาการแนวคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร
โดย	นางสาวกนกวรรณ เรืองปิ่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์ เพียรสุสม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุ่น เที่ยงบูรณธรรม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กนกวรรณ เรืองปิ่น : บูรณาการแนวคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร (Integrating Building Information Modeling (BIM) Concepts with Building Design Processes) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์, 228 หน้า.

การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เป็นแนวคิดสำคัญที่มีการนำมาใช้เพื่อช่วยในการบริหารโครงการก่อสร้างสมัยใหม่อย่างแพร่หลาย BIM เป็นการประมวลสารสนเทศผ่านทางแบบก่อสร้างเสมือนจริง ซึ่งพัฒนาโดยอาศัยการดำเนินงานร่วมกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการ เรายังสามารถนำสารสนเทศจากแบบจำลอง BIM ไปใช้ในการดูแลบริหารจัดการสิ่งก่อสร้างต่อไป ในต่างประเทศได้มีการจัดทำแนวทางและคู่มือเพื่อช่วยในการนำ BIM มาใช้ในโครงการ สำหรับประเทศไทย BIM ยังเป็นแนวคิดที่ค่อนข้างใหม่ จึงมีแต่เพียงแนวทางที่จัดทำขึ้นโดยสมาคมสถาปนิกสยามเท่านั้น ซึ่งเนื้อหาพัฒนาจากมุมมองของสถาปนิกที่มุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองเท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมถึงการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบอย่างเหมาะสม โดยนำเสนอผ่านกรอบในการนำ BIM ไปใช้ (BIM implementation framework) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ องค์ประกอบที่จำเป็นและขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM ไปใช้ งานวิจัยนี้อาศัยองค์ความรู้และข้อมูลที่ได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เชิงลึกฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างซึ่งมีการนำ BIM มาใช้ จำนวน 25 ท่าน ใน 13 องค์กร ผลลัพธ์เบื้องต้นได้ถูกตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการวางแผนการใช้ BIM ในโครงการก่อสร้าง หลังจากปรับแก้ตามความเห็นผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างเพื่อตรวจสอบว่าแนวทางที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริง ผลลัพธ์หลักที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ 4 องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการนำ BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย (1) ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ (2) ระดับการนำ BIM มาใช้ (Level of Implementation, LOI) (3) ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (4) เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบอาคาร นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ยังนำเสนอขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM ไปใช้เพื่อให้องค์กรที่สนใจสามารถสร้างแนวทางที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการออกแบบแต่ละโครงการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5570102721 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: BUILDING INFORMATION MODELING / BIM IMPLEMENTATION FRAMWORK / BIM GUIDELINE / LEVEL OF BIM IMPLEMENTATION / BIM IMPLEMENTATION / BUILDING DESIGN PROCESS

KANOKWAN RUANGPIN: Integrating Building Information Modeling (BIM) Concepts with Building Design Processes. ADVISOR: ASSOC. PROF. VEERASAK LIKHITRUANGSILP, Ph.D., 228 pp.

Building Information Modeling (BIM) is an important and widely used concept for modern construction management. BIM encompasses the compilation of information through virtual design of facilities, which are collaboratively developed by all parties in the project. In addition, BIM models can also provide necessary information for managing facilities. Many countries have developed guidelines and manuals for BIM implementation in construction projects. In Thailand, however, BIM is still a new concept. The sole guideline has been developed by the Association of Siamese Architects (ASA), which primarily focuses on BIM modeling, rather than BIM implementation in construction projects. This research develops a guideline for appropriately implementing BIM in building design processes. The proposed BIM implementation framework consists of two main parts: essential components and steps for developing a BIM implementation guideline. This research relies on bodies of knowledge and data obtained from relevant literature and in-depth interviews with 25 research participants from 13 entities, which represent all parties in construction projects implementing BIM. The preliminary framework is verified by a group of experienced BIM implementation planners. The modified framework is applied to a construction project case study to confirm its practicality. The main results of this research are four essential components for BIM implementation: (1) decision-making factors, (2) level of implementation (LOI), (3) project characteristics, and (4) contents of BIM implementation. Finally, the research provides steps for developing a BIM implementation guideline from different building design processes.

Department:	Civil Engineering	Student's Signature	.....
Field of Study:	Civil Engineering	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2015		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านวิชาการและด้านกำลังใจจากบุคคลรอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นบุคคลในครอบครัว อาจารย์ทุกท่าน เพื่อนและผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่าน โดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย ที่เสียสละเวลามาคอยช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์อย่างเต็มที่มาโดยตลอด อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบไปด้วยรองศาสตราจารย์ ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล รองศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์ เพียรสุสม รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุ่น เที่ยงบูรณธรรม ที่เอื้อเฟื้อเวลาอันมีค่ามาให้คำแนะนำต่างๆ รวมไปถึงการตรวจสอบวิทยานิพธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าในการทำงานของท่านในการให้สัมภาษณ์ และพาเข้าไปสังเกตการณ์ในโครงการก่อสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์สูงสุดสำหรับงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลในครอบครัวทั้งบิดา มารดา และพี่สาว รวมไปถึงเพื่อนสนิททุกท่าน ที่เป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญในทุกๆด้านที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 4

1.3 ขอบเขต 4

1.4 ขั้นตอนการวิจัย 4

บทที่ 2 การทบทวนทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 แนวคิดและทฤษฎีของ Building Information Modeling (BIM) 6

2.1.1 ความเป็นมาและนิยามของ BIM 6

2.1.2 แนวคิดของ BIM 7

2.1.3 การใช้ประโยชน์ BIM (BIM Uses) 8

2.2 มาตรฐาน และแนวทางของการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง 13

2.2.1 มาตรฐาน NBIMS 14

2.2.2 คู่มือ BIM Project Execution Planning 19

2.2.3 คู่มือการประยุกต์ใช้ BIM ของประเทศสิงคโปร์ 21

2.2.4 คู่มือ BIM planning guide for facility owners 23

2.2.5 มาตรฐาน Omniclass™ A Strategy for Classifying the Built Environment 30

Chulalongkorn University

หน้า

2.2.6 มาตรฐานระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลอง (LOD) 32
2.3 แนวโน้มการนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติในประเทศต่าง ๆ 33
2.4 งานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับการนำ BIM มาใช้ในโครงก่อสร้าง 35
2.5 อุปสรรคในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง 42
2.6 สรุปท้ายบท 44
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 45
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 45
3.2 ทบทวนเอกสาร และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
3.3 วิเคราะห์และสรุปกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป 46
3.4 วิเคราะห์รูปแบบและรายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ทั้งในทฤษฎี และในทางปฏิบัติ 48
3.5 พัฒนากรอบการนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติในโครงการก่อสร้าง 48
3.5.1 วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนากรอบการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง 48
3.5.2 พัฒนากรอบการนำ BIM ไปใช้งาน 49
3.6 ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน 49
3.7 พัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง 50
3.7.1 ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่ช่วยในการพัฒนาแนวทางในการดำเนินงาน 50
3.7.2 ออกแบบขั้นตอนในการนำแนวคิด BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้าง 51
3.7.3 พัฒนาระบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ 53
3.7.4 กำหนดผลลัพธ์ของแต่ละช่วงในโครงการก่อสร้าง 57
3.8 สรุปท้ายบท 58
บทที่ 4 การวิเคราะห์กระบวนการออกแบบอาคาร 59
4.1 กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป 59

หน้า

4.1.1 รายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน..... 59
4.1.2 ปัญหาในกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป..... 65
4.2 กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้..... 66
4.2.1 กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ในทางทฤษฎี..... 67
4.2.2 กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ในทางปฏิบัติ..... 82
4.3 ปัญหาที่พบเมื่อมีการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง..... 96
4.3.1 ปัญหาทางด้านบุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้อง..... 96
4.3.2 ปัญหาด้านกระบวนการ หรือเทคนิคการทำงาน..... 100
4.3.3 ปัญหาด้านทรัพยากร..... 101
4.4 บทวิเคราะห์ความแตกต่างของกระบวนการออกแบบอาคารที่มีการนำ BIM มาใช้..... 102
4.5 สรุปท้ายบท..... 104
บทที่ 5 การพัฒนากรอบในการนำ BIM มาใช้..... 106
5.1 กรอบการนำ BIM ไปใช้งาน (BIM implementation framework)..... 106
5.2 องค์ประกอบที่จำเป็นของการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้..... 107
5.2.1 ปัจจัยช่วยในการตัดสินใจ..... 111
5.2.2 ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (Level of BIM implementation, LOI)..... 117
5.2.3 ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristics of project)..... 121
5.2.4 เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในโครงการ..... 124
5.3 ขั้นตอนในการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้..... 125
5.4 การตรวจสอบความถูกต้องของกรอบที่พัฒนาขึ้น..... 131
5.5 สรุปท้ายบท..... 134
บทที่ 6 การประยุกต์ใช้กรอบการนำ BIM ไปใช้งาน..... 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

6.1 แนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการ 139
6.1.1 วัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาใช้ 139
6.1.2 ระดับของการนำ BIM ไปใช้ 140
6.1.3 ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง 141
6.1.4 BIM Use ที่นำมาใช้ในโครงการ 141
6.1.5 หน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย 142
6.1.6 ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วง 144
6.2 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 155
6.3 สรุปท้ายบท 161
บทที่ 7 บทสรุป 165
7.1 สรุปผลการวิจัย 165
7.1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล 165
7.1.2 กรอบในการนำ BIM ไปใช้ 168
7.2 ประโยชน์ของงานวิจัย 172
7.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย 172
7.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 173
รายการอ้างอิง 174
ภาคผนวก 175
ภาคผนวก ก ผลการสัมภาษณ์กระบวนการออกแบบที่ใช้โดยทั่วไป 176
ภาคผนวก ข ผลการสัมภาษณ์กระบวนการออกแบบอาคารที่นำแนวคิด BIM มาใช้ 180
ภาคผนวก ค สรุปเนื้อหาคู่มือ หรือแนวทางการนำแนวคิด BIM มาใช้ 199
ภาคผนวก ง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานในการนำ BIM ไปใช้งาน 202

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ระดับขั้นการพัฒนาใช้ BIM (BIM maturity levels)..... 206

ภาคผนวก ฉ สรุปผลการตรวจสอบกรอบที่พัฒนาขึ้น 213

ภาคผนวก ช ตัวอย่างตารางระบุหน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย..... 218

ภาคผนวก ซ ตัวอย่างตารางระบุการใช้ BIM Use ในแต่ละช่วง..... 225

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 228

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 มาตรฐาน BIM ที่มีทั่วโลก 16
ตารางที่ 2.2 การประเมินระดับพัฒนาขององค์ประกอบในการวางแผน 27
ตารางที่ 2.3 คำอธิบายโดยสังเขปของโครงการศึกษา 37
ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ 54
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างความละเอียดของสารสนเทศ 56
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างผู้รับผิดชอบต่อสารสนเทศ 56
ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง 74
ตารางที่ 4.2 รายละเอียด และลักษณะการใช้งานของแต่ละ LOD 80
ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบแบบจำลองและการระบุระดับความละเอียดขององค์ประกอบ 83
ตารางที่ 4.4 วัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ของแต่ละบริษัทในปัจจุบัน 89
ตารางที่ 4.5 การนำ BIM use มาใช้ของแต่ละบริษัทในปัจจุบัน 90
ตารางที่ 5.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานในการปฏิบัติงานตามแนวคิด BIM ... 110
ตารางที่ 5.2 ลำดับความสำคัญของปัจจัยจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 112
ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ และ BIM Use 115
ตารางที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ และ LOI 120
ตารางที่ 5.5 BIM Use ที่นิยมนำมาใช้ 123
ตารางที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง BIM objective และ BIM Uses 124
ตารางที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะกับเนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ 126
ตารางที่ 5.8 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 133
ตารางที่ 6.1 ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ และ BIM Use 140

ตารางที่ 6.2 รายละเอียดของแต่ละระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน 142
ตารางที่ 6.3 ระบุลักษณะเฉพาะของโครงการ 142
ตารางที่ 6.4 แผนงานการเลือกใช้ BIM Use ในโครงการ 143
ตารางที่ 6.5 หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง 144
ตารางที่ 6.6 องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง 145
ตารางที่ 6.7 ตัวอย่างระดับความละเอียดขององค์ประกอบของแบบจำลอง 153
ตารางที่ 6.8 สัญลักษณ์แทนแต่ฝ่าย 157
ตารางที่ 6.9 ระบุสารสนเทศในกระบวนการดำเนินงาน 157

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 การหมุนเวียนของสารสนเทศในโครงการก่อสร้าง)..... 3
ภาพที่ 2.1 BIM Use ในแต่ละช่วงเวลาในการก่อสร้าง..... 10
ภาพที่ 2.2 การใช้งานตามแนวคิด BIM ด้านต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมก่อสร้างใน..... 12
ภาพที่ 2.3 ผลสำรวจถึงความเปลี่ยนแปลงของกำไร เมื่อปฏิบัติตามแนวคิด BIM..... 13
ภาพที่ 2.4 ลำดับชั้นการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ..... 15
ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนในการวางแผนในการดำเนินการใช้แนวคิด BIM..... 20
ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการใช้งานของ BIM โดยใช้การจัดจ้างแบบ DB..... 23
ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการใช้งานของ BIM โดยใช้การจัดจ้างแบบ DBB..... 23
ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนในการวางแผนเชิงกลยุทธ์..... 26
ภาพที่ 2.9 ภาพจำลองสภาพแวดล้อมอาคารในเวลาต่าง ๆ..... 36
ภาพที่ 2.10 หลังคาอาคารสนามกีฬา..... 36
ภาพที่ 2.11 การประชุมเพื่อการวางแผนงาน..... 39
ภาพที่ 2.12 แผนผังขั้นตอนในการทำงาน..... 40
ภาพที่ 2.13 การตั้งระบบส่วนกลางในการจัดเก็บข้อมูล..... 40
ภาพที่ 3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัยโดยรวม..... 47
ภาพที่ 3.2 สัญลักษณ์เพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน..... 53
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างแผนผังภาพรวมการนำ BIM มาใช้..... 54
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างของแผนผังการปฏิบัติตามแนวคิด BIM โดยลงรายละเอียดแต่ละกิจกรรม..... 55
ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างแสดงการดึงสารสนเทศในช่วงระหว่างกิจกรรม..... 56
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนข้อมูล..... 57
ภาพที่ 4.1 กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน..... 62

ภาพที่ 4.2 กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน (ขยาย)..... 63
ภาพที่ 4.3 ลักษณะการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างการออกแบบในปัจจุบัน 68
ภาพที่ 4.4 ลักษณะการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศเมื่อนำ BIM มาใช้..... 68
ภาพที่ 4.5 วิธีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศตามหลักทฤษฎี 74
ภาพที่ 4.6 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติตามทฤษฎี 84
ภาพที่ 4.7 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติตามทฤษฎี (ขยาย)..... 85
ภาพที่ 4.8 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน 97
ภาพที่ 4.9 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน (ขยาย) 98
ภาพที่ 4.10 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายและภาระงานเมื่อนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ 102
ภาพที่ 5.1 การแลกเปลี่ยนแบบ Tradition (CAD + BIM) 116
ภาพที่ 5.2 การแลกเปลี่ยนแบบ BIM (Segregate sharing)..... 116
ภาพที่ 5.3 การแลกเปลี่ยนแบบ BIM (Centralize sharing) 117
ภาพที่ 5.4 สรุประดับในการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ 121
ภาพที่ 5.5 ขั้นตอนการดำเนินงานตามกรอบที่พัฒนาขึ้น..... 127
ภาพที่ 6.1 แผนภาพ BPMN แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานออกแบบในโครงการก่อสร้าง 162
ภาพที่ 6.2 แผนภาพ BPMN แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานออกแบบในโครงการก่อสร้าง (ขยาย) 163

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการก่อสร้างโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ การออกแบบ การก่อสร้าง และการดูแลรักษาอาคาร ในแต่ละขั้นตอนนี้จะมีการบริหารทรัพยากรต่าง ๆ รวมไปถึงการบริหารสารสนเทศของอาคาร (building information) เพื่อให้การทำงานในแต่ละขั้นตอนนั้นเกิดประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งโครงการก่อสร้างสำเร็จตามเวลาและค่าใช้จ่ายที่กำหนด การบริหารสารสนเทศในโครงการนั้นเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ เพราะสารสนเทศต่างๆ นั้นได้ถูกจัดเก็บมาตั้งแต่ผู้ว่าจ้างเริ่มมีความต้องการที่จะก่อสร้างอาคาร จนถึงการบริหารใช้งานอาคาร

การบริหารสารสนเทศตั้งแต่เริ่มต้นโครงการไปจนถึงกระบวนการออกแบบเสร็จสิ้นมีความสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการเป็นอย่างยิ่ง การไหลเวียนของสารสนเทศอาคาร (information flow) ในช่วงดังกล่าวจะอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบสองมิติด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้าง ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล และระบบสุขาภิบาล หรือเอกสารต่าง ๆ ในกระบวนการออกแบบนั้นมีฝ่ายที่เกี่ยวข้องจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นผู้ว่าจ้าง สถาปนิก วิศวกรสาขาต่าง ๆ จึงมักเกิดปัญหาในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange) ระหว่างฝ่ายต่าง ๆ

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าการจัดการสารสนเทศงานก่อสร้างในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพนัก จึงนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ความเข้าใจที่ไม่ไม่ตรงกันระหว่างฝ่ายต่างๆ สารสนเทศมีการตกหล่นทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน การก่อสร้างล่าช้า รวมถึงการรวบรวมสารสนเทศที่กระจัดกระจายเพื่อใช้ในการดูแลอาคารในตอนท้ายของกระบวนการก่อสร้างทำได้ยาก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีสิ่งที่ช่วยในการรวบรวมสารสนเทศในแต่ละขั้นตอนของโครงการ

เพื่อแก้ไขปัญหาในข้างต้น แนวคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) ได้ถูกนำมาใช้ในโครงการก่อสร้าง BIM สามารถใช้เพื่อแก้ปัญหาในการสื่อสารได้เป็นอย่างดี ภาพที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำ BIM มาใช้ในการสื่อสารและ

แลกเปลี่ยนสารสนเทศ ในภาพที่ 1.1 (a) แสดงการไหลเวียนสารสนเทศในโครงการก่อสร้างทั่วไป ซึ่งมีความยุ่งเหยิงไม่เป็นระบบ สารสนเทศซึ่งถูกส่งผ่านไปมาอาจเกิดการตกหล่นสูญหายได้ ภาพที่ 1.1 (b) แสดงการไหลเวียนสารสนเทศเมื่อนำแนวคิด BIM มาใช้ ซึ่งเป็นระบบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการไหลเวียนของสารสนเทศมีแบบจำลองกลาง (Shared Project Model ในภาพที่ 1.1) ซึ่งช่วยให้ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้ ทำให้สารสนเทศไม่ตกหล่นสูญหาย อีกทั้งสารสนเทศนี้มีเพียงชุดเดียวทำให้ไม่เกิดความขัดแย้งและลดความเข้าใจผิดในสารสนเทศของแต่ละฝ่าย

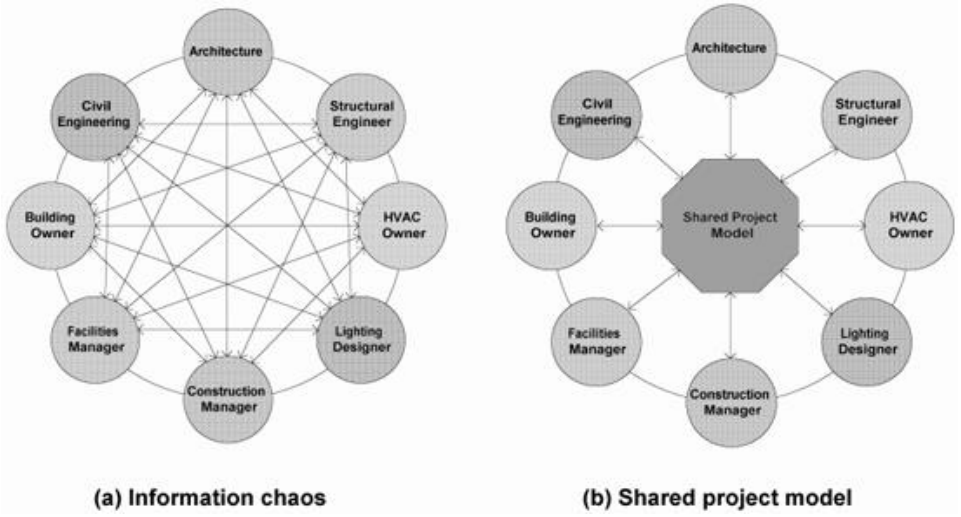
ประโยชน์ของ BIM ไม่ได้เพียงช่วยให้การส่งผ่านหรือไหลเวียนสารสนเทศดีขึ้นเท่านั้น ในช่วงออกแบบ BIM ยังสามารถใช้เพื่อตรวจหาการขัดแย้งกันขององค์ประกอบภายในอาคารได้ (clash detection) จากประโยชน์นี้ทำให้ผู้ว่าจ้างสามารถประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในโครงการก่อสร้าง แบบจำลองสามมิติของ BIM ยังทำให้เข้าใจลักษณะทางกายภาพของอาคารได้ง่ายดายยิ่งขึ้น การหาปริมาณงานก็สามารถทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยในการวางแผนงานและวางแผนการใช้จ่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Bluentcad, 2013)

การนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพนั้น ไม่ใช่เพียงการปรับเปลี่ยนซอฟต์แวร์ที่ใช้เท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน หน้าที่และความรับผิดชอบของฝ่ายต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับแนวคิด BIM จากเหตุผลในเบื้องต้นจึงควรมีการพัฒนามาตรฐานหรือในการใช้ BIM ให้ศึกษาเป็นแนวทาง ซึ่งในต่างประเทศได้มีการจัดทำมาตรฐานและคู่มืออย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐาน The National Building Information Modeling Standard (NBIMS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา มาตรฐาน AEC (UK) BIM Standard ของสหราชอาณาจักร คู่มือ Singapore BIM Guide ของสิงคโปร์ ฯลฯ แต่รายละเอียดของมาตรฐานหรือคู่มือนั้นแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่ปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติเฉพาะภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศนั้น ๆ ขนาดและระบบของอุตสาหกรรมของประเทศนั้น วัตถุประสงค์การใช้งาน ฯลฯ (Wong, Wong and Nadeem, -) ดังนั้นการนำ BIM มาใช้ให้ประสบความสำเร็จนั้นควรมีการจัดทำแนวทาง หรือคู่มือที่เหมาะสมแก่แต่ละองค์กร หรือโครงการก่อสร้างนั้น ๆ

ถึงแม้ว่าอุตสาหกรรมการก่อสร้างภายในประเทศเริ่มมีการนำ BIM มาใช้บ้างแล้ว แต่ในประเทศไทยนั้นแนวคิด BIM นั้นยังถือเป็นเรื่องใหม่อยู่มาก ประกอบกับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

ในประเทศไทยในส่วนของกระบวนการออกแบบยังคุ้นเคยกับกระบวนการทำงานแบบเดิม จึงเป็นการยากในการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบให้มีประสิทธิภาพ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ภายในประเทศมีเพียงการจัดทำแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ของสมาคมสถาปนิกเท่านั้น โดยแนวทางนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแบบจำลองในด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก ส่วนองค์กรต่าง ๆ ได้ทำการดัดแปลงจากคู่มือต่างประเทศเพื่อช่วยในการดำเนินงานภายในองค์กร และไม่มีการกล่าวถึงการวางแผนดำเนินงานในการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบ จากการขาดมาตรฐาน หรือคู่มือที่เป็นส่วนกลางทำให้การนำ BIM มาใช้ไม่ประสบผลสำเร็จ เพราะการนำ BIM มาใช้ในปัจจุบันยังใช้การดัดแปลงจากแนวทางที่มีอยู่ของต่างประเทศ โดยขาดการพิจารณาว่าแนวทางนั้นเหมาะสมกับองค์กร หรือโครงการก่อสร้างของตนหรือไม่ การพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้นั้นควรพิจารณาปัจจัยหรือองค์ประกอบใดบ้างจึงจะเหมาะสม

จากปัญหาที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าก่อนกระบวนการออกแบบควรมีการวางแผนในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างเสียก่อน เพราะเป็นการช่วยให้ทุกฝ่ายได้เข้าใจถึงขั้นตอนและหน้าที่ของตนในแต่ช่วงของการออกแบบวิจัยจึงมีความคิดที่จะศึกษาขั้นตอนในการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบ รวมถึงหาองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยในการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบแต่ละโครงการก่อสร้างอย่างเหมาะสม และควรจะมีการจัดทำคู่มือที่มีเนื้อหาครบถ้วนเพื่อเป็นคู่มือส่วนกลางที่ทุกองค์กรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้



ภาพที่ 1.1 การหมุนเวียนของสารสนเทศในโครงการก่อสร้าง (Kalny, 2007)

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบอาคารภายในประเทศอย่างเหมาะสม โดยนำเสนอผ่าน "กรอบในการนำ BIM ไปใช้ (BIM implementation framework)" ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ องค์ประกอบที่จำเป็น และขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้

1.3 ขอบเขต

ขอบเขตของงานวิจัยมีดังนี้

(1) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาในช่วงเริ่มออกแบบจนถึงออกแบบเสร็จพร้อมสำหรับการประกวดราคา

(2) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาโครงการก่อสร้างซึ่งจัดจ้างแบบออกแบบ–ประกวดราคา–ก่อสร้าง (Design Bid Build, DBB) กล่าวคือ กลุ่มผู้ออกแบบและผู้รับจ้างก่อสร้างเป็นคนละกลุ่มกัน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review) ที่ผ่านมา โดยศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- คู่มือและแนวทางในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของต่างประเทศ
- มาตรฐาน BIM ในประเทศต่าง ๆ
- รายงานและงานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับการนำแนวคิด BIM มาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

(2) วิเคราะห์และสรุปข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป โดยสัมภาษณ์ผู้ออกแบบในสาขาต่าง ๆ และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดการสารสนเทศในโครงการก่อสร้าง โดยมีประเด็นที่สำคัญดังนี้

- ลักษณะกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน
- ปัญหาที่พบในกระบวนการออกแบบในปัจจุบัน

(3) วิเคราะห์และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบที่นำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง โดยข้อมูลได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างที่มีการนำแนวคิด BIM มาใช้ โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้

- กระบวนการออกแบบที่นำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างตามหลักทฤษฎี หรือคู่มือต่าง ๆ
- กระบวนการออกแบบที่นำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างของไทยในปัจจุบัน
- สาเหตุ หรือปัจจัยที่ทำให้กระบวนการออกแบบมีความแตกต่างกัน
- อุปสรรคหรือปัญหาในการนำ BIM มาใช้
- ประโยชน์ และความจำเป็นในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

(4) พัฒนากรอบในการนำ BIM มาใช้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ

- ระบุองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้
- กำหนดขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้

(5) ปรับปรุงกรอบในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน โดยประยุกต์ใช้กรอบนี้กับกรณีศึกษา และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบ และขั้นตอนการใช้งานของกรอบนี้

(6) พัฒนาแนวทางในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา

(7) สรุปผลการวิจัย หาข้อจำกัดของงานวิจัย และจัดทำข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะได้นำเสนอใน **บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย** ต่อไป

บทที่ 2
การทบทวนทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะนำเสนอแนวคิดและทฤษฎีของการจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) มาตรฐานและคู่มือของการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบัน แนวโน้มการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในต่างประเทศ และอุปสรรคในการใช้แนวคิด BIM ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาจากเอกสาร หนังสือ บทความ และงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีของ Building Information Modeling (BIM)

2.1.1 ความเป็นมาและนิยามของ BIM

Building Information Modeling (BIM) แนวคิดนี้ถูกพัฒนาในปีคริสต์ศักราชที่ 1970 ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลอง สามมิติ โดยสารสนเทศของส่วนประกอบทุกส่วนของสิ่งก่อสร้างล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับทุกขั้นตอนในการก่อสร้าง เพื่อเป็นส่วนช่วยในการวิเคราะห์ทางด้านการออกแบบ ทางด้านการก่อสร้าง ช่วยในการมองภาพให้ชัดเจนขึ้น ช่วยลดความผิดพลาดจากการออกแบบ และเพื่อนำไปช่วยบริหารสิ่งก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ (Eastman and et al., 2011)

National Institute of Building Sciences, NIBS (2010) ได้นิยามว่า BIM คือแบบจำลองระบบดิจิตอลที่แสดงลักษณะทางกายภาพและระบบการทำงานของสิ่งก่อสร้าง และเป็นแหล่งแบ่งปันสารสนเทศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง อีกทั้งเพื่อช่วยให้การตัดสินใจตลอดวัฏจักรการก่อสร้างนั้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

บริษัทพัฒนาซอฟต์แวร์ Autodesk ระบุว่า "แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เป็นกระบวนการที่ใช้รูปแบบอัจฉริยะที่ให้สามารถใส่ข้อมูลเชิงลึกสำหรับการสร้างและการจัดการโครงการก่อสร้างไปในแบบจำลองได้ ซึ่งมีผลดีกับทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก" (Autodesk, 2012)

จากนิยาม BIM ที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้น สามารถสรุปได้ว่า BIM นั้นเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับ การออกแบบอาคารด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ให้สอดคล้องและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องแนวคิดของการออกแบบ เวลาในการทำงาน การควบคุมคุณภาพของงาน รวมถึงการประสานงานกับฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ใช้สามารถกำหนดข้อมูลและ รายละเอียดองค์ประกอบอาคารที่ใส่ได้ เช่น ขนาดขององค์ประกอบ, ประเภทวัสดุ, ราคา และอื่น ๆ ที่ทำให้ทุกส่วนของแบบมีความครบถ้วนทั้งในรูปแบบสองมิติและสามมิติ โดยมิใช่เป็นเพียงแค่การเขียนเส้น หรือแค่การขึ้นรูปเป็นสามมิติเท่านั้น แต่เป็นการทำงานควบคู่กันไปทั้งกระบวนการ เพื่อช่วยในการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ

2.1.2 แนวคิดของ BIM

มาตรฐาน NBIMS ได้แบ่งการใช้ BIM ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

(1) BIM เป็นผลิตผลที่ทันสมัยซึ่งประกอบไปด้วยสารสนเทศต่าง ๆ ของสิ่งก่อสร้าง อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือนี้ใช้ในรวบรวมสารสนเทศที่กระจัดกระจายไม่เป็นระบบโดยการสร้างภาพเสมือนจริง เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในการก่อสร้าง

(2) BIM เป็นขั้นตอนการดำเนินร่วมกันของแต่ละองค์กร (collaborative process) ซึ่งมีส่วนตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง และการดูแลบริหารใช้สิ่งก่อสร้าง

(3) BIM เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการบริหารจัดการสิ่งก่อสร้างตลอดวงจรชีวิตของสิ่งก่อสร้าง (facility lifecycle management tool)

“BIM เป็นแนวคิดหนึ่งซึ่งเป็นแนวคิดที่เป็นรากฐานของการพัฒนากระบวนการออกแบบบนคอมพิวเตอร์ โดยถูกนำมาใช้ในการพัฒนาซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ทางด้านการออกแบบ ในลักษณะของการบันทึกฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องลงไปในวัตถุสามมิติ และสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปนั้น เพื่อให้สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลงานออกแบบได้ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลในด้านของพฤติกรรมขององค์ประกอบ คุณลักษณะขององค์ประกอบ ข้อมูลทางด้านการประมาณราคา กระบวนหรือขั้นตอนต่าง ๆ ของการก่อสร้าง ตลอดจนการนำเสนองานในแบบรูปภาพ และแบบจำลองสามมิติ ฯลฯดังนั้นซอฟท์แวร์จึงถูกออกแบบขั้นตอนขึ้นมาเพื่อจำลองกระบวนก่อสร้างอาคารจริงๆ ในคอมพิวเตอร์หรือที่เราเรียกกันว่าต้นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (digital prototype) นั่นเอง ซึ่งถือว่าเป็นต้นแบบที่ราคา

ถูกที่สุดและทำให้เราเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ก่อนที่จะนำผลงานออกแบบนั้นไปก่อสร้าง” (วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์, 2013)

2.1.3 การใช้ประโยชน์ BIM (BIM Uses)

คู่มือ The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses (Version.0.9) ของ CIC (2013) ได้แบ่งองค์ประกอบหลักของ BIM Use ออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ วัตถุประสงค์ในการใช้งาน (BIM Use purpose) และลักษณะในการใช้งาน (BIM Use characteristics)

The BIM Use purpose คือ วัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ ซึ่งมี 5 วัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อรวบรวม เพื่อสร้างหรือผลิต เพื่อวิเคราะห์ เพื่อติดต่อสื่อสาร และสร้างภาพเสมือนจริง

BIM Use characteristics คือ การระบุว่า BIM Use แต่ละตัวมีคุณลักษณะในการใช้งานในโครงการก่อสร้างอย่างไร ซึ่งรายละเอียดคุณลักษณะที่ต้องระบุคือ องค์ประกอบของสิ่งอำนวยความสะดวก (facility element) ช่วงเวลาที่นำไปใช้ในโครงการก่อสร้าง (facility phase) ฝ่ายที่นำไปใช้ และระดับขั้นในการพัฒนาของแบบจำลอง (Level of Development)

The Computer Integrated Construction Research Group the Pennsylvania State University, CIC (2010) ได้ทำการสรุป BIM Use ออกมาได้ทั้งหมด 25 BIM Uses โดยแบ่งการใช้งานตามช่วงเวลาในโครงการก่อสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.1 นอกจากระบุ BIM Use ตามช่วงเวลาแล้วนั้นยังมีการระบุ BIM Use ระดับปฐมภูมิ (primary BIM Uses) และ BIM Use ระดับทุติยภูมิ (secondary BIM Uses) โดยสามารถแบ่ง BIM Use ได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>Primary BIM Use</u>

(1) การร่างแบบจำลองของสถานที่ก่อสร้าง (existing conditions modeling)

(2) การประมาณราคา (cost estimation)

(3) การวางแผนการก่อสร้าง (phase planning)

(4) การเขียนโปรแกรม (programming)

(5) การวิเคราะห์สถานที่ก่อสร้าง (site analysis)

(6) การออกแบบ (design authoring)

(7) การวิเคราะห์โครงสร้าง (structural analysis)

(8) การวิเคราะห์การส่องสว่าง (lighting analysis)

(9) การวิเคราะห์พลังงาน (energy analysis)

(10) การประสานงานในรูปแบบสามมิติ (3D coordination)

(11) การวางแผนการจัดการพื้นที่ใช้สอยในสถานที่ก่อสร้าง (site utilization planning)

(12) การวางผังอุปกรณ์และเครื่องอำนวยความสะดวกในโครงการก่อสร้าง (3D control and planning, digital layout)

(13) การบันทึกแบบจำลอง (record model)

(14) การจัดทำตารางการรักษาดูแลอาคาร (maintenance scheduling)

(15) การวิเคราะห์ระบบต่าง ๆ ภายในสิ่งก่อสร้าง (building system analysis)

Secondary BIM Use

(16) การตรวจสอบการออกแบบ (design reviews)

(17) การวิเคราะห์ด้านเครื่องกล (mechanical analysis)

(18) การวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม (other engineering analysis)

(19) การประเมินความยั่งยืนของสิ่งก่อสร้าง หรือการประเมิน LEED (LEED evaluation)

(20) การตรวจสอบตัวแปร (code validation)

(21) การออกแบบระบบในการก่อสร้าง เช่น นั่งร้าน หรือค้ำยัน (construction system design, virtual mockup)

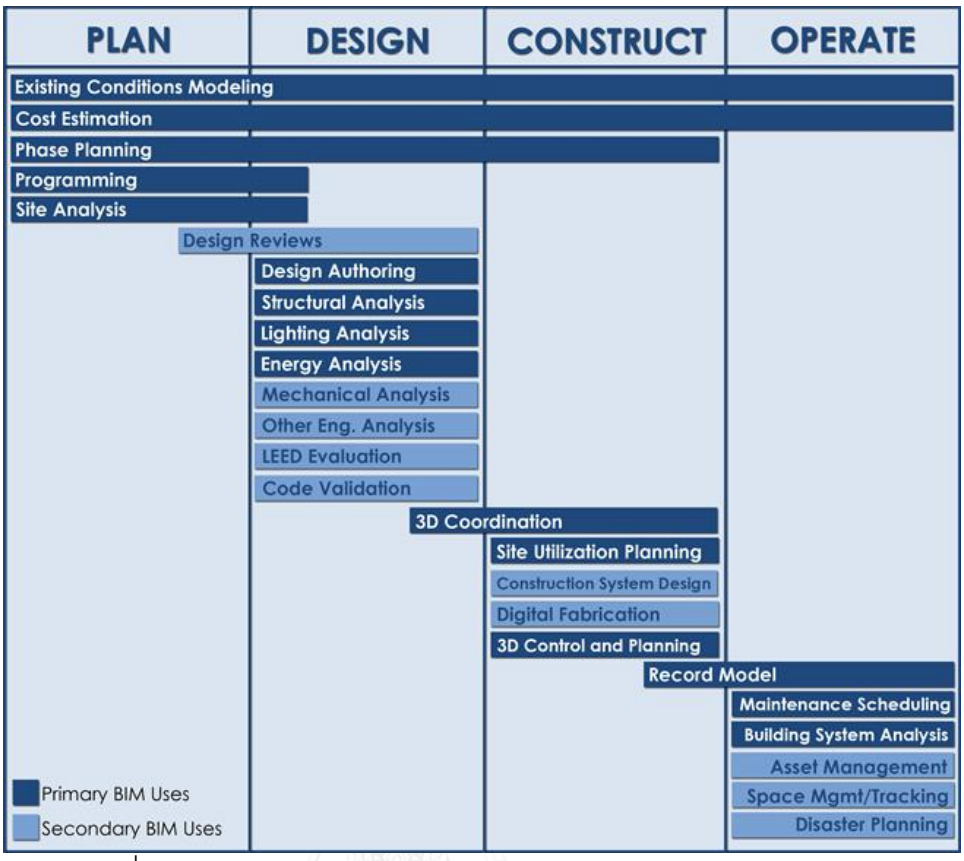
(22) การประกอบชิ้นส่วนเชิงดิจิทัล (digital fabrication)

(23) การบริหารทรัพย์สิน (asset management)

(24) การบริหารพื้นที่ภายในอาคาร(space management/ tracking)

(25) การวางแผนรับมือภัยพิบัติ (disaster planning)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.1 BIM Use ในแต่ละช่วงเวลาในการก่อสร้าง (CIC, 2010)

การระบุประโยชน์การใช้งานของ BIM ในแต่ละฝ่ายในโครงการก่อสร้าง

(1) ผู้ว่าจ้าง

ในช่วงก่อนการก่อสร้าง: ใช้ในการวิเคราะห์แนวคิด ความเป็นไปได้ และการออกแบบเบื้องต้น

ในช่วงหลังการก่อสร้าง: เมื่อนำสารสนเทศที่ได้จากการนำแนวคิด BIM มาใช้มาประยุกต์เข้ากับระบบการบริหารสิ่งอำนวยความสะดวกของอาคารจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

(2) ผู้ออกแบบอาคาร

ช่วงการออกแบบ: ช่วยในการประหยัดเวลาหากมีการเปลี่ยนแปลงแบบจากผู้ออกแบบฝ่ายอื่น, ง่ายต่อการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง, สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างจึงทำให้ประหยัดเวลาการประมาณราคา, นำมาประยุกต์ใช้ในการ

คำนวณการออกแบบโครงสร้าง ทางด้านพลังงาน, พัฒนาประสิทธิภาพในการสื่อสาร การทำงานร่วมกันของแต่ละฝ่าย

(3) ผู้รับจ้างก่อสร้าง

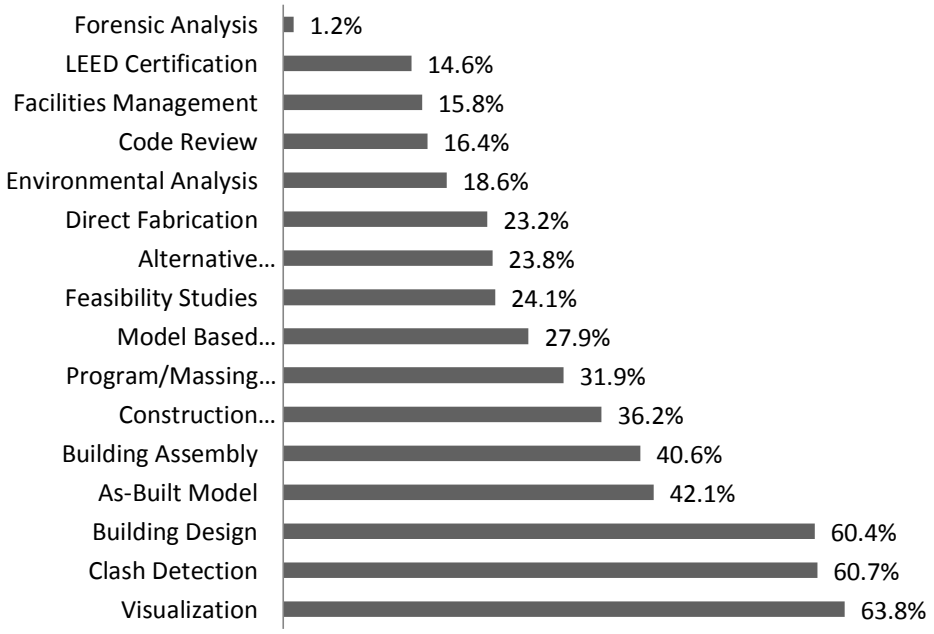
ช่วงการก่อสร้าง: ช่วยในการประหยัดเวลาในโครงการก่อสร้าง เนื่องจากความรวดเร็วในการค้นพบจุดบกพร่องในการออกแบบก่อนการก่อสร้าง, การตอบสนองที่รวดเร็วหากการเปลี่ยนแปลงแบบ นอกจากนี้ยังช่วยในการประกอบชิ้นส่วนหน้างานโดยการสร้างภาพจำลองดูลำดับการประกอบชิ้นงาน และประโยชน์ที่สำคัญคือการช่วยในการสื่อสารและร่วมมือกันของแต่ละฝ่าย

Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) ได้สรุปประโยชน์ของการนำ BIM มาใช้จากโครงการหลักของทางมหาวิทยาลัยทั้ง 32 โครงการ (CIFE, 2007) ดังนี้

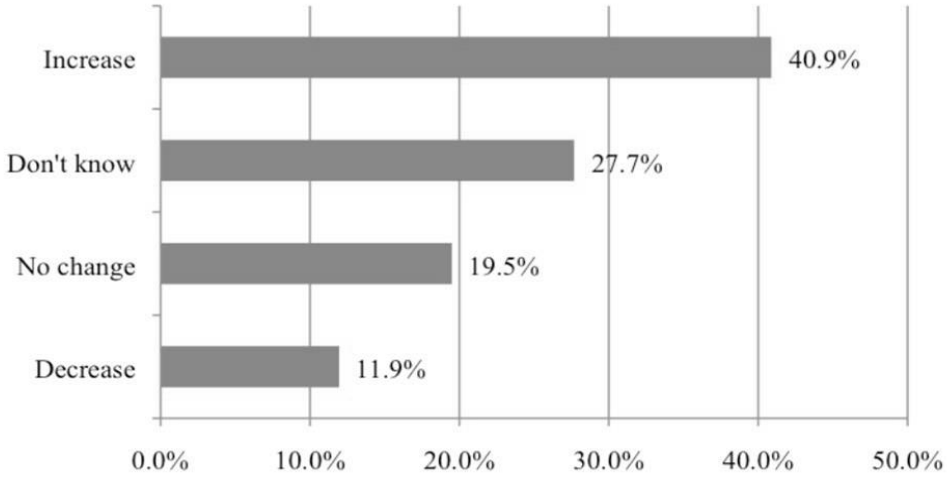
- กำจัดโอกาสที่จะเกิดการใช้งบประมาณเกินได้ถึงร้อยละ 40
- การประมาณราคาถูกต้องมากขึ้นถึงร้อยละ 3
- ประหยัดเวลาในการประมาณราคาถึงร้อยละ 80
- ประหยัดถึงร้อยละ 10 ของงบประมาณในสัญญา เนื่องจากการทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ
- ประหยัดเวลาโครงการถึงร้อยละ 7

ในปี 2010 ได้มีการสำรวจบริษัทก่อสร้างจำนวน 424 บริษัทในสหราชอาณาจักรเกี่ยวกับการนำ BIM มาใช้ในด้านต่าง ๆ แสดงผลในภาพที่ 2.2 จึงทำให้ทราบว่าการใช้งานหลักก็คือ การใช้เพื่อการมองเห็นภาพมีร้อยละ 63.80 อันดับที่รองลงมาคือการใช้เพื่อช่วยในการตรวจสอบการชนกันของวัตถุในอาคารร้อยละ 60.7 และอันดับสามคือการใช้เพื่อออกแบบอาคารร้อยละ 60.4 จากข้อมูลดังกล่าวจะทำให้เห็นว่าการนำ BIM มาใช้นั้นสามารถใช้ทำประโยชน์ได้หลากหลาย (Burcin and Samara, 2010 อ้างถึงใน Hergunsel, 2011)

ถึงแม้การนำ BIM มาใช้นั้นจะมีประโยชน์มาก แต่การนำ BIM มาใช้นั้นก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายมากไม่ว่าจะเป็นทั้งด้านซอฟต์แวร์ (software) ฮาร์ดแวร์ (hardware) และทรัพยากรอื่น ๆ เมื่อเริ่มต้นผู้ใช้ BIM อาจจะไม่ได้คิดถึงผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น และคิดว่าการนำ BIM มาใช้จะช่วยในการออกแบบและการมองเห็นเท่านั้น แต่เมื่อได้นำมาใช้แล้วผู้ใช้ส่วนใหญ่กลับพบว่ากำไรจากการก่อสร้างเพิ่มสูงขึ้น เพราะความผิดพลาดในการก่อสร้างลดลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาไป ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ร้อยละ 40.9 ของผู้ใช้ BIM พบว่าทำให้กำไรจากการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น แต่จากภาพจะพบได้ว่า มีผู้ใช้ BIM ถึงร้อยละ 19.5 ที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของกำไร และอีกร้อยละ 11.9 ที่พบว่ากำไรลดลงจากเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากไม่มีการวางแผน และความรู้ความเข้าใจในแนวคิดนี้ BIM อย่างท่องแท้ก็ไม่อาจสร้างประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hergunsel, 2011)



ภาพที่ 2.2 การใช้งานตามแนวคิด BIM ด้านต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในสหราชอาณาจักร (Burcin and Samara, 2010 อ้างถึงใน Hergunsel, 2011)



ภาพที่ 2.3 ผลสำรวจถึงความเปลี่ยนแปลงของกำไร เมื่อปฏิบัติตามแนวคิด BIM (Becerik and Gerber, 2010 อ้างถึงใน Hergunsel, 2011)

2.2 มาตรฐาน และแนวทางของการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

ในปัจจุบันมาตรฐาน และคู่มือเกี่ยวการนำ BIM มาใช้นั้นได้ถูกตีแผ่อย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นจากประเทศในแถบยุโรป อเมริกา รวมถึงเอเชีย มาตรฐานและคู่มือของแต่ละประเทศนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และวัฒนธรรมการทำงานของแต่ละประเทศ แต่มีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาขึ้นมาเหมือนกัน ดังนี้

- เพื่อแนะนำทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างถึงวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสม
- เพื่อแนะนำวิธีการจัดการหรือการใช้สารสนเทศในการนำ BIM มาใช้
- เพื่อหาวิธีการเพิ่มประสิทธิผลและประสิทธิภาพของทุกกิจกรรมในวัฏจักรก่อสร้าง
- เพื่อหาขั้นตอนการดำเนินงานในการนำ BIM มาใช้
- เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ โดยปราศจากความขัดแย้ง และความเข้าใจผิดของสารสนเทศที่จะทำให้โครงการก่อสร้างผิดพลาดและล่าช้า (Hooper, 2011)

จากการรวบรวมมาตรฐานและคู่มือต่าง ๆ แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

(1) ตามประเทศ เช่น ฟินแลนด์ สวีเดน เดนมาร์ก อังกฤษ สหรัฐ ออสเตรเลีย ฯลฯ

(2) ตามยี่ห้อโปรแกรม เช่น Autodesk Revit, Bentley ฯลฯ

ซึ่งผู้วิจัยรวบรวม และวิเคราะห์มาตรฐานและคู่มือต่าง ๆ เหมาะสำหรับใครที่จะใช้ประโยชน์ และมีใจความสำคัญอย่างไร แสดงในตารางที่ 2.1 โดยงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงมาตรฐาน NBIMS, คู่มือ BIM Project Execution Planning คู่มือการประยุกต์ใช้ BIM ของประเทศสิงคโปร์ (Singapore BIM Guide) และมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้อย่างละเอียดซึ่งมาตรฐานเหล่านี้ใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับงานวิจัยนี้

2.2.1 มาตรฐาน NBIMS

The National Building Information Modeling Standard™ (NBIMS) เป็นกุญแจสำคัญในการปฏิรูปอุตสาหกรรม จุดประสงค์หลักของมาตรฐาน NBIMS เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง ดูแลบริหารใช้งานสิ่งก่อสร้าง โดยสร้างมาตรฐาน รูปแบบเพื่อรองรับสารสนเทศที่ถูกสร้างและรวบรวมสารสนเทศเพื่อใช้ประโยชน์ตลอดวงจรชีวิตของโครงการก่อสร้าง หน้าที่สำคัญของมาตรฐาน NBIMS คือทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน (interoperability) เพื่อการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่หลากหลายให้สามารถเชื่อมโยงทำงานร่วมกันได้ด้วยรูปแบบมาตรฐานเปิด (open standard) เช่น มาตรฐาน Industrial Foundation Class (IFC)

มาตรฐาน NBIMS ได้เสนอลำดับชั้น (hierarchy) ที่เกิดจากความหลากหลายด้านของ BIM ดังภาพที่ 2.4 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ลำดับชั้น คือ

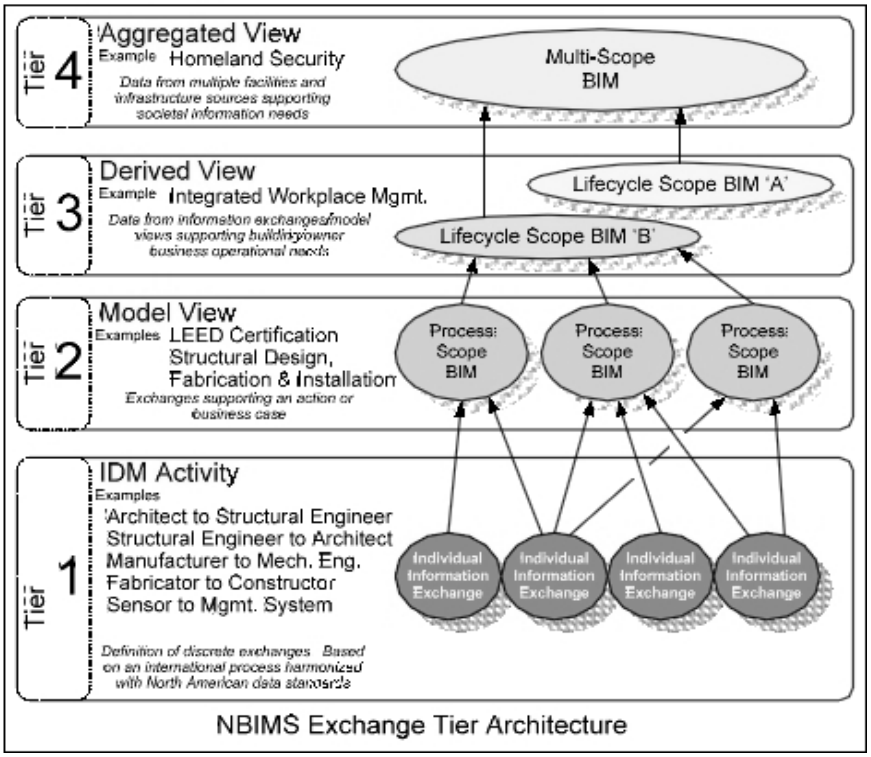
<u>ชั้นที่ 4</u> มุมมองภาพรวม (aggregated view) ลำดับชั้นซึ่งอธิบายลำดับชั้นที่มากกว่าระดับโครงสร้างอาคาร โดยเกิดจากการรวมสารสนเทศต่าง ๆ ของหลายโครงการผ่านถึงลำดับชั้นที่ 4 ซึ่งเป็นการวางแนวทางขององค์กรที่กำหนดเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของสารสนเทศในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น การเก็บสารสนเทศเพื่อทำระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้านจัดสรร

<u>ชั้นที่ 3</u> มุมมองแต่ละโครงการ (derived view) เป็นการนำสารสนเทศในโครงการก่อสร้างมารวมกันตลอดทั้งวงจรชีวิตของสิ่งก่อสร้าง สารสนเทศทั้งภายในและภายนอกโครงการก่อสร้างจะสมมารถบริหารจัดการได้ง่ายขึ้น สารสนเทศสามารถรวบรวมในลักษณะแฟ้มข้อมูล IFC สามารถดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

<u>ชั้นที่ 2</u> มุมมองแบบจำลอง (model view) ลำดับชั้นนี้อธิบายถึงสารสนเทศในแต่ละกิจกรรมหรือกลุ่มในรูปแบบแบบจำลองเช่น ผู้ออกแบบใช้แบบจำลอง 3 มิติในการตรวจสอบความสัมพันธ์และความขัดแย้งตลอดจนรายละเอียดสารสนเทศโดยแสดงการวิเคราะห์แบบจำลองระบบและโครงการ

<u>ชั้นที่ 1</u> การแลกเปลี่ยนสารสนเทศโดยใช้ Information Delivery Manual (IDM) ซึ่งในลำดับชั้นนี้จะแสดงถึงการแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างองค์กร (individual information exchange) ยกตัวอย่างเช่น การแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างสถาปนิกและผู้ออกแบบโครงสร้างหรือระหว่างผู้ออกแบบโครงสร้างและผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า เป็นต้น ในชั้นนี้ควรจะมีระบบรักษาสารสนเทศในองค์กร ควรจะมีการตั้งรหัสให้บุคคลภายนอกองค์กรได้สารสนเทศเพียงที่ต้องดำเนินงานร่วมกันไม่จำเป็นต้องเปิดเผยสารสนเทศทั้งหมด (NIBS, 2010)

มาตรฐาน NBIMS เนื้อหาโดยรวมกล่าวถึงมาตรฐานในการแลกเปลี่ยน การไหลเวียนของสารสนเทศเป็นหลัก เน้นทฤษฎีเป็นหลักจึงทำให้ยากแก่การนำมาปฏิบัติใช้แต่สามารถนำมาเป็นมาตรฐานอ้างอิงได้



ภาพที่ 2.4 ลำดับชั้นการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (NIBS, 2010)

ตารางที่ 2.1 มาตรฐาน BIM ที่มีทั่วโลก

ประเทศ	มาตรฐาน BIM หรือ Guideline	คณะจัดทำ	ภาษา	เหมาะสำหรับ	สาระสำคัญ
อังกฤษ	AEC (UK) BIM Standard	AEC (UK) (2009)	อังกฤษ	ผู้ออกแบบ/ผู้เขียนแบบ	ลงรายละเอียดไปที่การวาดแบบจำลอง
	AEC (UK) BIM Standard for Autodesk	AEC (UK) (2010)	อังกฤษ	ผู้ออกแบบ/ผู้เขียนแบบ	ระบุถึงการวาดแบบจำลอง และการใช้ซอฟต์แวร์
	AEC (UK) BIM Standard for Bentley	AEC (UK) (2011)	อังกฤษ	ผู้ออกแบบ/ผู้เขียนแบบ	ระบุถึงการวาดแบบจำลอง และการใช้ซอฟต์แวร์
	BIM Working Party Strategy	Department of Business Innovation & Skills (UK) (2009)	อังกฤษ	ผู้ว่าจ้าง	กลยุทธ์ในการทำงานร่วมกันของแต่ละฝ่าย
ออสเตร-เลีย	National Guidelines for Digital Modeling	Construction Innovation (CRC) (2009)	อังกฤษ	ผู้ออกแบบ/ผู้เขียนแบบ	ระบุถึงข้อมูลที่ใส่ในแบบจำลอง, ระดับความละเอียดของแบบจำลอง
	Digital Modeling and The Build Environment	Department of Innovation Industry Science and Research (2010)	อังกฤษ	ผู้ว่าจ้าง	ระบุถึงภาพรวมการใช้ BIM ในออสเตรเลีย, อุปสรรค, ประโยชน์ในการใช้ BIM, และการใช้งาน BIM ในอนาคต

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) มาตรฐาน BIM ที่มีทั่วโลก

ประเทศ	มาตรฐาน BIM หรือ Guideline	คณะจัดทำ	ภาษา	เหมาะสำหรับ	สาระสำคัญ
เกาหลี	National BIM Roadmap and Guidelines	BuildingSMART Korea & Kyung Hee University (2011)	เกาหลี	ผู้ว่าจ้าง	กล่าวถึงแผนการพัฒนา และการอธิบายให้เห็นภาพรวมของแนวคิดนี้ นอกจากนั้นมีการพูดถึงการทดลองของโครงการต่าง ๆ
ฮ่องกง	Building Information Modeling (BIM) Standards Manual	Business Information Technology Development & Construction Division Housing Department (2009)	อังกฤษ	สถาปนิกและวิศวกร	กล่าวถึงการใช้รหัสในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ และระบุการอ้างอิงของข้อมูลว่ามาจากไหน
	BIM Project Specification	Hong Kong Institute of Building Information Modeling (2011)	อังกฤษ	ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	การวางแผนก่อนการประยุกต์ใช้จริง, สารสนเทศและระดับความละเอียดของแบบจำลอง, การบริหารจัดการสารสนเทศใน BIM

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) มาตรฐาน BIM ที่มีทั่วโลก

ประเทศ	มาตรฐาน BIM หรือ Guideline	คณะจัดทำ	ภาษา	เหมาะสำหรับ	สาระสำคัญ
นอร์เวย์	Statsbygg BIM Manual	Statsbygg (2011)	อังกฤษ	ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	ข้อกำหนดต่าง ๆ ของทุกฝ่ายในการใช้ BIM และการอธิบายการใช้โปรแกรม
เดนมาร์ก	Bips 3D Working Method	Bips (2007)	อังกฤษ	สถาปนิก / วิศวกร / ผู้เขียนแบบ / ผู้รับจ้าง	ระบุถึงข้อมูลที่จะใส่ในแบบจำลอง, วิธีการทำงานของผู้ที่เกี่ยวข้อง, และวิธีแลกเปลี่ยนสารสนเทศ
เยอรมัน	Anwenderhanbuc Datenaustausch BIM/IFC	Building SMART Deutschland	เยอรมัน	_	-
ฟินแลนด์	Senate Properties BIM Requirement	Senate Properties (2007)	อังกฤษ	สถาปนิก	อธิบายถึงหลักการออกแบบของสถาปนิกเมื่อต้องการใช้ BIM, BIM Requirement

2.2.2 คู่มือ BIM Project Execution Planning

คู่มือนี้เป็นผลผลิตจากโครงการ The BIM Project Execution Planning ซึ่งพัฒนาโดยกลุ่ม The Computer Integrated Construction Research Group (CIC) อยู่ภายใต้การดูแลของ NIBS ผู้พัฒนามาตรฐาน NBIMS คู่มือนี้กล่าวถึงการวางแผนเตรียมตัวในนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างให้ประสบความสำเร็จ มุ่งเน้นถึงภาคปฏิบัติมากกว่าทางทฤษฎี

CIC (2010) ได้กล่าวว่าการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับการวางแผนในขั้นตอนเริ่มต้นที่ดี เพื่อให้ทุกฝ่ายเข้าใจถึง โอกาสและความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องของการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง ในการวางแผนที่สมบูรณ์นั้นควรกำหนดการใช้ BIM Use ให้เหมาะสมสำหรับโครงการก่อสร้างนั้น ๆ เช่น การออกแบบ การประมาณราคา และการประสานงานการออกแบบ พร้อมด้วยข้อมูลในการดำเนินการ BIM ตลอดทั้งโครงการก่อสร้าง เมื่อแผนงานนี้เสร็จทำให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องสามารถปฏิบัติตามแผนงาน และตรวจสอบความคืบหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในคู่มือนี้ระบุถึงขั้นตอนในการวางแผนเบื้องต้นดังภาพที่ 2.5 แสดงถึง 4 ขั้นตอนหลักในการวางแผนคือ

(1) การระบุวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำ BIM มาใช้ในช่วงการวางแผนโครงการก่อสร้าง ออกแบบ ก่อสร้าง รวมไปถึงการใช้งานสิ่งก่อสร้าง

(2) ออกแบบขั้นตอนการนำ BIM มาใช้ โดยการสร้างเป็นแผนผังการดำเนินงาน

(3) พัฒนาระบบ และรูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ โดยระบุถึงรายละเอียดสารสนเทศ และฝ่ายที่รับผิดชอบ

(4) ระบุโครงสร้างพื้นฐานที่ช่วยในการดำเนินงานเช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ โครงข่ายการสื่อสาร เทคโนโลยี

วัตถุประสงค์ของแผนในการดำเนินการนำ BIM มาใช้ เพื่อที่ให้ผู้ว่าจ้าง และทุกฝ่ายมีความเข้าใจตรงกัน ดังหัวข้อต่อไปนี้

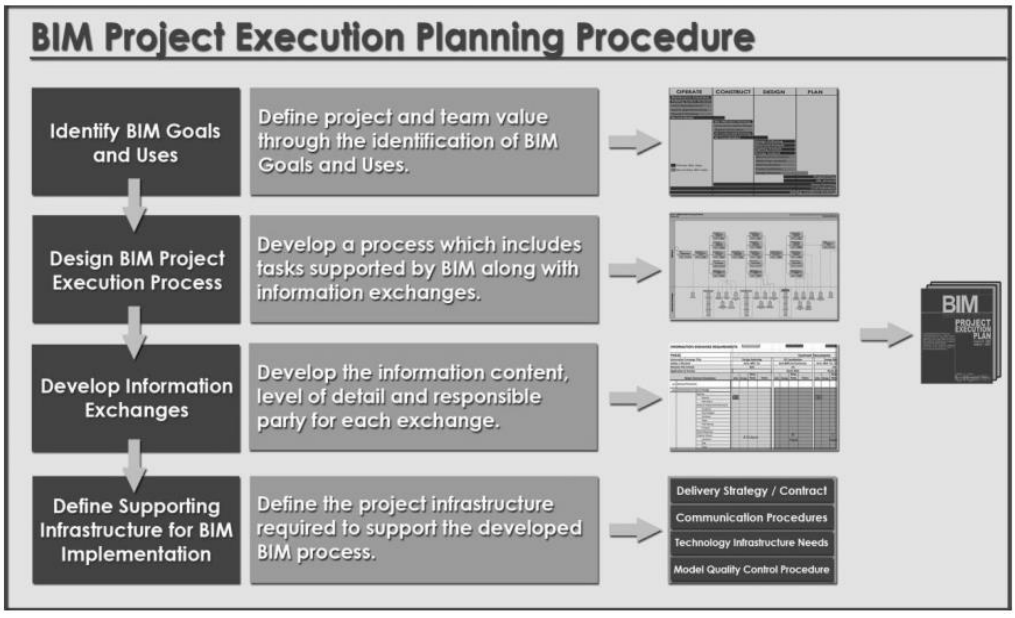
- เข้าใจถึงเป้าหมายในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง
- เข้าใจถึงข้อบังคับ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย

- เข้าใจถึงขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสม
- เข้าใจถึงรายละเอียดของสารสนเทศ ระดับความละเอียดของแบบจำลอง รวมไปถึงผลลัพธ์ที่ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้
- เข้าใจถึงทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินงาน

เนื้อหาหลักที่ควรระบุไว้ในแผนการดำเนินงาน BIM ได้แก่

- รายละเอียดต่างของโครงการก่อสร้าง
- เป้าหมาย และวัตถุประสงค์การนำ BIM มาใช้
- ข้อบังคับ และหน้าที่ของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้อง
- กลยุทธ์ และขั้นตอนการดำเนินงาน
- ระเบียบการในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ และรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน (format) ในการส่งผ่านสารสนเทศ
- สารสนเทศที่จำเป็นในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง
- ขั้นตอนในการทำงานร่วมกัน และวิธีในการแบ่งปันแบบจำลองของแต่ละฝ่าย
- วิธีการควบคุมคุณภาพ
- เทคโนโลยี และซอฟต์แวร์ที่จำเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนในการวางแผนในการดำเนินการใช้แนวคิด BIM (CIC, 2010)

2.2.3 คู่มือการประยุกต์ใช้ BIM ของประเทศสิงคโปร์

คู่มือนี้จัดทำโดยกลุ่ม Building and Construction Authority (BCA) ภายในประเทศสิงคโปร์ เพื่อเป็นแนวทางในการระบุข้อบังคับ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายเมื่อมีการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง คู่มือนี้อ้างอิงมาจากคู่มือ BIM Project Execution Planning โดยในคู่มือนี้ระบุ 2 หัวข้อหลัก คือ

(1) ข้อมูลจำเพาะของ BIM (BIM specifications)

- ผลลัพธ์ที่ต้องการของ BIM (BIM deliverables) ในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร เป็นการให้ทุกฝ่ายออกความเห็นว่าแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง การใช้งาน BIM เพื่อจุดประสงค์อะไร แต่ละฝ่ายมีความรับผิดชอบอย่างไร
- ในแต่ละผลลัพธ์ประกอบด้วย องค์ประกอบของแบบจำลอง BIM (BIM model elements) ในแต่ละองค์ประกอบแสดงถึงลักษณะทางกายภาพและลักษณะการทำงานของสิ่งก่อสร้าง
- แต่ละองค์ประกอบจะประกอบไปด้วยคุณสมบัติ (attributes)

(2) การพัฒนาแบบจำลอง และขั้นตอนการร่วมมือกันของแต่ละฝ่าย (collaboration procedures)

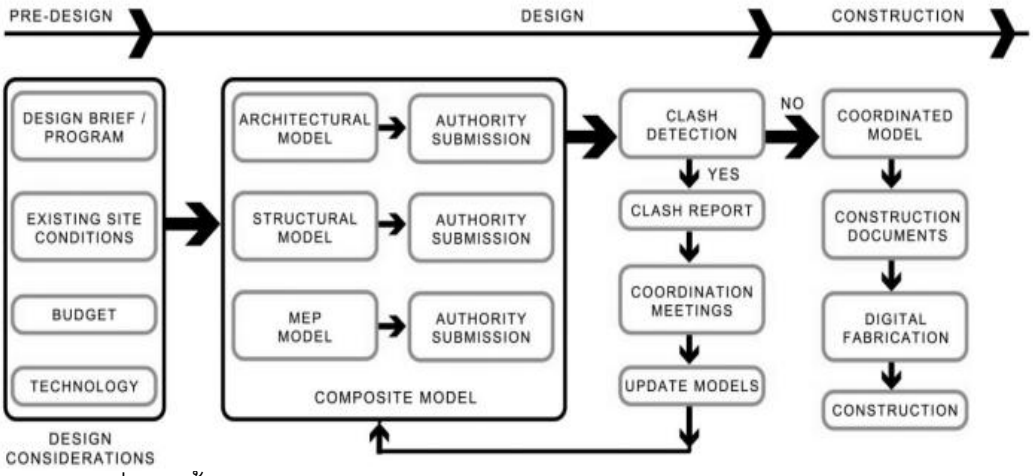
- ในหัวข้อนี้จะเป็นการพัฒนาขั้นตอนการผลิตผลลัพธ์ที่ต้องการ ว่าควรมีการสร้างและ แบ่งบันสารสนเทศในโครงการก่อสร้างกันอย่างไร
- ข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างแบบจำลอง (modeling requirement) ข้อมูลนี้จะเป็นตัวแนะนำทุกฝ่ายถึงองค์ประกอบของแบบจำลองรวมไปถึงการแนะนำระดับความละเอียดของแบบจำลองในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง ซึ่งข้อมูลส่วนนี้เกิดจากการรวบรวมข้อมูลจากสถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง และวิศวกรระบบ MEP
- ขั้นตอนการร่วมมือกันทำงานนี้เพื่อแนะนำรูปแบบ หรือระบบการแบ่งปันผลลัพธ์ที่ได้ระหว่างฝ่ายในโครงการก่อสร้าง

คู่มือนี้ยังกล่าวถึงลำดับการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างการจัดจ้างประเภทการออกแบบและสร้างโดยองค์กรเดียว (Design Build) กับการจัดจ้างประเภทออกแบบ ประกวดราคา ก่อสร้าง (Design Bid Build) ซึ่งในการจัดจ้างประเภท Design Build จะเหมาะแก่การนำ BIM มาใช้

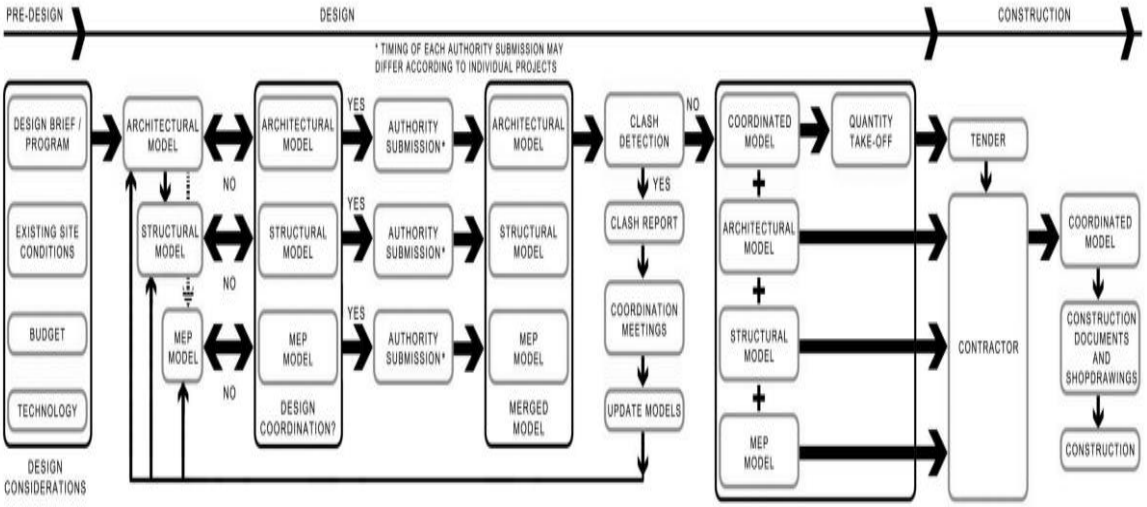
เนื่องจากผู้ออกแบบ และผู้รับจ้างก่อสร้างเป็นองค์กรเดียวการแบ่งปันข้อมูลจึงทำได้ง่ายอีกทั้งการรวมแบบจำลองนั้นก็ทำได้ง่าย เพราะผู้ออกแบบจะเป็นฝ่ายเตรียมข้อมูลทั้งหมดให้ การที่สารสนเทศจะตกหล่นหรือเกิดความเข้าใจผิดจะเกิดขึ้นได้น้อย ดังภาพที่ 2.6 แสดงขั้นตอนการนำ BIM มาใช้ในการจัดจ้างแบบการออกแบบ และสร้างโดยองค์กรเดียว จากภาพจะเห็นได้ว่าขั้นตอนนั้นไม่มีความซับซ้อนสามารถดำเนินการทำได้ง่าย ซึ่งแตกต่างกับการจัดจ้างประเภทออกแบบ ประกวดราคาก่อสร้าง เพราะการจัดจ้างประเภทนี้เป็นการร่วมมือกันหลายฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายผู้ออกแบบ ผู้รับจ้างก่อสร้าง ฝ่ายที่ปรึกษาในโครงการก่อสร้างจึงทำให้ขั้นตอนมีความซับซ้อนมากกว่า แต่ละฝ่ายไม่ต้องการแบ่งปันสารสนเทศให้แก่กันจึงทำให้สารสนเทศอาจมีการตกหล่นหรือเกิดความขัดแย้งในสารสนเทศนั้น ๆ จากภาพที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากช่วงออกแบบนั้นจะเป็นแบบจำลองที่พร้อมเสร็จสำหรับการประกวดราคาเท่านั้น เมื่อถึงช่วงก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องมีการลงรายละเอียดเพื่อทำแบบให้พร้อมสำหรับการก่อสร้างต่อไป

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดจ้างประเภทออกแบบ ประกวดราคา ก่อสร้าง จึงทำให้เกิดแนวคิดใหม่ขึ้นโดยการเพิ่มคนกลางเป็นคนประสานงานเพื่อลดปัญหาในช่วงรอยต่อของแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

- ผู้บริหารดูแลการใช้งาน BIM ในโครงการก่อสร้าง (BIM manager for project) ซึ่งมีหน้าที่ดูภาพรวมของโครงการไม่ว่าจะเป็นช่วงการออกแบบไปจนถึงการก่อสร้าง เป็นบุคคลที่คอยช่วยให้คำปรึกษาในด้านการบริหารการใช้งาน BIM
- ผู้ประสานงาน หรือรวมแบบจำลองจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในช่วงออกแบบ (BIM coordinator for each consultant) มีหน้าที่รวมรวบแบบจำลองเข้าด้วยกัน ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง รวมถึงการส่งผ่านสารสนเทศ
- ผู้ประสานงาน หรือรวมแบบจำลองจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อการก่อสร้าง (BIM coordinator for contractor) มีหน้าที่หน้าที่รวมรวบแบบจำลอง ประสานงานระหว่างผู้ออกแบบและผู้ก่อสร้าง ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง รวมถึงการส่งผ่านสารสนเทศ



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการใช้งานของ BIM โดยใช้การจัดจ้างแบบ DB (BCA, 2012)



ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการใช้งานของ BIM โดยใช้การจัดจ้างแบบ DBB (BCA, 2012)

2.2.4 **คู่มือ** BIM planning guide for facility owners

คู่มือนี้เกิดจากการพัฒนาโดยกลุ่ม The Computer Integrated Construction Research Group, CIC (2013) ซึ่งได้รับความร่วมมือจากผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบ ผู้รับจ้างก่อสร้าง และที่ปรึกษาโครงการช่วยในการพัฒนาคู่มือนี้ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการแนะนำว่าผู้ที่ต้องการศึกษาคู่มือนี้ควรมีพื้นฐานในด้าน BIM วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือนี้เพื่อช่วยในการวางแผนการดำเนินงานสำหรับผู้ว่าจ้างแต่สามารถนำไปประยุกต์กับองค์กรประเภทอื่นได้

คู่มือนี้ได้ทำการแบ่งการวางแผนออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ (1) การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (strategic planning) (2) การวางแผนการดำเนินงาน (implementation planning) (3) การวางแผนการจัดซื้อจัดจ้าง (procurement planning)

ขั้นตอนในการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (strategic planning procedure)

การวางแผนเชิงกลยุทธ์จะเป็นการวางแผนภายในองค์กรเป็นหลัก โดยในองค์จะต้องทำการวางแผนระดับที่ต้องการที่จะนำ BIM มาใช้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ การประเมิน (assesses), การปรับแนวทาง (alignment), การพัฒนา (advancement) ตามลำดับดังที่แสดงในภาพที่ 2.8 ทุกขั้นตอนของการวางแผนเชิงกลยุทธ์มี 6 องค์ประกอบหลักที่จะต้องได้รับการประเมิน เรียกว่า "องค์ประกอบในการวางแผน" (BIM planning elements) ประกอบด้วย

(1) กลยุทธ์ (strategy)

กำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการนำแนวคิด BIM มาใช้ รวมไปถึงประเมินความพร้อมขององค์กร และทรัพยากรที่ช่วยในการทำงาน

(2) การใช้ประโยชน์จากแนวคิด BIM (BIM Uses)

ระบุวิธีการที่นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ด้านการพัฒนาแบบจำลอง, ด้านการวิเคราะห์หรือประมวลผล, ด้านการสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนสารสนเทศ, และด้านการบริหารจัดการสารสเทศที่เกี่ยวข้องสำหรับการดูแลบริหารสิ่งก่อสร้าง

(3) กระบวนการ (process)

อธิบายถึงแต่ละขั้นตอนในการนำ BIM Use อาจมีการปรับปลี่ยนกระบวนการเดิมที่มีอยู่หรือออกแบบกระบวนการใหม่ให้สอดคล้องกับการใช้แนวคิด BIM

(4) ข้อมูลสารสนเทศ (information)

ระบุข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นในการทำงานในองค์กรในแต่ช่วงเวลา ซึ่งสารสนเทศในที่นี้หมายถึง แบบจำลองที่ระบุถึงองค์ประกอบและระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแต่ละช่วงเวลารวมไปถึงสารสนเทศที่ไม่ใช่แบบจำลอง

Chulalongkorn University

(5) โครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure)

กำหนดโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการนำแนวคิด BIM มาใช้ ทั้งซอฟต์แวร์, ฮาร์ดแวร์, เครือข่าย (network) รวมไปถึงพื้นที่ในการทำงาน

(6) บุคลากร (personnel)

กำหนดหน้าที่ และความรับผิดชอบของทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ และมีการจัดฝึกอบรมให้แก่ฝ่ายที่มีความสนใจเพื่อพัฒนาบุคลากรในองค์กร

ในขั้นตอนแรก คือ การประเมินว่าในปัจจุบันองค์ประกอบหลักทั้ง 6 ตัวอยู่ในระดับใด ส่วนในการปรับแนวทาง คือ การกำหนดว่าองค์กรต้องการอยู่ในระดับใดในอนาคต หรือที่เรียกว่า Desired level implementation maturity โดยต้องเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์การใช้ BIM ให้ชัดเจนอาจมีการจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ หลังกำหนดวัตถุประสงค์แล้วจะมีการเลือกใช้ BIM Use ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งตัวอย่างตารางในการประเมินระดับขั้นในการพัฒนาของแต่ละองค์กรทั้งในปัจจุบันและระดับขั้นในอนาคตแสดงในตารางที่ 2.2 โดยประเมินทั้ง 6 องค์ประกอบหลักที่ได้กล่าวในเบื้องต้น ประเมินภายในองค์กร และภายในโครงการก่อสร้างโดยมี 5 ระดับขั้นพัฒนาใช้ในการประเมินแต่ละระดับมีคะแนนแตกต่างกันไปคือ non-existent (0), initial (1), managed (2), defined (3), quantitatively managed (4), optimizing (5)

ส่วนการพัฒนา คือ การระบุกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาจากระดับที่เป็นอยู่ให้ไปจนถึงระดับที่ต้องการในอนาคต หรือจัดทำ roadmap เพื่อกำหนดทิศทางในการดำเนินงานขององค์กร รายละเอียดที่ใช้ในการพัฒนา roadmap ประกอบไปด้วย องค์ประกอบหลักทั้ง 6 ตัว กรอบเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน สถานะปัจจุบันในการนำ BIM มาใช้ในองค์กร ระดับการนำ BIM มาใช้ใดที่องค์กรคาดหวังจะไปถึง ขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาองค์กรให้ไปถึงระดับที่คาดหวังและ BIM Uses ที่จำเป็นในองค์กร

ขั้นตอนในการวางแผนการดำเนินงาน (implementation planning procedure)

หลังจากทำการวางแผนเชิงกลยุทธ์เรียบร้อยแล้วควรจะมีการพัฒนาแผนในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ในแผนเชิงกลยุทธ์ ในแต่ละขั้นตอนของการวางแผนงานนี้เป้าหมายและวัตถุประสงค์ในแผนเชิงกลยุทธ์นั้นจะถูกนำมาตีความในกระบวนการในโครงการก่อสร้าง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

(1) จัดตั้งทีมงานดำเนินการตามแนวคิด BIM

บุคคลากร คือ รากฐานที่สำคัญในการดำเนินงาน เพราะฉะนั้นควรมีการจัดตั้งทีมงานที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในแต่ละหน้าที่ ในการจัดตั้งทีมงานควรมีการกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละคน หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละคนนั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้างและขนาดขององค์กร ในคู่มือนี้ได้เสนอตำแหน่งงานหลักที่ควรเพิ่มในองค์กรเพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้แก่

- **ผู้จัดการสนับสนุนการใช้** BIM (management BIM advocate) ตำแหน่งนี้อยู่ในระดับบริหารจัดการขององค์กรจะช่วยให้การดำเนินงานมีโอกาสประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น เพราะระดับบริหารมีความเข้าใจในด้านทรัพยากรที่จำเป็นต่อการนำ BIM มาใช้ให้ประสบผลสำเร็จ อีกทั้งยังมีความเข้าใจในความสามารถของบุคลากรของแต่ละคนที่เหมาะสมกับหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย หน้าที่หลัก คือ ส่งเสริมให้ในองค์กรนำ BIM มาใช้ให้ประสบผลสำเร็จ คุณสมบัติที่พึงมี คือ มีความสามารถในการหาแหล่งทุนที่ช่วยส่งเสริมการดำเนินงานนี้ มีความรู้พื้นฐานในเรื่อง BIM และเข้าใจถึงเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการใช้แนวคิด BIM ในองค์กร

ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนในการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (CIC, 2013)

ตารางที่ 2.2 การประเมินระดับพัฒนาขององค์ประกอบในการวางแผน (CIC, 2013)

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
Strategy	the Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	**11**	**0**	**25**
Organizational Mission and Goals	**A mission** is the fundamental purpose for existence of an organization. **Goals** are specific aims which the organization wishes to accomplish.	No Organizational Mission or Goals	Basic Organizational Mission Established	Established Basic Organizational Goals	Organization Mission which addressed purpose, services, values (at a minimum)	Goals are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Mission and Goals are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	3	0	5
BIM Vision and Objectives	**A vision** is a picture of what an organization is striving to become **Objectives** are specific tasks or steps that when accomplished move the organization toward their goals	No BIM Vision or Objectives Defined	Basic BIM Vision is Establish	Established Basic BIM Objectives	BIM Vision address mission, strategy, and culture	BIM Objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and Objectives are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	2	0	5
Management Support	To what level does management support the BIM Planning Process	No Management Support	Limited Support for feasibility study	Full Support for BIM Implementation with Some Resource Commitment	Full support for BIM Implementation with Appropriate Resource Commitment	Limited support for continuing efforts with a limited budget	Full Support of continuing efforts	3	0	5
BIM Champion	A BIM Champion is a person who is technically skilled and motivated to guide an organization to improve their processes by pushing adoption, managing resistance to change and ensuring implementation of BIM	No BIM Champion	BIM Champion identified but limited time committed to BIM initiative	BIM Champion with Adequate Time Commitment	Multiple BIM Champions with Each Working Group	Executive Level BIM Support Champion with limit time commitment	Executive-level BIM Champion working closely with Working Group Champion	1	0	5
BIM Planning Committee	The BIM Planning Committee is responsible for developing the BIM strategy of the organization	No BIM Planning Committee established	Small Ad-hoc Committee with only those interested in BIM	BIM Committee is formalized but not inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee established with members from all operative units	Planning Committee includes members for all level of the organization including executives	BIM Planning Decisions are integrated with organizational Strategic Planning	2	0	5
BIM Uses	The specific methods of implementing BIM	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	**4**	**0**	**10**
Project Uses	The specific methods of implementing BIM on projects	No BIM Uses for Projects identified	No BIM Uses for Projects identified	Minimal Owner Requirements for BIM	Extensive use of BIM with limited sharing between parties	Extensive use of BIM with sharing between parties within project phase	Open sharing of BIM Data across all parties and project phases	3	0	5
Operational Uses	The specific methods of implementing BIM within the organization	No BIM Uses for Operations identified	Record (As-Built) BIM model received by operations	Record BIM data imported or referenced for operational uses	BIM data manually maintained for operational uses	BIM data is directly integrated with operational systems	BIM data maintained with operational systems in Real-time	1	0	5

- **ผู้เชี่ยวชาญในด้าน** BIM (BIM champion(s)) ในองค์กรควรมีอย่างน้อย 1 คน หากต้องการที่จะใช้ BIM ภายในองค์กร หน้าที่หลัก คือ พัฒนามาตรฐานการทำงานและขั้นตอน BIM ในองค์กรเป็นเชิงทางสัญญา และ คอยดูแลการใช้แนวคิด BIM ในองค์กร คุณสมบัติที่พึงมี คือ มีทักษะความรู้เรื่อง BIM และสามารถปรับเปลี่ยนตนเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อม รวมไปถึงเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ตลอด

- **หัวหน้าในการนำ** BIM **มาใช้ในแต่แผนก** (operating unit BIM leads) ตำแหน่งนี้จะช่วยในการจัดหาข้อมูลที่มีประโยชน์ในแต่ละหน่วยงานทั้งกระบวนการทำงานรวมไปถึงสารสนเทศที่จำเป็น ตำแหน่งนี้ไม่ได้มีหน้าที่จัดการบริหารหน่วยงานแต่จะเป็นคนที่คอยช่วยเรื่องผู้จัดการของหน่วยงานนั้น ๆ หน้าที่หลัก คือ จัดทำขั้นตอนและสารสนเทศที่จำเป็นในการดำเนินงานในหน่วยงาน ทำการประเมินว่าว่าแผนงานที่จัดทำไว้เหมาะสมที่หน่วยงานจะนำมาใช้หรือไม่ เป็นผู้เริ่มในการใช้ BIM ในหน่วยงาน คุณสมบัติที่พึงมี คือ เป็นเสาหลักหรือมีอิทธิพลต่อคนในหน่วยงาน เข้าใจถึงผลกระทบในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในหน่วยงาน และเคยฝึกอบรมเกี่ยวกับแนวคิด BIM ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงาน

- **ผู้ปฏิบัติการนำ** BIM **มาใช้** (BIM implementer) เป็นบุคคลที่มีหน้าที่ในการใช้งาน BIM ซึ่งผู้ใช้นี้จะต้องได้รับคำสั่งและคำแนะนำจากหัวหน้าแผนกที่ตนเองสังกัดอยู่ หน้าที่หลักคือการใช้งาน BIM ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในตำแหน่งนี้ควรมีความรู้ขั้นพื้นฐานและได้รับการฝึกอบรมในการใช้ BIM ในส่วนที่รับผิดชอบ

(2) ออกแบบขั้นตอนการทำงานร่วมกับแนวคิด BIM

ขั้นตอนในการดำเนินงานขององค์กรอาจไม่เหมาะแก่การนำ BIM มาใช้ จึงควรมีการออกแบบขั้นตอนทำงานที่มีความเหมาะสมใช้ทั้งองค์กร ในส่วนนี้ควรมีการระบุขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันเพื่อเป็นพื้นฐาน เพราะขั้นตอนที่ออกแบบใหม่ไม่ได้มาจากการเปลี่ยนขั้นตอนใหม่ทั้งหมดใช้การปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม ซึ่งการปรับเปลี่ยนขั้นตอนให้ทั้งหมดไม่ใช่สิ่งที่ทำได้ง่าย

(3) ระบุรายละเอียดแบบจำลอง และสารสนเทศที่จำเป็น

การระบุสารสนเทศที่จำเป็นนี้จะมีผลต่อการทำงานในแต่ละช่วงขององค์กร เพราะสารสนเทศนี้จะช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถแบ่งสารสนเทศออกเป็น

2 ประเภทหลัก คือ แบบจำลองหรือสารสนเทศเชิงภาพ และสารสนเทศทั่วไปหรือสารสนเทศเชิงข้อมูล เช่น รายการประกอบแบบ ประเภทของวัสดุที่ใช้ ราคา ฯลฯ ในการระบุว่าสารสนเทศอะไรบ้างที่จำเป็นทำได้โดยการตั้งคำถามให้กลุ่มผู้ทำงานหารือร่วมกัน โดยมีคำถามดังนี้

- องค์ประกอบใดในสิ่งก่อสร้าง หรือสารสนเทศใดที่จำเป็นต่อการทำงาน
- องค์ประกอบแบบจำลองใดบ้างที่ควรระบุในรูปภาพ หรือควรระบุเป็นสารสนเทศ
- รายละเอียดในการพัฒนาแบบจำลองใดที่ควรนำมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- สารสนเทศใดที่มีการใช้ในช่วงบริหารดูแลอาคาร

(4) กำหนดโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น

โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นประกอบไปด้วย ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ เป็นหลัก ซึ่งในการเลือกซอฟต์แวร์ควรพิจารณาจากประเภทซอฟต์แวร์ที่ใช้ ราคา และความยากง่ายในการใช้งาน ส่วนการเลือกฮาร์ดแวร์จะอิงตามซอฟต์แวร์เป็นหลัก ประเภทซอฟต์แวร์ที่ใช้เหมาะสำหรับผู้ว่าจ้างมีดังนี้

- Facility Management Systems (FMS)
- Design authoring
- Facility monitoring and control
- Planning/ design/ construction software systems

(5) กำหนดการศึกษาและการอบรมเพิ่มเติม

ความมีการกำหนดรายละเอียดของแต่ละบทเรียนในแต่ละหลักสูตร และระบุว่าบุคลากรในตำแหน่งใดเหมาะกับการอบรมหลักสูตรใด รวมไปถึงควรมีการจัดทำแบบทดสอบเมื่อผู้เข้าอบรมเข้าอบรมจนจบหลักสูตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนในการวางแผนการจัดซื้อจัดจ้าง (procurement planning procedure)

ขั้นตอนนี้เป็นจัดซื้อจัดจ้างหาผู้รับจ้างที่จะมาช่วยในการดำเนินงานนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงก่อสร้าง ซึ่งจะมีทั้งในส่วนระบุคุณสมบัติของผู้รับจ้างที่เหมาะสม เกณฑ์ในการคัดเลือก รวมไปถึงร่างสัญญาเกี่ยวกับการนำ BIM มาใช้ในโครงก่อสร้าง สัญญาควรมีการระบุหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายให้ชัดเจน ระบุผลลัพธ์ที่ผู้ว่าจ้างต้องการในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง

หากจะมีการจัดทำแผนดำเนินงานนี้ควรมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับแต่ละองค์กร หรือโครงการก่อสร้าง โดย CIC (2013) ได้ย้ำว่าในขณะที่แต่ละองค์กรพยายามค้นหา "วิธีการที่ออกแบบมาให้เหมาะกับทุกคน (one solution fits all approach)" เพื่อมาใช้ในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM แต่ไม่ได้คำนึงว่าแต่ละองค์กรนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การนำวิธีการขององค์กรอื่นมาใช้ให้เกิดประสิทธิผลย่อมเป็นไปไม่ได้

2.2.5 มาตรฐาน Omniclass™ A Strategy for Classifying the Built Environment

มาตรฐาน Omniclass เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลรูปแบบใหม่ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ไม่ว่าจะช่วยในการจัดระเบียบคลังวัสดุก่อสร้าง การสร้างระบบสารสนเทศโครงการการสร้างรหัสเพื่อจัดเก็บข้อมูล (OmniClass, 2012) โดยกำหนดเนื้อหาออกมาหลากหลายประเภท เช่น ตารางที่ 11 (construction entities by function), ตารางที่ 13 (spaces by function), ตารางที่ 21 (elements including designed element), ตารางที่ 31(phases), ตารางที่ 41 (materials) และตารางที่ 49 (properties)

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาในตารางที่ 21 องค์ประกอบแบบจำลอง (elements including designed element) และตารางที่ 31 ช่วงเวลาในโครงการก่อสร้าง (phases) โดยมีเนื้อหาหลักดังนี้

ตารางที่ 21 องค์ประกอบแบบจำลอง (elements including designed element)

องค์ประกอบแบบจำลองแยกออกเป็น 7 หมวดหมู่หลัก ได้แก่ โครงสร้างด้านล่างพื้นดิน (substructure), เปลือกอาคาร (shell), โครงสร้างภายใน (interiors), งานระบบต่าง ๆ (services), อุปกรณ์ และเครื่องเรือน (equipment & furnishings), งานก่อสร้างพิเศษและงานรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (special construction & demolition), ไซต์งาน (building site work) โดยมีการใช้ตัวเลขในการระบุระดับความละเอียดของแต่ละหมวดหมู่เช่น 21-XX DD YY เลขสองตำแหน่งแรก (21-XX DD YY) แสดงถึงลำดับตารางที่ถูกระบุในมาตรฐานนี้ เลขตำแหน่งที่สามและสี่ถัดมา (21-XX DD YY) แสดงถึงหมวดหมู่หลักทั้ง 7 หมวดหมู่ เลขสองตำแหน่งสุดท้าย (21-XX DD YY) แสดงถึงองค์ประกอบที่ละเอียดในแต่ละหมวดหมู่ ซึ่งเลขที่มีจำนวนหลักมากกว่าจะเป็นองค์ประกอบที่ละเอียดกว่า ยกตัวอย่างเช่น

21-01 00 00 โครงสร้างด้านล่างพื้นดิน (substructure)

21-01 10 00 ฐานราก (foundations)

21-01 10 10 ฐานรากตามมาตรฐาน (standard foundations)

21-01 10 10 10 ฐานรากแบบกำแพง (wall foundations)

ตารางที่ 31 ช่วงเวลาในโครงการก่อสร้าง (phases)

มาตรฐาน Omniclass แบ่งช่วงเวลาในโครงการก่อสร้างออกเป็น 9 ช่วงเวลาในโครงการก่อสร้าง คือ

31-10 00 00 Inception phase

31-20 00 00 Conceptualization phase

31-30 00 00 Criteria Definition phase

31-40 00 00 Design phase

31-50 00 00 Coordination phase

31-60 00 00 Implementation phase

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

31-70 00 00 Handover phase

31-80 00 00 Operations phase

31-90 00 00 Closure phase

ในงานวิจัยนี้ศึกษาด้านออกแบบ และมีขอบเขตถึงก่อนช่วงการประกวดราคาจึงมุ่งเน้นไปที่ 4 ช่วงแรก โดยแต่ละช่วงเวลามีรายละเอียดดังนี้

Inception phase ช่วงเริ่มต้นโครงการ ช่วงนี้ยังไม่เริ่มการออกแบบแต่เป็นช่วงที่ผู้ว่าจ้างระบุที่ตั้งของโครงการ ตั้งงบประมาณ จัดหาทุน จัดทำรายละเอียดความต้องกาของสิ่งก่อสร้าง

Conceptualization phase เป็นช่วงที่ผู้ออกแบบเริ่มเข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ ส่วนใหญ่จะเป็นสถาปนิกและวิศวกรโครงสร้าง มีการเริ่มร่างรูปแบบของสิ่งก่อสร้าง ระบุพื้นที่ใช้สอยคร่าว ๆ และคำนวณราคาคร่าว ๆ ว่าอยู่ในงบประมาณที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้หรือไม่

Criteria definition phase เป็นช่วงที่ผู้ออกแบบทั้งหมดเข้ามามีส่วนร่วม เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบทั้งหมด อีกทั้งเริ่มออกแบบคร่าว ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้าง เครื่องกล ไฟฟ้า และด้านสุขาภิบาล แต่ยังไม่ลงรายละเอียดมากนัก

Design phase เป็นช่วงที่ผู้ออกแบบออกแบบลงรายละเอียดทั้งหมดเพื่อให้แบบพร้อมสำหรับการนำไปใช้ในช่วงต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.6 มาตรฐานระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลอง (LOD)

มาตรฐานระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลอง (Level of detail/ Level of development, LOD) คือการกำหนดว่าแต่ละองค์ประกอบในแบบจำลองนั้นควรมีรายละเอียดอะไรบ้างในแต่ละช่วง ซึ่งการกำหนด LOD ของแต่ละประเทศนั้นแตกต่างกันออกไป โดยการแบ่งระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลองมีความสัมพันธ์กับระดับขั้นในการพัฒนาโครงการ ซึ่งแบ่งได้ตามมาตรฐานแต่ละประเทศดังนี้

มาตรฐาน LOD ของสหราชอาณาจักรอังกฤษ

กำหนดระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลองโดยแบ่งเป็น Grade ตั้งแต่ Grade 0 – Schematic, Grade 1 – Concept, Grade 2 – Define, Grade 3 – Rendered บอก

เพียงแนวคิดว่าแต่ละ Grade ควรมีรูปแบบอย่างไร แต่ไม่มีการลงรายละเอียดในองค์ประกอบของแบบจำลองแต่ละชนิด

มาตรฐาน LOD ของสิงคโปร์

กำหนดระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลองด้วยการจัดทำแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง แบ่งตามสาขาอาชีพ หรือประเภทงานของอาคาร เช่น งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ โดยจะแบ่งตามช่วงเวลาของโครงการ ตั้งแต่ Conceptual, preliminary design, detailed design, construction, และ as-built ซึ่งแต่ละช่วงเวลาของโครงการจะมีรายการขององค์ประกอบต่าง ๆ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองระบุไว้

มาตรฐาน LOD ของสหรัฐอเมริกา

มาตรฐาน LOD ของประเทศนี้จัดทำโดย 2 องค์กรหลัก คือ AIA (2008) และBIMForum (2015) โดยแบ่ง LOD ออกเป็น 6 ระดับขั้นคือ LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400, และ LOD 500 ซึ่ง LOD 350 ถูกระบุอยู่ใน BIMForum ระดับนี้เปรียบเสมือนการนำแบบจำลองแต่ละประเภทงานมารวมกันเพื่อการทำงานร่วมกัน

2.3 แนวโน้มการนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติในประเทศต่าง ๆ

ในหัวข้อนี้เป็นการกล่าวถึงประเทศต่าง ๆ ที่ได้มีการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างแล้วนั้น ว่าในแต่ละประเทศมีแนวโน้มการใช้งานในทิศทางใด โดยอ้างอิงจาก Digital Modeling and The Build Environment ของ Department of Innovation Industry Science and Research (2010)

(1) ประเทศสหรัฐอเมริกา

หน่วยงานของรัฐที่ดูแลแผนงานการใช้ BIM คือ GSA (General Services Administration) ซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบด้านการก่อสร้าง และสาธารณูปโภค ได้ประกาศนโยบายใช้ BIM ภายใต้ชื่อ National 3D - 4D - BIM ซึ่งในส่วน 3D หมายถึงสารสนเทศ และแบบจำลองสามมิติ ในส่วน 4D หมายถึงข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลา และแผนงานในการก่อสร้าง ซึ่งทาง GSA ได้กำหนดให้ผู้ก่อสร้างอาคาร มีการส่งข้อมูลเพื่อขออนุญาตในการก่อสร้างเป็นแบบ BIM ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2007 ตามคู่มือ นอกจากนี้ทางสมาคมสถาปนิกของสหรัฐอเมริกา ได้จัดให้มีการประกวด

ผลงานการออกแบบด้วย BIM ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 ภายใต้ชื่อ AIA TAP (Technology in Architectural Practice) BIM Awards

(2) ประเทศอังกฤษ

หน่วยงานของรัฐบาลอังกฤษได้ออกนโยบายให้นำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ.2011 โดยประกาศเป็น “Government Construction Strategy” ซึ่งเป็นการนำ BIM มาใช้ในการขออนุญาตก่อสร้าง ซึ่งจะเริ่มใช้กับทุกโครงการก่อสร้างในปี ค.ศ. 2016 โดยมีหน่วยงานที่พัฒนามาตรฐาน BIM คือ AEC (UK) BIM Standard Committee ซึ่งเคยออกมาตรฐาน BIM สำหรับซอฟต์แวร์จากหลายบริษัทมาแล้วตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 อีกทั้งบริษัทชั้นนำด้านออกแบบอาคารในอังกฤษมีการนำ BIM มาใช้อย่างแพร่หลายกันก่อนแล้ว เช่น Foster and Partners, Zaha Hadid Architects, BDP and ArupSport โดยทางภาครัฐคาดว่า จะมีผู้ใช้งาน BIM เพิ่มขึ้นหลังจากประกาศนโยบายชัดเจน

(3) ประเทศในยุโรป

ประเทศในกลุ่มนี้ บางประเทศเป็นต้นกำเนิดเทคโนโลยีซอฟต์แวร์สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีชื่อเสียงหลายตัว เช่น TEKLA, Solibri ฯลฯ อีกทั้งประเทศฮังการียังเป็นประเทศแรกที่มีกลุ่มที่นำ BIM มาใช้สำหรับการออกแบบด้านสถาปัตยกรรม ที่เรียกว่า ARCHICAD ในปี ค.ศ. 2004 เริ่มมีการพูดคุยในสัมมนาระดับนานาชาติ เกี่ยวกับเรื่อง BIM และตัวอย่างการส่งผ่านข้อมูลจากโปรแกรมต่าง ๆ ด้วยระบบ IFC เนื่องจากในยุโรป มีการใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบ งานสถาปัตยกรรม และงานวิศวกรรม ที่แตกต่างกันจึงเกิดความร่วมมือในการสร้างไฟล์มาตรฐาน เพื่อใช้เป็นสื่อกลางระหว่างโปรแกรม โดยเกิดองค์กร BuildSMART และเกิดหลักการ OPENBIM ขึ้น ในปัจจุบันมีไฟล์มาตรฐาน IFC สามารถรองรับซอฟต์แวร์ได้มากถึง 150 ซอฟต์แวร์

(4) ประเทศสิงคโปร์

ประเทศสิงคโปร์หนึ่งในสมาชิกกลุ่มอาเซียน มีหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบงานขออนุญาตก่อสร้างซึ่งเรียกว่า Building and Construction Authority (BCA) ได้เริ่มทดลองการใช้ BIM เพื่องานขออนุญาตก่อสร้าง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 และได้ประกาศว่าตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 อาคารที่มีพื้นที่

ใช้สอยมากกว่า 5,000 ตารางเมตร ต้องส่งแบบเพื่อขออนุญาตก่อสร้างในรูปแบบ BIM เท่านั้น ซึ่งทางหน่วยงานได้จัดกิจกรรมที่สนับสนุนการนำ BIM มาใช้ เช่น อบรมให้ความรู้แก่บริษัทผู้รับจ้างก่อสร้าง จัดประกวดผลงานนักศึกษา จัดแข่ง BIM 48 Hours เป็นต้น

จากการศึกษาพบว่าการนำ BIM มาใช้อย่างแพร่หลายภายในประเทศนั้น เกิดจากการสนับสนุนของหน่วยงานทางภาครัฐ ไม่ว่าจะสนับสนุนในการออกคู่มือหรือมาตรฐานที่เหมาะสมต่อการใช้งานในประเทศนั้น ๆ สนับสนุนการจัดอบรมแลกเปลี่ยนความรู้ อีกทั้งยังจัดการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้องค์กรหันมาสนใจแนวคิดนี้มากขึ้นอีกด้วย

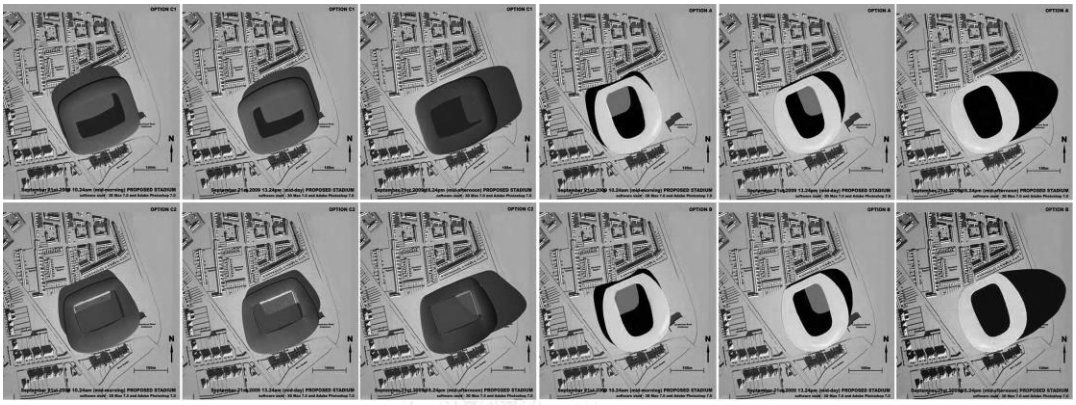
2.4 งานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับการนำ BIM มาใช้ในโครงก่อสร้าง

Eastman and et al. (2011) ได้ทำการวิเคราะห์โครงการก่อสร้างที่ทดลองนำ BIM มาใช้ 10 โครงการ และทั้ง 10 โครงการนั้นเป็นโครงการที่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นลักษณะของโครงการก่อสร้าง รวมถึงการนำ BIM มาใช้ในช่วงของโครงการก่อสร้างที่แตกต่างกัน โดยรายละเอียดแต่ละโครงการแสดงในตารางที่ 2.3 ซึ่งผู้วิจัยได้มุ่งเน้นศึกษาโครงการที่เริ่มนำ BIM มาใช้ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นโครงการ และโครงการที่น่าสนใจสามารถใช้ประโยชน์ในงานวิจัยได้

โดยโครงการแรกคือ Aviva Stadium ตั้งอยู่ในเมือง Dublin ประเทศ ไอร์แลนด์ เป็นโครงการที่ต้องการปรับปรุงสนามกีฬาพร้อมทั้งออกแบบใหม่ในบางส่วนให้มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้น ความท้าทายของโครงการนี้คือ ผู้ว่าจ้างต้องให้สนามกีฬานี้เป็นจุดเด่นในเมืองเป็นสนามกีฬาประจำท้องถิ่น จึงทำให้ในการออกแบบสนามกีฬาจำต้องออกแบบอย่างพิถีพิถันทางสถาปนิก จึงได้นำแนวคิด BIM มาใช้ตั้งแต่การออกแบบคร่าว ๆ โดยทำออกแบบให้ทางผู้ว่าจ้างดูหลากหลายแบบโดยจะทำการจำลองสภาพแวดล้อมการตกกระทบของแสงตั้งแต่ยามเช้าถึงตอนกลางคืน (แสดงดังภาพที่ 2.9) หลังจากที่ผู้ว่าจ้างได้เลือกแบบแล้วนั้นส่วนต่อที่ยากคือการออกแบบถึงรายละเอียด การออกแบบทางโครงสร้าง และการวางแผนถึงการประกอบชิ้นงานของหลังคา ซึ่งหลังคาของโครงการนั้นมีความซับซ้อนดังแสดงในภาพที่ 2.10 ซึ่งในส่วนนี้ได้มีการนำ BIM มาใช้ ซึ่งหลังจากจบโครงการ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้มีการสรุปทั้งข้อดีและข้อเสียของการนำ BIM มาใช้ ข้อดีที่สำคัญคือ การประหยัดเวลาการออกแบบเนื่องจากทั้งตัวสถาปนิกและวิศวกรเข้าถึงตัวแบบจากแหล่งเดียวกันหากมีการเปลี่ยนแปลงทุกฝ่ายก็จะสามารถทราบได้ในทันที

และข้อดีสำหรับผู้รับจ้างคือ การมองภาพของชิ้นส่วนที่ต้องการประกอบอย่างชัดเจนทุกฝ่ายเข้าใจตรงกันจึงลดเวลาและค่าใช้จ่ายจากความผิดพลาดในช่วงการประกอบชิ้นส่วน

ข้อเสียที่สำคัญคือ ในโครงการนี้ต้องการผู้ออกแบบที่มีทักษะและประสบการณ์ในการร่างหรือวาดแบบเป็นสามมิติซึ่งหาบุคลากรที่มีทักษะนั้นยังหาได้ยากอยู่ในปัจจุบัน จากข้อเสียนี้จึงมีการแนะนำให้มีการสอนเกี่ยวกับแนวคิดนี้เพิ่มเติมให้แก่ทั้งสถาปนิก และวิศวกรที่สนใจ



ภาพที่ 2.9 ภาพจำลองสภาพแวดล้อมอาคารในเวลาต่าง ๆ (Eastman and et al., 2011)

ภาพที่ 2.10 หลังคาอาคารสนามกีฬา (Eastman and et al., 2011)

ตารางที่ 2.3 คำอธิบายโดยสังเขปของโครงการศึกษา (ดัดแปลงจาก Eastman et al., 2011)

ลำดับ	โครงการและตำแหน่ง	คำอธิบายโดยสังเขป
1	Aviva Stadium, Dublin, Ireland	การจำลองพารามิเตอร์เพื่อการออกแบบ และการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปลักษณะพิเศษของสนามกีฬา
2	Marriott Hotel Renovation, Portland, Oregon	ใช้ BIM ในการสร้างแบบจำลองเพื่อการบรรลุเป้าหมายด้านอาคารเขียว (LEED Certification)
3	Sutter Medical Center, Castro Valley, California	BIM กับนวัตกรรมสัญญา IPD และการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ของผู้ว่าจ้าง
4	Maryland General Hospital, Baltimore, Maryland	ใช้ BIM เพื่อจัดเตรียมสำหรับกระบวนการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก (facility management) ให้มีประสิทธิผล ระหว่างการก่อสร้างและส่งมอบงาน
5	Crusell Bridge, Helsinki, Finland	ใช้ BIM เพื่อรองรับการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปและการก่อสร้างหน้างาน ในโครงการก่อสร้างสะพานที่มีลักษณะเฉพาะ
6	100 11th Avenue Apartments, New York City	ใช้ BIM เพื่อความสะดวกในการการออกแบบ การวิเคราะห์ และ การเตรียมชิ้นส่วนสำเร็จรูปของระบบการประกอบการบุกระจกด้วยโครงอลูมิเนียม (curtain wall) ที่มีความซับซ้อน
7	One Island East Office Tower Hong Kong, China	เจ้าของ/นักพัฒนาใช้เครื่องมือ BIM เพื่อรองรับการจัดการออกแบบ การเสนองาน การประสานงาน และการวางแผนงานก่อสร้าง
8	Music Center, Helsinki, Finland	ใช้ BIM สำหรับประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (environmental assessment) และการออกแบบยั่งยืน (sustainable design)
9	Hillwood Commercial Project. Dallas, Texas	ใช้ BIM เพื่อวิเคราะห์ความเป็นได้และแนวคิดการประเมินต้นทุน
10	Coast Guard Facility Planning at multiple locations	ใช้ BIM เพื่อวางแผนสถานการณ์และการประเมินสิ่งอำนวยความสะดวก (facility assessment)

โครงการตัวอย่างที่ 2 คือโครงการ SUTTER MEDICAL CENTER เมือง CASTRO VALLEY ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเป็นโครงการก่อสร้างอาคารของโรงพยาบาล โดยในโครงการนี้มีข้อจำกัดดังนี้

(1) เวลาในการออกแบบมีจำกัดเนื่องจากจะต้องทำการส่งขออนุมัติจากภาครัฐ

(2) งบประมาณในการสร้างมีจำกัดจึงไม่ควรมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในแบบก่อสร้าง

(3) เนื่องจากเป็นโรงพยาบาลเวลาในการก่อสร้างนั้นมีจำกัดด้วยเช่นกัน

(4) สภาพสิ่งแวดล้อมจะต้องผ่านการรับรองจากมาตรฐาน

(5) โครงการในโรงพยาบาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้นวัตกรรมในการก่อสร้างใหม่

(6) การออกแบบและก่อสร้างจะต้องจัดทำแบบจำลองหรือสารสนเทศที่สามารถนำมาใช้ในการดูแลรักษาอาคารได้เนื่องจากอาคารของทางโรงพยาบาลมีความซับซ้อน

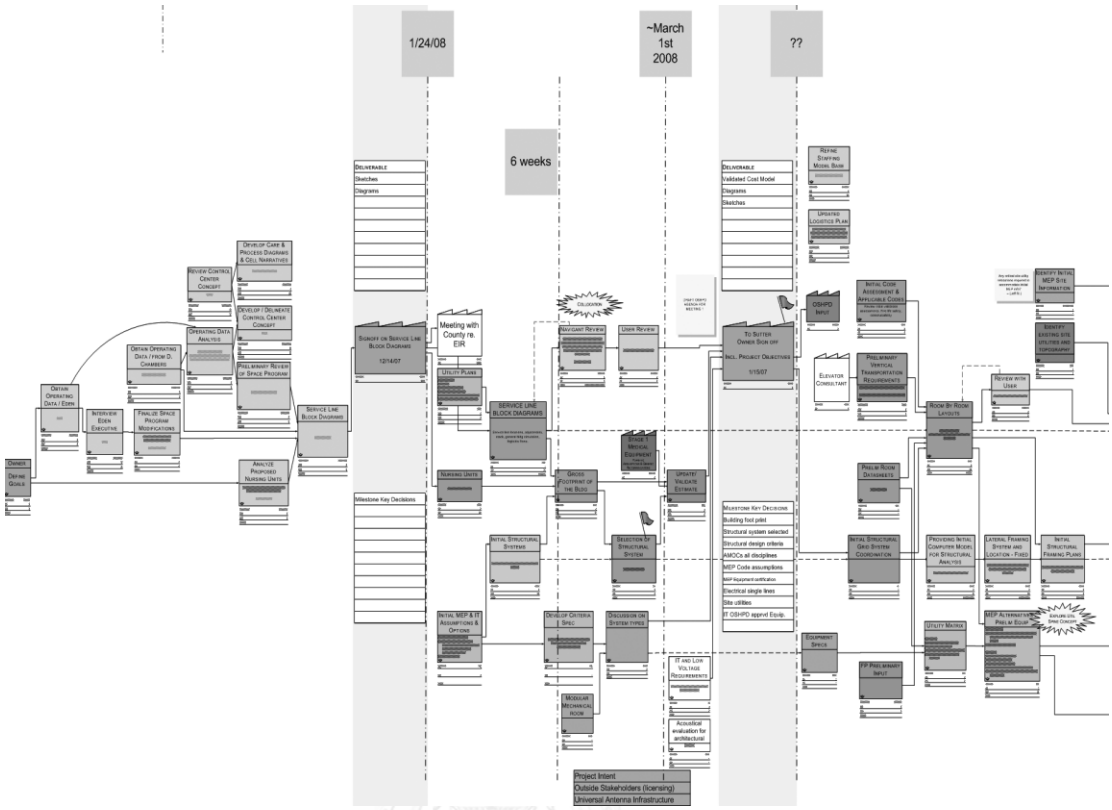
โดยผู้บริหารโครงการได้เล็งเห็นว่าการนำ BIM มาใช้นั้นจะขจัดข้อจำกัดต่าง ๆที่กล่าวมาเบื้องต้นได้ แต่ปัญหาหลักของการดำเนินงาน คือการร่วมมือกันของแต่ละฝ่าย ผู้บริหารโครงการจึงได้ร่างสัญญาโดยใช้แนวคิด Integrated Project Delivery (IPD) ซึ่งก็คือการทำงานร่วมกันตั้งแต่เริ่มโครงการของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้ว่าจ้างได้มีการทดลองการใช้แนวคิด BIM ร่วมกับแนวคิด IPD ร่วมกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ซึ่งโครงการนี้จะเป็นโครงการแรกที่จะได้เริ่มทำการปฏิบัติใช้จริง ในการเริ่มต้นโครงการได้เริ่มจากการเรียกประชุมทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง (ดังแสดงภาพที่ 2.11) เพื่อทำการวางแผนขั้นตอนการทำงานเพราะทุกฝ่ายตระหนักว่านำแนวคิด BIM มาใช้นั้นจะเข้ามาเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานจึงควรจะมีการประชุมและชี้แจ้งให้เข้าใจ โดยจะมีการระบุเป้าหมายและความเสี่ยงต่าง ๆ จากนั้นทำการจัดทำแผนผังการทำงานดังภาพที่ 2.12 นอกจากการวางแผนงานแล้วยังมีการพูดคุยถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้และแพลตฟอร์ม (Platform) ที่เหมาะสม จากนั้นจึงเริ่มการออกแบบและในช่วงการออกแบบนั้นจะมีการเรียกผู้ออกแบบมาประชุมกันถึงปัญหาต่าง ๆ ในช่วงนี้จะพบว่าเวลาของผู้ออกแบบไม่ตรงกัน จึงได้มีการจัดทำการถามตอบปัญหาในระบบออนไลน์ นอกจากนี้ผู้บริหารโครงการก่อสร้างยังจัดทำระบบส่วนกลางใน

การจัดเก็บบริหารสารสนเทศแบบจำลองโดยแบ่งการจัดเก็บเป็น 2 แหล่งคือ แหล่งแรกรวบรวมแบบจำลองทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นแบบทางสถาปัตยกรรม ทางด้านระบบอื่น ๆ ซึ่งทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงระบบส่วนกลางนี้ได้ แหล่งที่สองคือระบบส่วนกลางที่จัดเก็บสารสนเทศและแบบจำลองทางด้านสถาปัตยกรรม และโครงสร้างเท่านั้นดังแสดงภาพที่ 2.13 หลังจากเสร็จสิ้นโครงการได้ทำการตรวจสอบว่าได้บรรลุเป้าหมายของผู้ว่าจ้างหรือไม่ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าได้บรรลุตามเป้าหมายทุกข้อ โครงการเสร็จก่อนกำหนดถึง 6 เดือนอีกทั้งใช้งบประมาณต่ำกว่าที่ตั้งไว้อีกด้วย

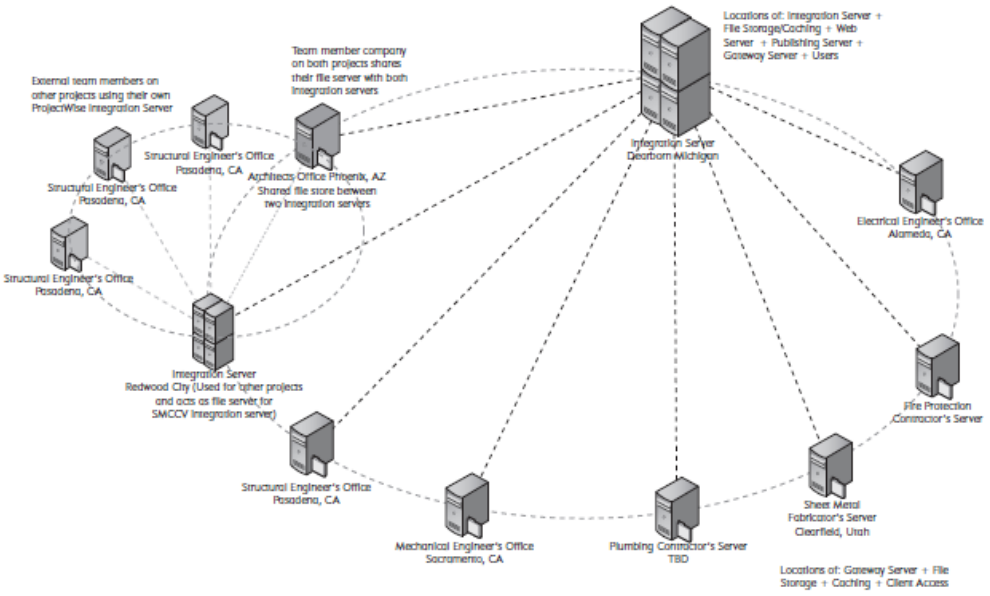
ผลสรุปจากโครงการนี้ Eastman et al. (2011) ได้ระบุไว้ว่าเป็นโครงการที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในการทดลองใช้ BIM ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า การมองถึงแนวคิด BIM ที่เฉียบขาดของผู้ว่าจ้างว่าการนำแนวคิดนี้มาใช้ให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับการสื่อสารและร่วมมือกันของทุกฝ่ายในโครงการ ผู้ว่าจ้างและผู้บริหารโครงการก่อสร้างจึงได้มีการนำ แนวคิด IPD มาใช้นอกเหนือไปกว่านั้นทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างได้ให้ความร่วมมือกันเป็นอย่างดีซึ่งในจุดเด่นส่วนนี้จึงทำให้กลบข้อด้อยของการที่ในโครงการนั้นมีคนที่มีทักษะหรือประสบการณ์ในการวาดแบบหรือใช้ประโยชน์จากแบบ สามมิติมีจำนวนน้อย การนัดประชุมของทุกฝ่ายนั้นจะช่วยให้ทุกฝ่ายเข้าใจถึงความต้องการของแต่ละฝ่ายจึงทำให้งานประสบความสำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.11 การประชุมเพื่อการวางแผนงาน (Eastman and et al., 2011)



ภาพที่ 2.12 แผนผังขั้นตอนในการทำงาน (Eastman and et al., 2011)



ภาพที่ 2.13 การตั้งระบบส่วนกลางในการจัดเก็บข้อมูล (Eastman and et al., 2011)

การนำ BIM มาใช้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้างมีการใช้งานที่แตกต่างกัน หากต้องการใช้ให้มีประสิทธิภาพควรตอบคำถามตามหัวข้อนี้ให้ได้ก่อนการใช้จริงเพื่อไม่ให้เกิดการขัดแย้งกันภายหลัง (Hamilton, 2012) และ (Hergunsel, 2011)

- ใครที่สามารถเข้าถึงสารสนเทศหรือแบบจำลองนี้ได้บ้าง
- ใครเป็นเจ้าของแบบจำลองนี้หลังจากการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์
- ใครเป็นผู้รับผิดชอบในการเพิ่มเติมสารสนเทศเข้าไปในแบบจำลองให้แบบจำลองสมบูรณ์ที่สุด
- ใครจ่ายและรับผิดชอบทรัพยากรที่มีการทับซ้อนกันของในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง
- ขั้นตอนการดำเนินงาน และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์กรเป็นอย่างไร
- มีกระบวนการในการติดตามผลงานในระหว่างการก่อสร้างอย่างไร
- จุดประสงค์ของการนำ BIM มาปฏิบัติใช้คืออะไร
- สารสนเทศใดที่จำเป็นมากพอที่จะใส่ในแบบจำลอง BIM
- ใครจะเป็นผู้สร้าง พัฒนา และดูแล แบบจำลอง BIM นี้
- ผู้ออกแบบ และสร้างแบบจำลองมีประสบการณ์เพียงพอหรือไม่
- การแลกเปลี่ยนแบบจำลองเป็นอย่างไร
- เครื่องมือใดบ้างที่สำคัญในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM

หากตอบคำถามได้ทั้งหมด และระบุรายละเอียดลงในสัญญาจะทำให้ง่ายต่อดำเนินการใช้ BIM

Rohena (2011) กล่าวไว้เช่นเดียวกับงานวิจัยทั้งสองงานเบื้องต้นว่า การที่จะเริ่มต้นนำ BIM มาใช้ให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับ ขั้นตอนการดำเนิน ความรับผิดชอบของแต่ละองค์กร มีการจัดระบบข้อมูลอย่างชัดเจนอาจมีแบบฟอร์ม หรือรหัสเรียกที่เป็นมาตรฐานในองค์กร

จากการวิเคราะห์งานวิจัยต่างที่เกี่ยวข้อง จะพบว่าในทุกงานวิจัยให้ความสำคัญกับการวางแผนเบื้องต้น จุดประสงค์ของการนำ BIM มาใช้ แต่ในงานวิจัยที่ผ่านมาจะมุ่งเน้นไปที่การนำ

แนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ในงานออกแบบการสร้างแบบจำลองเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่ได้มีการมุ่งเน้นในการใช้เพื่อการบริหารสารสนเทศ เพราะฉะนั้นประเด็นการนำมาใช้เพื่อการบริหารสารสนเทศต่าง ๆ ในโครงการก่อสร้างจึงมีความน่าสนใจอยู่มาก นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์งานวิจัยจึงทำให้พบอุปสรรคในการนำแนวคิด BIM มาใช้โดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.5 อุปสรรคในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

จากเอกสารทางวิชาการ และคู่มือมาตรฐานต่าง ๆ สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

(1) อุปสรรคกระบวนการทางธุรกิจ

ตลาดในการนำแนวคิด BIM มาใช้ยังไม่พร้อมเนื่องจากยังอยู่ในช่วงการเริ่มต้น และผู้ว่าจ้างมีความเชื่อที่ว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาเพื่อระบุข้อกำหนดใหม่เกี่ยวกับการส่งมอบงานและระบุเฉพาะเจาะจงให้อยู่ในรูปแบบสามมิติ หรือ BIM นั้นอาจจะทำให้เสียความได้เปรียบในการประกวดราคา เนื่องจากจะทำให้มีผู้รับจ้างเข้าร่วมประมูลน้อยลงและทำให้เสียผลประโยชน์ในการได้ราคาประมูลที่ต่ำ และราคาของโครงการจะมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น จากผลการสำรวจพบว่าการใช้แนวคิด IPD มาประยุกต์ใช้งานทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการทำงานได้เต็มความสามารถ

ผู้ว่าจ้างและผู้มีส่วนร่วมในโครงการไม่เข้าใจถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ BIM เช่น การประมาณต้นทุนคร่าว ๆ และหลักการควบคุมการทำงาน แต่อย่างไรก็ตามยังมีการใช้แนวคิด BIM ในช่วงหลังจากการออกแบบและช่วงก่อนการก่อสร้าง เช่น กรณีการใช้แนวคิด BIM ใน One Island East Office Tower เริ่มหลังจากการก่อสร้าง การใช้แนวคิด BIM ใน Letterma Digitall Arts Center ในการดูแลของผู้ว่าจ้างเริ่มใช้ก่อนการออกแบบ และผลลัพธ์ที่ออกมาพบข้อแตกต่างของการออกแบบ และประหยัดต้นทุนได้ประมาณ 10 ล้านดอลลาร์

(2) ต้นทุนในการฝึกอบรมและการเรียนรู้สูงมาก

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ เช่น BIM เทคโนโลยีมีค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากต้องมีการฝึกฝน เรียนรู้การใช้งานและเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน และการไหลของงาน นอกจากนี้การลงทุนซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์จะสูงขึ้นโดยต้นทุนในการฝึกอบรมและสูญเสียความสามารถในการผลิตขั้นต้น ส่วนใหญ่แล้วผู้รับจ้างไม่เต็มใจในการลงทุนนอกจากผู้ว่าจ้างจะทราบถึงผลประโยชน์

ระยะยาวขององค์กร และ/หรือ ผู้ว่าจ้างจะสนับสนุนต้นทุนการฝึกอบรม ผู้ว่าจ้างเข้าใจผลประโยชน์ที่ได้รับจากการเพิ่มศักยภาพในการผลิต คุณภาพ และการบริหารสินทรัพย์สูงกว่าต้นทุนเริ่มแรกและค่าใช้จ่ายเพื่อการฝึกอบรม

(3) อุปสรรคด้านกฎหมาย

การทำสัญญาและการเปลี่ยนแปลงกฎหมายเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อสนับสนุนการใช้ BIM และเป็นการเพิ่มความร่วมมือของทุกฝ่ายของโครงการก่อสร้าง ยิ่งไปกว่านั้นในปัจจุบันการแลกเปลี่ยนข้อมูลในระบบดิจิตอลทำได้ยาก และผู้มีส่วนร่วมยังถูกบังคับให้แลกเปลี่ยนเพียงแบบก่อสร้างในรูปของกระดาษ และการทำสัญญาแบบเก่า แต่อย่างไรก็ตามหลายหน่วยงานของรัฐบาลและบริษัทเอกชนต้องการทำลายอุปสรรคเหล่านี้และมีการสร้างสัญญาเพื่อเปลี่ยนแปลงกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลภาพในทีมงานและภาระผูกพันและความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความร่วมมือของหลายฝ่าย ตัวอย่างเช่น The Sutter Medical Center ความท้าทายอย่างแรกคือการกำหนดความรับผิดชอบและความเสี่ยง การปฏิบัติตามแนวคิด BIM เพื่อเป็นศูนย์กลางของสารสนเทศที่สามารถเข้าถึงได้ และมีองค์กรที่มีความเชี่ยวชาญเช่น AIA และ AGC ได้พัฒนามาตรฐานในการเขียนสัญญาและ/หรือ ผู้ว่าจ้างสามารถนำมาปรับเป็นสัญญาของตนเอง

(4) ปัญหาของกรรมสิทธิ์แบบจำลอง และสารสนเทศ

เนื่องจากในปัจจุบันผู้ออกแบบจะถือว่าแบบจำลองนั้นเป็นกรรมสิทธิ์ของตนในการมอบแบบให้แก่ผู้รับจ้างนั้นก็จะให้เป็นเพียงพิมพ์เขียวเท่านั้น แต่ถ้าผู้ว่าจ้างเป็นผู้ลงทุนโปรแกรม หรือเพิ่มค่าใช้จ่ายเพื่อให้ได้แบบจำลองที่เป็นสามมิติ กรรมสิทธิ์ก็ควรจะตกเป็นของผู้ว่าจ้างที่สามารถจะมอบแบบดิจิตอลนี้ให้แก่ผู้รับจ้างได้ใช้ประโยชน์ต่อไปได้ เพราะฉะนั้นผู้ว่าจ้างควรจะระบุลงในสัญญาถึงกรรมสิทธิ์ในการครอบครองแบบจำลอง ระบุหน้าที่และความรับผิดชอบชัดเจน

(5) มาตรฐานยังไม่ระบุชัดเจนและยังไม่มีการนำแนวคิดนี้มาใช้ในวงกว้าง

หลายมาตรฐานพยายามแนะนำกระบวนการทำงานเพื่อนำแนวคิด BIM มาใช้ เช่น IFCs และ National BIM Standards อธิบายถึงการปรับปรุงการทำงานร่วมกัน ถึงแม้ว่าบริษัทพัฒนาซอฟต์แวร์ได้มีการพัฒนามาตรฐานเปิด IFC เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล แต่หากผู้ออกแบบยังไม่

เรียนรู้การใช้มาตรฐานการแลกเปลี่ยน และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องไม่สามารถหารูปแบบที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลเพื่อการแลกเปลี่ยน สำหรับเจ้าของสิ่งนี้อาจเป็นต้นเหตุของความเสี่ยงในการลงทุนในระยะสั้นและระยะยาวทุกความพยายามในการใช้งาน BIM มีมาตรฐานที่เกี่ยวกับรายการธุรกรรมอสังหาริมทรัพย์และการใช้งานและดูแลอาคาร

2.6 **สรุปท้ายบท**

จากการทบทวนเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมาจะพบได้ว่ามาตรฐานและคู่มือต่างของแต่ละประเทศนั้นจัดทำออกมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกันอีกทั้งมาตรฐานและหนังสือคู่มือของแต่ละประเทศก็จะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมของประเทศนั้น ๆ และมาตรฐานต่าง ๆ นั้นเป็นการอธิบายขั้นตอนในการทำงานแบบไม่ลงรายละเอียด ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เลย จึงควรมีการจัดทำคู่มือที่สามรถใช้งานได้จริงและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละโครงการในปัจจุบัน ส่วนด้านการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างนั้นในงานวิจัยในอดีตต่าง ๆ จะมุ่งเน้นไปที่การนำ BIM มาใช้เพื่อการจัดทำแบบจำลองสามมิติเป็นหลัก ในด้านการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างองค์กรนั้นยังไม่มีงานวิจัยที่พูดถึงด้านนี้อย่างเด่นชัด และการนำแนวคิด BIM มาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยนั้นยังไม่เป็นที่นิยม จึงยังไม่มีการจัดทำมาตรฐานหรือคู่มือที่เหมาะสมในประเทศไทย เพราะฉะนั้นงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะจัดทำแนวทางเพื่อการเริ่มต้นปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในโครงการก่อสร้างโดยให้ความสำคัญในการวางแผน และกำหนดขั้นตอนในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง โดยเสนอผ่านกรอบในการนำ BIM มาใช้ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ และขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ โดยเริ่มต้นจากการทบทวนเอกสาร มาตรฐาน คู่มือ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review) ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ จากนั้นทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป (conventional) และกระบวนการออกแบบอาคารแบบที่มีการนำ BIM มาใช้ ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบอาคารนั้นได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างที่มีการนำ BIM มาใช้จากองค์กรต่าง ๆ จากนั้นเริ่มทำการพัฒนากรอบในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างซึ่งกรอบนี้เสมือนขั้นตอนเริ่มต้นการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง เมื่อการพัฒนากรอบเสร็จสิ้นจึงทำการตรวจสอบ และปรับปรุงกรอบนี้ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน จากนั้นจึงพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 7 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) ทบทวนเอกสาร มาตรฐาน คู่มือ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review) ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

(2) วิเคราะห์และสรุปกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป (conventional) และระบุปัญหาสำคัญต่าง ๆ ในกระบวนการออกแบบในปัจจุบัน

(3) วิเคราะห์รูปแบบและรายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่นำแนวคิด BIM ไปใช้ทั้งในทฤษฎี และในทางปฏิบัติ

(4) พัฒนากรอบในการนำ BIM มาใช้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ

- ระบุองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้
- กำหนดขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้

(5) ปรับปรุงกรอบในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน โดยประยุกต์ใช้กรอบนี้กับกรณีศึกษา และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบ และขั้นตอนการใช้งานของกรอบนี้

(6) พัฒนาแนวทางในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา

(7) สรุปผลการวิจัย หาข้อจำกัดของงานวิจัย และจัดทำข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต

จากการขั้นตอนทั้ง 7 ขั้นตอนหลักสามารถร่างเป็นแผนผังดังภาพที่ 3.1

3.2 ทบทวนเอกสาร และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทบทวนเอกสารและงานวิจัยเพื่อศึกษาค้นคว้าความรู้และทฤษฎีต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย ทำการรวบรวมจากวิทยานิพนธ์ บทความทางวิชาการ หนังสือ และเอกสารต่าง ๆ จากทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาตามหัวข้อดังนี้

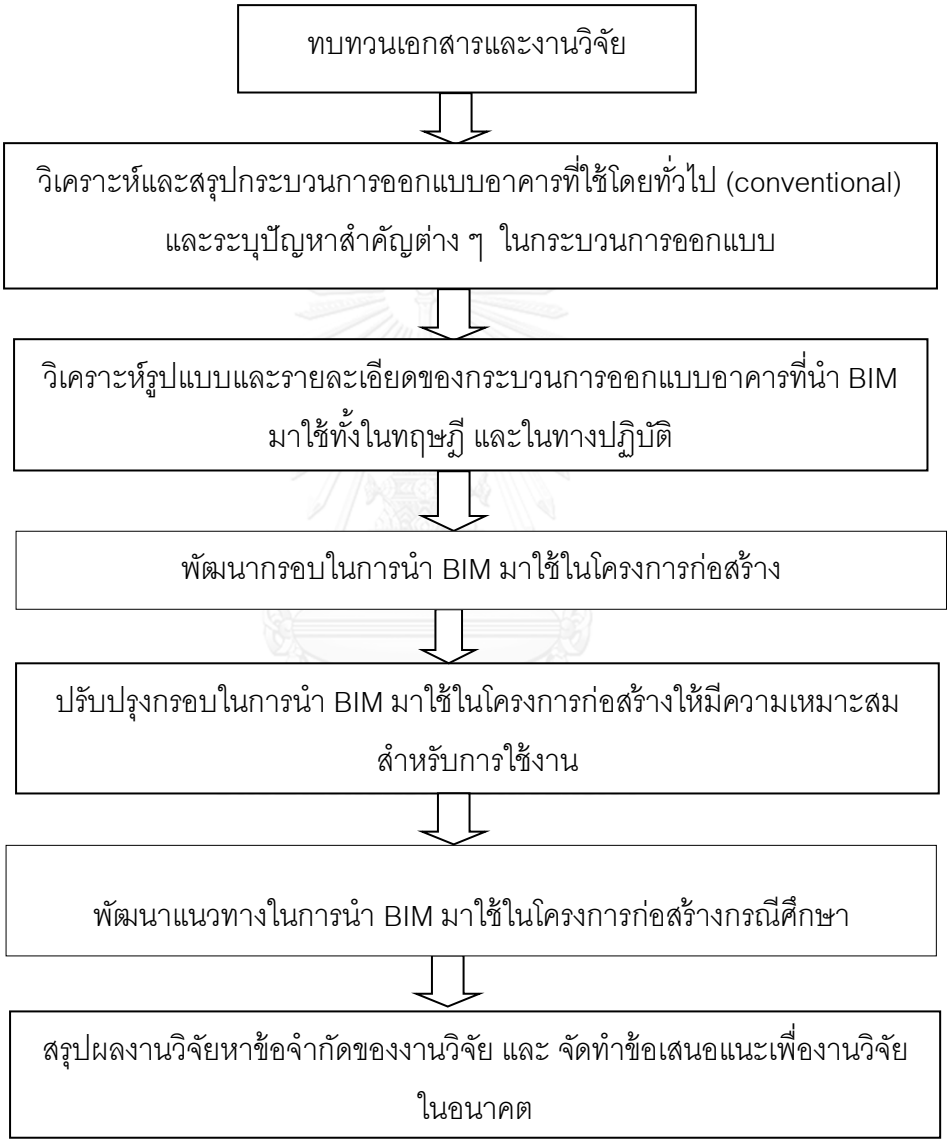
- คู่มือ หรือแนวทางในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
- มาตรฐาน BIM ซึ่งออกโดยภาครัฐ และเอกชนในประเทศต่าง ๆ
- แนวโน้มการใช้แนวคิด BIM ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน
- งานวิจัยในอดีตเรื่องการใช้แนวคิด BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง
- อุปสรรคเบื้องต้นในการนำแนวคิด BIM มาใช้

3.3 วิเคราะห์และสรุปกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป

ขั้นตอนนี้ได้จากการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นผู้ออกแบบ 2 ท่าน คือ สถาปนิก วิศวกรโยธา อีกท่านคือผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวการการจัดการข้อมูลในโครงการก่อสร้าง ทั้ง 3 ท่าน เป็นบุคลากรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีหัวข้อในการสัมภาษณ์ดังนี้

- ลักษณะกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน
- ปัญหาที่พบในกระบวนการออกแบบในปัจจุบัน

ในการสัมภาษณ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาว่าลำดับขั้นตอนการดำเนินงานในปัจจุบันมีประสิทธิภาพที่ดีพอหรือไม่ มีข้อด้อยหรือปัญหาใด และขั้นตอนการดำเนินงานในปัจจุบันสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิด BIM ได้หรือไม่ ผลจากการสัมภาษณ์ (แสดงผลในภาคผนวก ก) ทำให้ทราบว่าขั้นตอนการดำเนินงานในปัจจุบันนั้นยังมีปัญหาอยู่มาก



ภาพที่ 3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัยโดยรวม

3.4 วิเคราะห์รูปแบบและรายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ทั้งในทฤษฎี และในทางปฏิบัติ

ขั้นตอนนี้ได้ทำการรวบรวมและสรุปข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบที่นำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง โดยข้อมูลได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างเกี่ยวกับกระบวนการทำงานที่มีการนำ BIM มาใช้ (รายละเอียดการสัมภาษณ์ระบุในภาคผนวก ข) โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้

- กระบวนการออกแบบที่นำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างจากทฤษฎี หรือคู่มือต่าง ๆ
- กระบวนการออกแบบที่นำ BIM มาปฏิบัติในโครงการก่อสร้างของไทย
- สาเหตุ หรือปัจจัยที่ทำให้กระบวนการออกแบบมีความแตกต่างกัน
- อุปสรรคหรือปัญหาในการนำ BIM มาใช้
- ประโยชน์ และความจำเป็นในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

รายละเอียดของกระบวนการออกแบบที่นำ BIM มาใช้นั้น ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินงาน BIM Use ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง ผลลัพธ์ในแต่ละช่วง และรูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

จากการวิเคราะห์รูปแบบ และรายละเอียดกระบวนการออกแบบอาคารที่นำแนวคิด BIM ไปใช้แล้ว พบประเด็นสำคัญจึงนำมาวิเคราะห์ว่ากระบวนการในทฤษฎี และในการปฏิบัติจริงมีความเหมือน และแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุหรือปัจจัยใดที่ทำให้กระบวนการออกแบบที่นำ BIM มาใช้ถึงมีความแตกต่างกัน

3.5 พัฒนากรอบการนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติในโครงการก่อสร้าง

ในการพัฒนากรอบนี้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การวิเคราะห์แนวทางที่ช่วยในการพัฒนากรอบนี้ และพัฒนากรอบการนำ BIM มาใช้ (BIM implementation framework)

3.5.1 วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนากรอบการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

ในการวิเคราะห์นี้เป็นการหาแนวทางที่เป็นต้นแบบให้แก่การพัฒนากรอบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน การวิเคราะห์นี้มาจากคู่มือ และเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง และจากเนื้อหาที่ได้จากหัวข้อที่ 3.4 ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ประเด็นหลัก ได้แก่

- การวิเคราะห์ขั้นตอนในการวางแผนนำ BIM มาใช้จากคู่มือ
- การวิเคราะห์ระดับของการนำ BIM ไปใช้งานที่มีในปัจจุบัน
- การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานในการนำ BIM ไปใช้งาน

3.5.2 พัฒนากรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

หลังจากการวิเคราะห์ที่ได้จากหัวข้อ 3.4 และ 3.5.1 นั้นพบองค์ประกอบหลักที่จำเป็นในการเริ่มต้นใช้ BIM ในโครงการก่อสร้าง หลังจากระบุองค์ประกอบหลักของกรอบนี้เสร็จ จึงเริ่มทำการพัฒนากรอบในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

(1) กำหนดปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ (main factor)

(2) ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (level of BIM implementation)

(3) กำหนดลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristic of management)

(4) กำหนดเนื้อหาของแนวทาง หรือแผนในการใช้แนวคิด BIM ในโครงการก่อสร้าง (BIM project execution plan or BIM guideline)

ในแต่ละขั้นตอนนั้นผลลัพธ์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์เอกสารทางวิชาการ และการสังเกตการณ์ในโครงการก่อสร้างจริง จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละส่วนนำไปตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การดำเนินงานด้านแนวคิด BIM ซึ่งรายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญระบุในภาคผนวก ฉ

Chulalongkorn University

3.6 ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

การตรวจสอบความถูกต้องของกรอบนี้ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญต้องมีประสบการณ์ในทำงานร่วมกับการใช้ BIM การตรวจสอบแบ่ง 3 ส่วนแต่ละส่วนทำเรียงตามเป็นลำดับขั้น หากตรวจสอบขั้นที่ 1 เสร็จทำการปรับปรุงแก้ไขหลังจากนั้นจึงนำไปตรวจสอบในขั้นตอนที่ 2 เมื่อมีปัญหาที่ต้องแก้ไขอีกทำการแก้ไขก่อนนำไปตรวจสอบในขั้นที่ 3 ต่อไป โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) การตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาแต่ละองค์ประกอบในกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

(2) การตรวจสอบความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนในกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

(3) การตรวจสอบความเหมาะสม และความพร้อมในการใช้งานของกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

3.7 พัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

การพัฒนาแนวทางในการดำเนินงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้กรอบที่พัฒนาขึ้นจากหัวข้อที่ 3.5 แนวทางนี้ได้ใช้กรณีศึกษาภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่ช่วยในการพัฒนาแนวทางในการดำเนินงาน ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ ระดับในการใช้แนวคิด BIM รวมถึงลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง

(2) ออกแบบขั้นตอนในการนำแนวคิด BIM ไปใช้ในโครงการ

(3) พัฒนาระบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

(4) ระบุผลลัพธ์ในแต่ละช่วง (deliverable or outcome)

3.7.1 ระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่ช่วยในการพัฒนาแนวทางในการดำเนินงาน

ขั้นตอนนี้คือการนำกรอบที่พัฒนาขึ้นมาประยุกต์ใช้ ระบุเนื้อหาของโครงการก่อสร้างที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

(1) ระบุปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจทั้ง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการใช้แนวคิด BIM และด้านความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศในโครงการก่อสร้าง

(2) เลือกระดับในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM (level of BIM implementation) ในการเลือกระดับที่เหมาะสมนั้นมาจากการประเมินปัจจัยต่าง ๆ มีระดับให้เลือกทั้งหมด 4 ระดับคือ Non BIM, Preliminary BIM, Intermediate BIM และ Advanced BIM

(3) ระบุลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristic of management) โดยลักษณะเฉพาะของโครงการที่ต้องระบุมีดังนี้

- รูปแบบสัญญา หรือรูปแบบการจัดจ้าง (type of contract)
- ลักษณะและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (project type and complexity)

- โครงสร้างขององค์กรผู้ว่าจ้าง (organization structure)
- การใช้ประโยชน์จากแนวคิด BIM (BIM Use)
- โครงสร้างพื้นฐานที่มีในปัจจุบัน (infrastructure)

3.7.2 ออกแบบขั้นตอนในการนำแนวคิด BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้าง

ในการออกแบบขั้นตอนนี้ คือ การมองภาพรวมของการนำแนวคิด BIM มาใช้เพื่อแสดงถึงกระบวนการทำงานที่นำแนวคิด BIM มาใช้อย่างเหมาะสมสำหรับแต่ละโครงการก่อสร้าง ในขั้นตอนนี้ได้นำ Business Process Modeling Notation (BPMN) และ Microsoft Visio มาประยุกต์ใช้

ขั้นตอนในการออกแบบขั้นตอนภาพรวมของการนำ BIM มาใช้มีดังนี้

(1) ระบุการใช้งาน BIM ในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยรวมรวบข้อมูลจากหนังสือ และบทความที่เกี่ยวข้อง ยึดมาตรฐาน NBIMS และคู่มือการประยุกต์ใช้ BIM ในประเทศสิงคโปร์ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

(2) จัดเรียงลำดับขั้นตอนการใช้ BIM ไปยังขั้นตอนการก่อสร้าง หลังจากการร่างขั้นตอนกระบวนการทั้งหมดในการนำแนวคิด BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้างแล้ว ควรมีการจัดลำดับขั้นตอนให้เข้ากับแต่ละช่วงเวลาของโครงการก่อสร้างเพื่อให้เป็นการง่ายต่อการนำไปใช้งานจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(3) ระบุความรับผิดชอบของแต่ละองค์กรในแต่ละขั้นตอน หลังจากที่ทราบขั้นตอนอย่างละเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในแต่ละองค์กรว่าใครมีหน้าที่ทำสิ่งใด ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้มีการออกแบบสอบถามประยุกต์มาจากคู่มือการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ของประเทศสิงคโปร์ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบเป็นหลัก เนื่องจากในปัจจุบันนั้นเป็นการยากที่จะหาผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารจัดการที่มีประสบการณ์การบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง พร้อมทั้งมีประสบการณ์การดำเนินงานโครงการหรือองค์กรด้วยแนวคิด BIM

(4) การหาทิศทางการแลกเปลี่ยนสารสนเทศที่ต้องการในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในแต่ละขั้นตอนในการก่อสร้าง หลังจากการทำตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 นั้นจะได้กระบวนการในการนำ BIM มาใช้ องค์กรใดรับผิดชอบส่วนไหน สารสนเทศที่ต้องการในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง แต่

ยังขาดสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือการไหลของสารสนเทศเพื่อแสดงถึงการแลกเปลี่ยนสารสนเทศในองค์กรและระหว่างองค์กร ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญผู้วิจัยจึงขอกล่าวในหัวข้อ 3.7.3 อย่างละเอียด หลังจากการดำเนินตาม 4 ขั้นตอนขั้นต้นจะได้แผนผังดังภาพที่ 3.3 เกิดจากการนำสัญลักษณ์ภาพที่ 3.2 มาต่อรวมกัน และด้านล่างแสดงถึงสารสนเทศที่ได้จากการดำเนินงานขั้นตอนนั้น

หลังจากรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นสัญลักษณ์ (Graphical Notation) ดังภาพที่ 3.2 เพื่อเป็นการง่ายในการใช้งาน ลูกศรด้านซ้ายแสดงถึงการเชื่อมโยงของลำดับขั้นตอนก่อนหน้าได้ข้อมูลจากขั้นตอนลำดับก่อนเป็นข้อมูลขาเข้า ส่วนในกล่องสี่เหลี่ยมแสดงถึงชื่อของขั้นตอนอีกทั้งยังมีการระบุว่าฝ่ายใดที่รับผิดชอบในขั้นตอนนี้ ลูกศรด้านขวาระบุถึงข้อมูลที่ประมวลผลจากขั้นตอนในกล่องสี่เหลี่ยมเป็นข้อมูลขาออก

(5) การเพิ่มรายละเอียดไปในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในแต่ละขั้นตอน

หลังจากสร้างแผนผังแสดงภาพรวมแล้ว การเพิ่มรายละเอียดลงไปในแต่ละกิจกรรมเพื่อให้เห็นรายละเอียดที่ชัดเจน และให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ แผนผังแสดงรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมนั้น ประกอบด้วย 3 หมวดของสารสนเทศที่แสดงให้ด้านซ้ายมือของแผนผัง ดังแสดงในภาพที่ 3.4 ซึ่งประกอบไปด้วย

- สารสนเทศอ้างอิง (reference information) โครงสร้างของทรัพยากรสารสนเทศ (ในองค์กร และ นอกองค์กร) ที่ต้องการเพื่อใช้ในการดำเนินงาน
- กระบวนการการเรียงลำดับให้สอดคล้องกับกิจกรรมที่มีการนำ BIM มาใช้
- การแลกเปลี่ยนสารสนเทศการส่งมอบสารสนเทศจากกระบวนการหนึ่งไปอีกกระบวนการหนึ่ง

จากการร่างแผนผังรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมทำให้เกิดแผนผังดังภาพที่ 3.5 จากภาพสดมภ์แรกด้านซ้ายมือมี 3 หัวข้อหลักคือ สารสนเทศที่ใช้อ้างอิง ขั้นตอน และสารสนเทศที่แลกเปลี่ยน โดยมีใช้สัญลักษณ์ในแต่ละขั้นตอนตามที่แสดงในตารางที่ 3.1

3.7.3 พัฒนาระบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

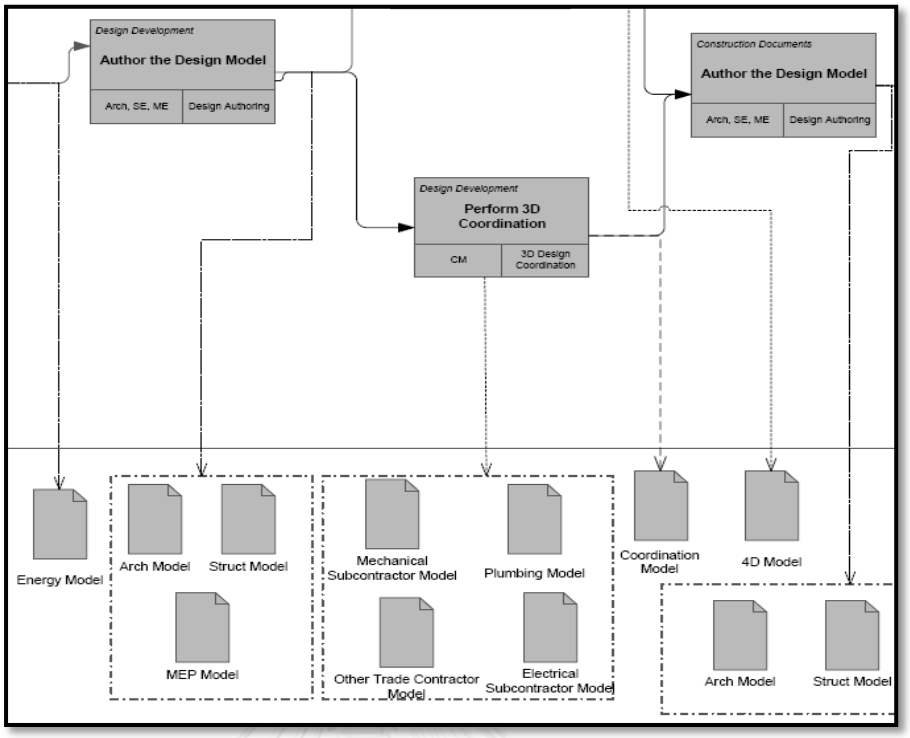
(1) การแจกแจงสารสนเทศจากแผนผังที่ได้จากหัวข้อ 3.7.2 เมื่อสามารถร่างขั้นตอนของการทำงานได้ พบว่าแต่ละกิจกรรมมีสารสนเทศอยู่มากจึงได้มีการดึงสารสนเทศทั้งหมดจากกิจกรรมนั้น ดังแสดงในภาพที่ 3.5 เห็นได้ว่าจากกิจกรรม A มีสารสนเทศ A เป็นผลลัพธ์จากนั้นแบ่งสารสนเทศ A เป็นสารสนเทศย่อย ๆ เพื่อให้เหมาะแก่การนำไปใช้ เป็นสารสนเทศ B และสารสนเทศ C แต่ในบางครั้งการนำสารสนเทศหลักมาแบ่งนั้นอาจมีสารสนเทศบางส่วนที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ หลังจากนั้นนำสารสนเทศที่ดึงออกมาเพื่อแลกเปลี่ยนไปสอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสารสนเทศเพื่อตรวจสอบความถูกต้องที่สำคัญ

(2) จัดทำตารางการแลกเปลี่ยนของสารสนเทศ (information exchange worksheet) เป็นการวิเคราะห์รายละเอียดเกี่ยวกับสารสนเทศที่สำคัญทั้งหมดของโครงการก่อสร้าง ขั้นตอนนี้ทำได้โดยการระบุสารสนเทศที่มีความต้องการในแต่ละการแลกเปลี่ยนทั้งขาเข้าและขาออก มีการระบุความละเอียดของสารสนเทศ รายละเอียดดังตารางที่ 3.2 รวมไปถึงผู้รับผิดชอบต่อสารสนเทศ (list of potential responsible parties) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.3 อ้างอิงจากคู่มือ BIM Project Execution Planning

จากนั้นให้เปรียบเทียบสารสนเทศขาเข้าและขาออกให้มีความสอดคล้องกัน หลังจากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดสามารถสร้างตารางตัวอย่างแสดงการแลกเปลี่ยนได้ดังภาพที่ 3.6 จากภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบจะได้แบบจำลอง (สารสนเทศขาเข้า) และการวิเคราะห์พลังงานซึ่งใช้แบบจำลองจากการออกแบบเป็นตัววิเคราะห์ (สารสนเทศขาออก)

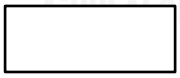
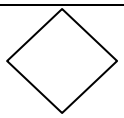
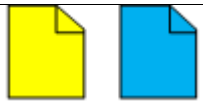
ภาพที่ 3.2 สัญลักษณ์เพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน

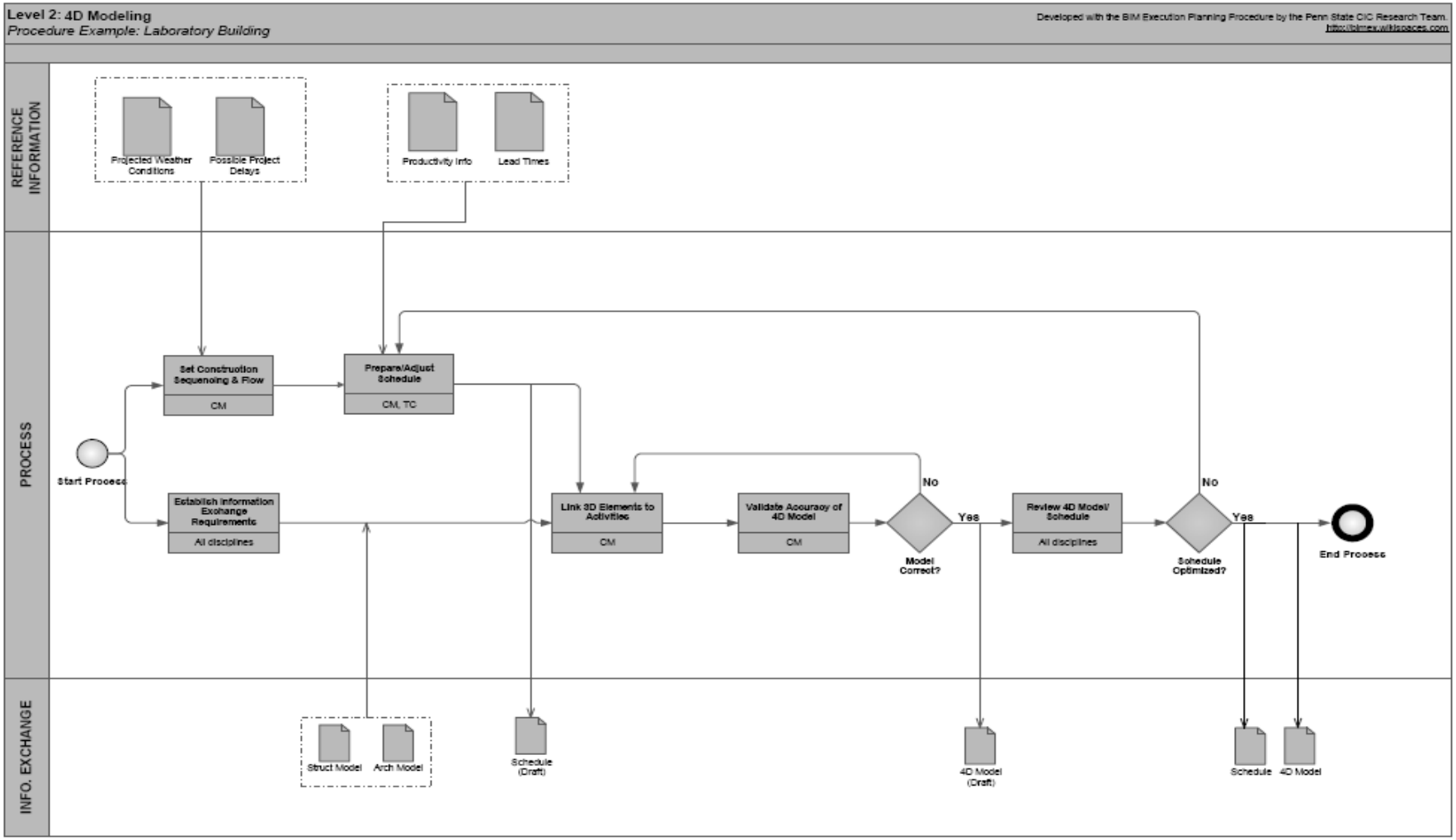
(ดัดแปลงจาก CIC, 2010)



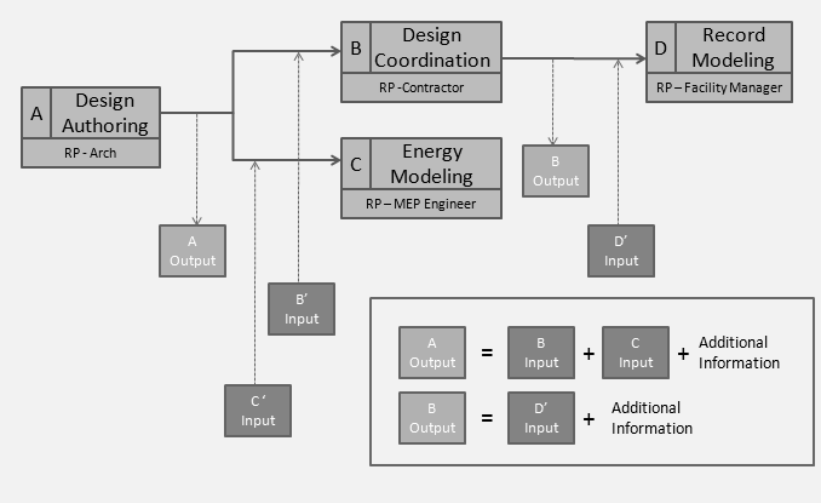
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างแผนผังภาพรวมการนำ BIM มาใช้ (CIC, 2010)

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย
	จุดเริ่มต้นกระบวนการ
	กิจกรรม
	จุดตัดสินใจ (gateway)
	ข้อมูลสารสนเทศในกิจกรรม
	แสดงถึงสารสนเทศที่อยู่ในประเภทเดียวกันหรือกลุ่ม
	จุดสิ้นสุดกระบวนการ
	เส้นทางการไหลของสารสนเทศ



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างของแผนผังการปฏิบัติตามแนวคิด BIM โดยลงรายละเอียดแต่ละกิจกรรม (CIC, 2010)



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างแสดงการดึงสารสนเทศในช่วงระหว่างกิจกรรม (CIC, 2010)

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างความละเอียดของสารสนเทศ

สารสนเทศ	
A	ขนาดที่ถูกต้อง (accurate size) ระบุที่ตั้ง รวมวัสดุและคำอธิบายอย่างละเอียด
B	ระบุที่ตั้งและขนาดโดยทั่วไป
C	บอกขนาดและที่ตั้งคร่าว ๆ

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างผู้รับผิดชอบต่อสารสนเทศ

ผู้รับผิดชอบ	
ARCH	สถาปนิก
CON	ผู้รับจ้างก่อสร้าง
CE	วิศวกรโยธา
FM	ผู้ควบคุมการใช้อาคาร
MEP	วิศวกรเครื่องกล (M) วิศวกรไฟฟ้า (E) วิศวกรระบบ (P)
SE	วิศวกรโครงสร้าง
TC	ผู้รับจ้างรายย่อย

3.7.4 กำหนดผลลัพธ์ของแต่ละช่วงในโครงการก่อสร้าง

การกำหนดสารสนเทศที่จำเป็นนั้นทำได้จากการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้างคือ ช่วงออกแบบ ช่วงก่อสร้าง และช่วงดูแลบริหารการใช้ตึกในแต่ละช่วงนั้นมีสารสนเทศที่จำเป็นแตกต่างกันออกไปในส่วนงานวิจัยนี้เน้นในช่วงการออกแบบไปจนถึงแบบพร้อมเสร็จสำหรับการประกวดราคา จากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบในสาขาต่าง ๆ ผู้ว่าจ้าง และผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการนำ BIM มาใช้ การสัมภาษณ์ทำการสอบถามถึงสารสนเทศที่จำเป็นของแต่ละองค์กรในแต่ละช่วงเวลา และนำผลสัมภาษณ์ที่ได้มารวบรวมเพื่อใช้ในลำดับต่อไป

หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการสรุปผลการวิจัยตามประเด็นสำคัญ รวมถึงจัดทำบทสรุปของผลวิจัย หาข้อจำกัดของงานวิจัย และข้อเสนอแนะนำเพื่องานวิจัยในอนาคต แล้วรวบรวมเพื่อจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

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

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

A Output = B′ Input + C′ Input + Additional Information

Information Exchange Title		A OUTPUT: Design Authoring			B′ INPUT: 3D Coordination			C′ INPUT: Energy Analysis		
		OUTPUT			INPUT			INPUT		
Time of Exchange (SD, DD, CD, Construction)					DD			DD		
Model Reciever		N/A			C, TC			MEP		
Reciever File Format										
Application & Version										
Model Element Breakdown		Info	Resp Party	Notes	Info	Resp Party	Notes	Info	Resp Party	Notes
B	SHELL									
	Superstructure									
	Floor Construction	B	A		B	A		B	A	
	Roof Construction	B	A		B	A		B	A	
	Exterior Enclosure									
	Exterior Walls	B	A		A	A		B	A	R Value
	Exterior Windows	B	A		B	A		A	A	Rvalue
	Exterior Doors	B	A					C	A	
	Roofing									
	Roof Coverings	B	A							
	Roof Openings	B	A		A	A		B	A	
C	INTERIORS									
	Interior Construction									
	Partitions	B	A		B	A		B	A	
	Interior Doors							C	A	
	Fittings	B	A		B	A			A	
	Stairs									
	Stair Construction	B	A		B	A		B	A	
	Stair Finishes									
	Interior Finishes									
	Wall Finishes							B	A	Reflectance
	Floor Finishes							B	A	Reflectance
	Ceiling Finishes							B	A	Reflectance
D	SERVICES									

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนข้อมูล (CIC, 2010)

3.8 สรุปท้ายบท

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเสนอแนวทางในการดำเนินงานตั้งแต่การเริ่มต้นวางแผนในการนำแ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างไปจนถึงจบกระบวนการออกแบบอาคาร เริ่มต้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร และมีปัญหาในด้านใดบ้าง จากนั้นทำการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ในแต่ละโครงการก่อสร้างนั้นมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใดจึงทำให้เกิดความแตกต่างในแต่ละโครงการก่อสร้าง เมื่อวิเคราะห์ประเด็นที่ทำให้เกิดความแตกต่างแล้ว จึงเริ่มการพัฒนากรอบที่ช่วยในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง ในระหว่างการพัฒนากรอบนั้นมีการตรวจสอบความเหมาะสมเป็นระยะ ใช้การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการทำงานเกี่ยวกับแนวคิด BIM กรอบที่พัฒนาขึ้นนี้เหมาะสำหรับผู้ว่าจ้าง (เจ้าของโครงการ) ที่ต้องการเริ่มต้นวางแผนแนวทางการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้มองว่าผู้ว่าจ้างนั้นมีทรัพยากร เช่น งบประมาณ ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ที่พร้อมนำ BIM มาใช้ และเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการใช้งานกรอบนี้มากยิ่งขึ้นจึงได้มีการจัดทำแนวทางในการนำ BIM ไปใช้งานขึ้น แนวทางนี้ได้ประยุกต์ตามขั้นตอนตามกรอบการนำ BIM ไปใช้งานนี้ และผู้วิจัยได้นำคู่มือ BIM Project Execution Plan เป็นตัวอ้างอิงในด้านการพัฒนาแนวทางในการดำเนินงาน และใช้โครงการก่อสร้างในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา

Chulalongkorn University

บทที่ 4
การวิเคราะห์กระบวนการออกแบบอาคาร

บทนี้นำเสนอการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้นั้นมีรูปแบบ และรายละเอียดอย่างไร การวิเคราะห์กระบวนการออกแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปซึ่งไม่ได้การนำ BIM มาใช้ (conventional design process) (2) กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ทั้งจากทางทฤษฎี และทางปฏิบัติจริงในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื้อหาของบทนี้ได้จากการวิเคราะห์บทสัมภาษณ์ของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบ และจากการเข้าไปสังเกตการทำงานจริง หัวข้อหลักคือ (1) รายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารในรูปแบบต่าง ๆ (2) ปัญหาและอุปสรรคในกระบวนการออกแบบอาคาร (3) บทวิเคราะห์เปรียบเทียบกระบวนการออกแบบในทางทฤษฎีและในการทำงานจริงว่ามีความคล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป

กระบวนการออกแบบอาคารมีความหลากหลาย แต่ละโครงการแตกต่างกันไป แต่ในงานวิจัยนี้เลือกจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา เนื่องจาก มีกระบวนการที่เป็นระบบชัดเจน และกระบวนการทำงานมีลักษณะคล้ายหน่วยงานภาครัฐ กล่าวคือ ใช้สัญญาจัดจ้างแบบออกแบบ ประมูลงาน ก่อสร้าง (Design-Bid-Build, DBB) อีกทั้งผู้ออกแบบเป็นอาจารย์ภายในมหาวิทยาลัยจึงทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกได้มากกว่าบริษัทภายนอก

4.1.1 รายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน

เนื้อหาในหัวข้อนี้ได้จากการสัมภาษณ์สถาปนิก วิศวกรโยธา และเจ้าหน้าที่สำนักบริหารระบบกายภาพของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รายละเอียดบทสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ก จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปกระบวนการออกแบบได้ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ภาพนี้แสดงกระบวนการออกแบบในปัจจุบันของทางจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยอาศัยแผนภาพ Business process model notation (BPMN) ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนจบกระบวนการออกแบบถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา ซึ่งสอดคล้องกับตารางที่ 31 ของ Omniclass (2012) ได้แก่ Inception Phase, Conceptualization Phase, Criteria Definition phase และ Design Phase

โดยคำจำกัดความของแต่ละช่วงเวลาได้อธิบายอยู่ในบทที่ 2 แถวแนวนอนระบุสารสนเทศที่ใช้อ้างอิง ขั้นตอนการทำงาน และการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

(1) ผู้ว่าจ้างระบุลักษณะและรูปแบบสิ่งก่อสร้างที่ต้องการ พร้อมทั้งกำหนดงบประมาณในการก่อสร้างเบื้องต้น

(2) ผู้ว่าจ้างประชุมกับหัวหน้าผู้ออกแบบ (สถาปนิก) ว่าต้องการสิ่งก่อสร้างรูปแบบอย่างไร พื้นที่ใช้สอยเป็นเท่าไร และงบประมาณเท่าไร

(3) สถาปนิกร่างแบบเบื้องต้น (conceptual design) ให้กับผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณารูปลักษณะของสิ่งก่อสร้าง เมื่อปรับแบบให้ตรงกับสิ่งที่ผู้ว่าจ้างต้องการแล้ว ผู้ว่าจ้างจะทำการอนุมัติให้ดำเนินการขั้นต่อไป

(4) หัวหน้าผู้ออกแบบประชุมหารือกับกลุ่มผู้ออกแบบ ได้แก่ วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรงานระบบต่างๆ เพื่อกำหนดรายละเอียดของอาคาร รายละเอียดในการออกแบบ อีกทั้งสอบถามถึงราคาก่อสร้างเบื้องต้นของงานต่าง ๆ เพื่อทำการปรับแก้ให้ไม่เกินงบประมาณของผู้ว่าจ้าง

(5) สถาปนิกเริ่มออกแบบอย่างละเอียด

(6) สถาปนิกส่งแบบสถาปัตยกรรมในรูปแบบไฟล์ CAD และพิมพ์เขียว ให้แก่วิศวกรเพื่อออกแบบด้านโครงสร้าง ระบบไฟฟ้าและการสื่อสาร ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และระบบสุขาภิบาลเพื่อทำการออกแบบพร้อมกันทุกระบบ

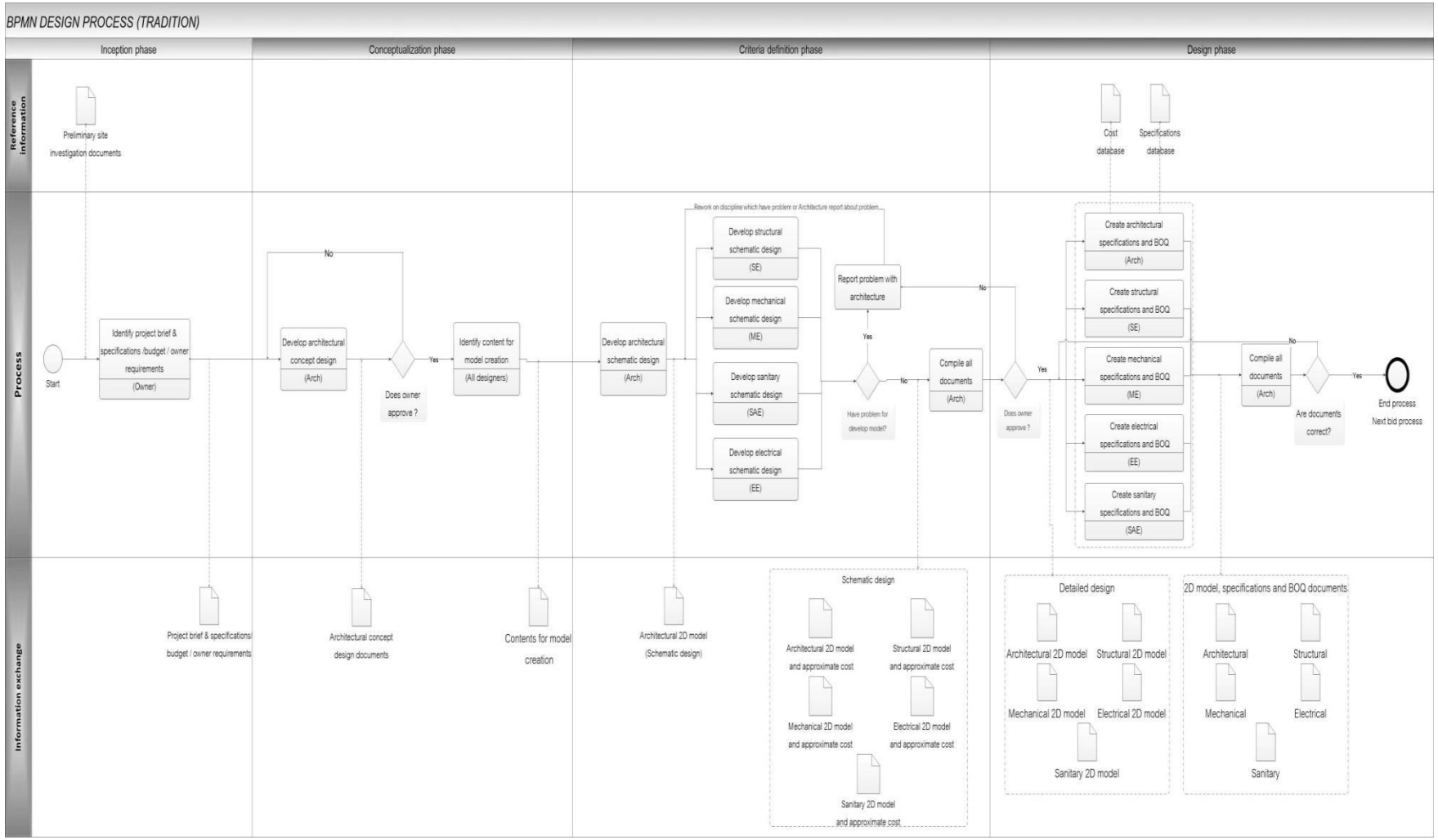
(7) ในระหว่างการออกแบบเมื่อผู้ออกแบบด้านใดพบปัญหาการชนกัน (clash) ของวัตถุระหว่างระบบงานอื่นและงานของตนแล้วต้องการแก้ไขแบบจะแจ้งกลับมาทางสถาปนิก เพื่อให้ทางสถาปนิกทำการแจ้งแก่ผู้ออกแบบที่มีปัญหา เมื่อทางผู้ออกแบบทำการแก้ไขแล้วจึงส่งแบบกลับไปให้สถาปนิก จากนั้นสถาปนิกจะส่งแบบที่แก้ไขแล้วให้กับวิศวกรด้านต่างๆเพื่อให้ทำการแก้ไขแบบต่อไป

(8) เมื่อการออกแบบเสร็จสิ้น ทางผู้ออกแบบระบบต่างๆจะทำการส่งแบบและรายการแสดงปริมาณวัสดุ (Bill of Quantity, BOQ) มาให้กับทางหัวหน้าผู้ออกแบบ จากนั้นทางหัวหน้าผู้ออกแบบจะทำการตรวจสอบ BOQ เพื่อไม่ให้ราคารวมเกินงบประมาณที่ตั้งไว้

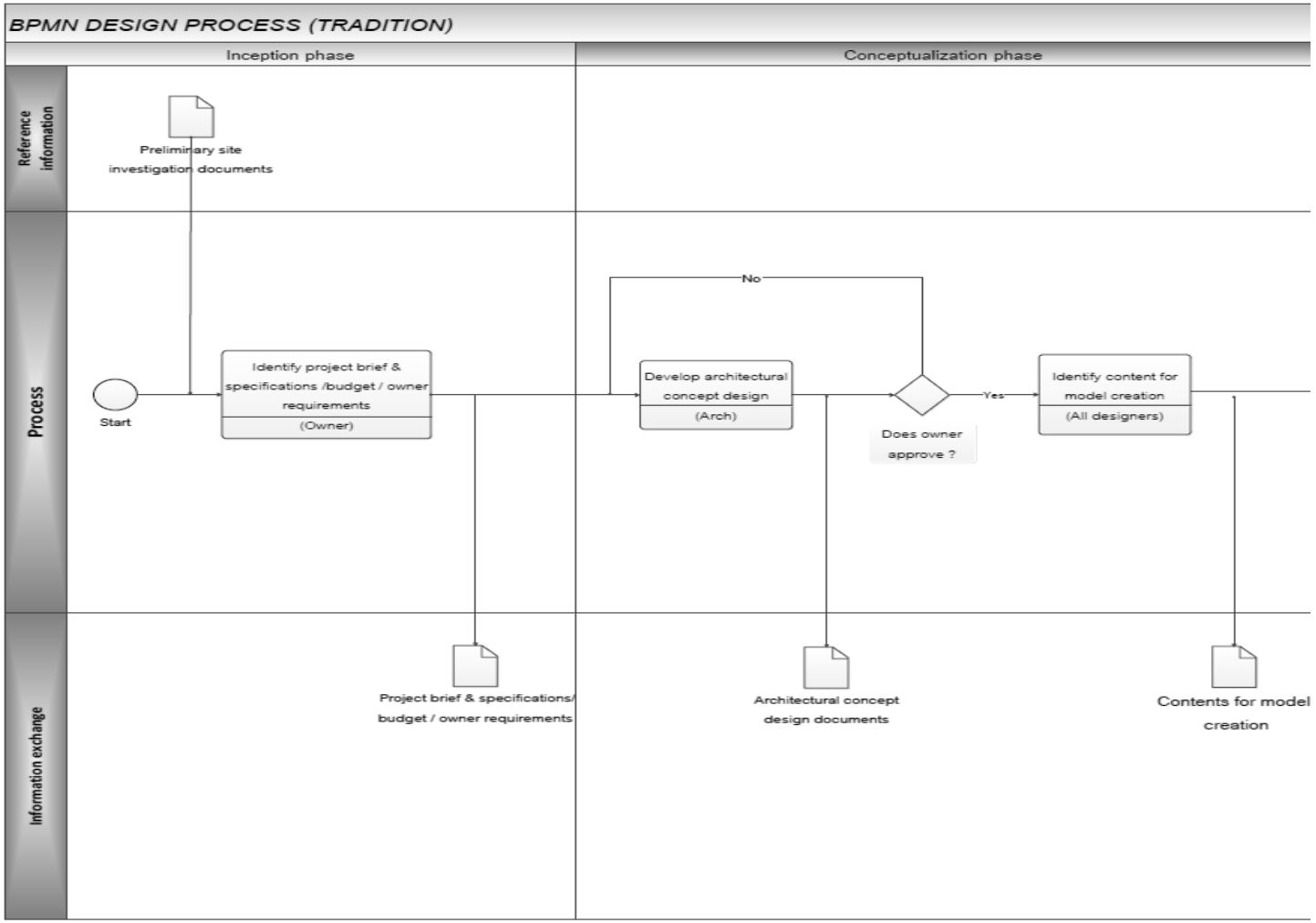
(9) หัวหน้าผู้ออกแบบส่งแบบและ BOQ ให้แก่ผู้ว่าจ้างเพื่อทำการอนุมัติแบบ และตรวจสอบ BOQ หากมีการแก้ไขทางผู้ว่าจ้างจะทำการแจ้งกลับไปทางหัวหน้าผู้ออกแบบให้แจ้งแก่ฝ่ายต่างๆให้กลับไปแก้ไขจนกระทั่งแบบเรียบร้อยทางผู้ออกแบบจะทำการส่งแบบพร้อมกับรายการประกอบแบบ และ BOQ ให้แก่ผู้ว่าจ้างเพื่อทำการประมูลหาผู้รับจ้างต่อไป

กระบวนการออกแบบภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีความแตกต่างจากกระบวนการออกแบบภายนอกอยู่บ้าง เช่น ในกระบวนการออกแบบของโครงการทั่วไป ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างนั้นจะมีการเรียกประชุมเพื่อปรึกษาปรับแก้ไขแบบพร้อมแจ้งความคืบหน้าการออกแบบจึงทำให้ผู้ออกแบบยังมีการติดต่อสื่อสารกันเป็นระยะ ๆ แต่ของทางจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจะไม่มีการเรียกประชุมแบบเป็นระยะจึงทำให้การสื่อสารอาจจะมีการขาดช่วงไป

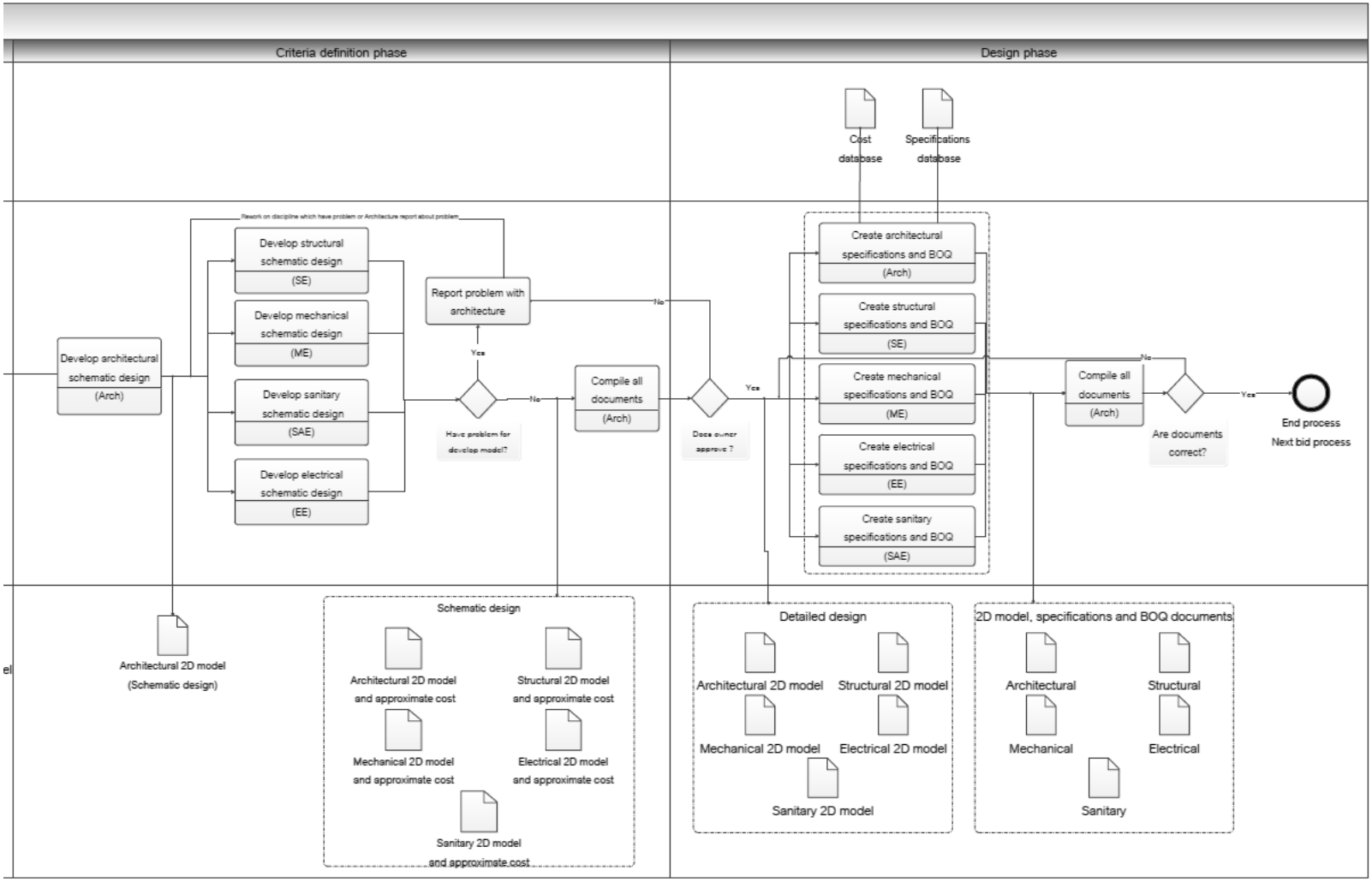
กระบวนการออกแบบที่ได้ศึกษานี้มีปัญหาอยู่มากไม่ว่าจะเป็นการออกแบบที่ล่าช้า หรือแบบแต่ละด้านไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดปัญหาเมื่อนำมาใช้ในช่วงก่อสร้าง ซึ่งสังเกตได้จากกระบวนการออกแบบอาคารในขั้นตอนที่ (7) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแก้ไขแบบ กล่าวคือ การแจ้งข้อมูลการแก้ไขแบบนั้นจะเป็นการสื่อสารระหว่างแค่สองฝ่าย จากนั้นจึงแจ้งแก่ผู้ออกแบบท่านอื่นทำให้ข้อมูลอาจตกหล่นหากลืมแจ้งแก่ผู้ออกแบบท่านอื่น ๆ หรือในขั้นตอนที่ (9) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสาร กล่าวคือ การแจ้งผ่านทางหัวหน้าออกแบบไม่ได้แจ้งผู้ออกแบบโดยตรงในลักษณะนี้อาจทำให้เกิดการล่าช้าในการแก้ไขงาน หรือเนื้อหาที่ต้องการจะสื่อสารอาจตกหล่นได้ ปัญหาเหล่านี้เป็นเพียงปัญหาในเบื้องต้นเท่านั้น ปัญหาของกระบวนการออกแบบอาคารจากมุมมองของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อ 4.1.2 ต่อไป



ภาพที่ 4.1 กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน



ภาพที่ 4.2 กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน (ขยาย)



ภาพที่ 4.2 (ต่อ) กระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน (ขยาย)

4.1.2 ปัญหาในกระบวนการออกแบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไป

หัวข้อ 4.1.1 ได้นำเสนอปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบที่ใช้โดยทั่วไป ในหัวข้อนี้จะได้มีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่พบมากในช่วงออกแบบจากสถาปนิก วิศวกร ผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาสรุปปัญหาที่พบ โดยแบ่งออกเป็นมุมมองของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นสถาปนิก วิศวกร ผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบเป็นแบบสื่อสารกันอยู่สองฝ่าย ไม่มีสื่อกลางในการกระจายข้อมูลเป็นสาเหตุทำให้ข้อมูลตกหล่น

(2) เมื่อราคาเกินงบประมาณที่ตั้งไว้จึงต้องมีการปรับแก้แบบให้ตรงตามงบประมาณที่ตั้งไว้ และเมื่อแก้ไขแบบเสร็จจะต้องมีการถอดปริมาณ และประมาณราคาใหม่จึงทำให้เสียเวลาและทรัพยากร

(3) ในการตัดรูปด้าน (elevation) หรือรูปตัด (section) ที่เป็นแบบสองมิตินั้นไม่ได้ทำได้โดยอัตโนมัติ ใช้นักเขียนแบบ (draft man) ในการตัดแบบจึงทำให้ไม่สามารถตรวจสอบแบบได้อย่างละเอียด ยกตัวอย่างเช่น เมื่อตัดที่เส้นกริด A (gridline A) อาจจะไม่พบการชนกันของวัตถุ แต่เมื่อตัดที่เส้นกริด B (gridline B) พบการชนกันในตำแหน่งเดียวกัน

(4) หากมีการแก้ไขความสูงของแต่ละชั้น หรือขนาดห้องจะต้องทำการแก้ไขทีละชั้นไม่สามารถแก้ไขได้อย่างอัตโนมัติทำให้เสียเวลาในการปรับแก้แบบ

(5) การกระจายข้อมูลไม่ทั่วถึง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการแก้ไขแบบบางฝ่ายไม่ได้แก้ไขแบบตามเพราะไม่ได้รับการแจ้งการแก้ไขแบบจึงทำให้แบบของแต่ระบบไม่ตรงกัน เมื่อมีการก่อสร้างจะต้องนำแบบมาแก้ไขใหม่

(6) เมื่อต่างฝ่ายต่างออกแบบในเวลาเดียวกัน แต่ละฝ่ายก็จะไม่สามารถรู้ว่าเกิดการชนกันของวัตถุที่ใดบ้างเพราะไม่มีการเห็นแบบของแต่ละระบบ จะมาเห็นอีกทีก็ต่อเมื่อมีการประชุมหรือเลยไปถึงช่วงการก่อสร้าง เมื่อถึงเวลาก่อสร้างจะต้องทำการแก้ไขหรือออกแบบเพิ่มเติม

(7) การมองเห็นภาพสิ่งก่อสร้างไม่ชัดเจนเนื่องจากแบบเป็นสองมิติ และผู้ว่าจ้างขาดความรู้ในการอ่านแบบทำให้เป็นการยากในการทำความเข้าใจรายละเอียดของแบบ บางครั้งจึงเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนกันได้

(8) เกิดงานเพิ่มระหว่างการก่อสร้างเนื่องจากแบบของแต่ละระบบไม่ได้มีการตรวจสอบการชนของวัตถุเป็นสาเหตุที่ให้งานเสร็จล่าช้า และทำให้มีการเสียค่าใช้เพิ่มมากขึ้น

(9) การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้รับจ้างและผู้ออกแบบเป็นไปได้อย่างล่าช้า เนื่องจากในปัจจุบันใช้การจัดจ้างแบบ DBB จึงทำให้ผู้ออกแบบและผู้รับจ้างไม่ใช่บริษัทเดียวกัน เมื่อแบบมีปัญหาทางผู้รับจ้างจะต้องติดต่อผ่านทางที่ปรึกษาโครงการ (construction manager, CM) ไม่สามารถติดต่อผู้ออกแบบได้โดยตรง

(10) เกิดงานเพิ่มระหว่างการก่อสร้างเนื่องจากแบบที่ได้มาของแต่ละระบบไม่ได้มีการตรวจสอบการชนของวัตถุเป็นสาเหตุที่ให้งานเสร็จล่าช้า และอาจจะทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

จากการวิเคราะห์ลักษณะกระบวนการออกแบบอาคารพบว่า ปัญหาหลักของกระบวนการออกแบบอาคาร คือการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศของแต่ละฝ่ายสอดคล้องกับที่ The Construction Users Roundtable (CURT) (2010)) กล่าวไว้ว่าร้อยละ 30 ของค่าใช้จ่ายที่สูญเปล่าในโครงการก่อสร้างเกิดจากปัญหาด้านการขาดการร่วมมือกันในการทำงาน หรือขาดการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เกิดจากการแลกเปลี่ยนที่ไม่เป็นระบบ อีกทั้งยังขาดสื่อกลางที่ทำให้ทุกฝ่ายเห็นภาพตรงกันชัดเจนดังแสดงในภาพที่ 4.3 จึงทำให้ข้อมูลสารสนเทศนั้นเกิดการตกหล่นได้ง่าย หากนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้นั้นสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ดังแสดงในภาพที่ 4.4 เพิ่มแบบจำลองส่วนกลาง (shared project model) ขึ้นมา แต่จากการศึกษาเบื้องต้นก็พบว่าการเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้ยาก อุปสรรคหลัก คือ ความพร้อมและเต็มใจในการดำเนินงานของบุคลากร รวมถึงการหากระบวนการทำงานที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิด BIM เพราะฉะนั้นในการที่จะนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ในมีประสิทธิภาพควรมีการศึกษากระบวนการในการออกแบบที่นำแนวคิด BIM มาใช้ในปัจจุบันของมาตรฐาน หรือคู่มือต่างประเทศที่มีการเริ่มใช้งานอย่างแพร่หลายเพื่อเป็นแนวทางต่อไป รวมไปถึงสังเกตกระบวนการออกแบบที่มีการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างในประเทศว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกับของต่างประเทศอย่างไร รายละอียดจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.2 ต่อไป

4.2 กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้

ในหัวข้อนี้จะวิเคราะห์กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้จากทางทฤษฎี และในทางปฏิบัติว่ามีลักษณะอย่างไร จากการศึกษาและวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่า รูปแบบและ

รายละเอียดของกระบวนการทำงานที่นำมา BIM มาใช้ร่วมนั้นเปลี่ยนแปลงไปจากกระบวนการออกแบบโดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง วิธีการสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange) ผลลัพธ์ (deliverables, outcome) ที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา กระบวนการทำงานนี้สัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ BIM (BIM Use) เป็นอย่างมาก เพราะ BIM Use เป็นตัวระบุว่ากระบวนการทำงานควรเป็นอย่างไร ผลลัพธ์แบบไหนจึงเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

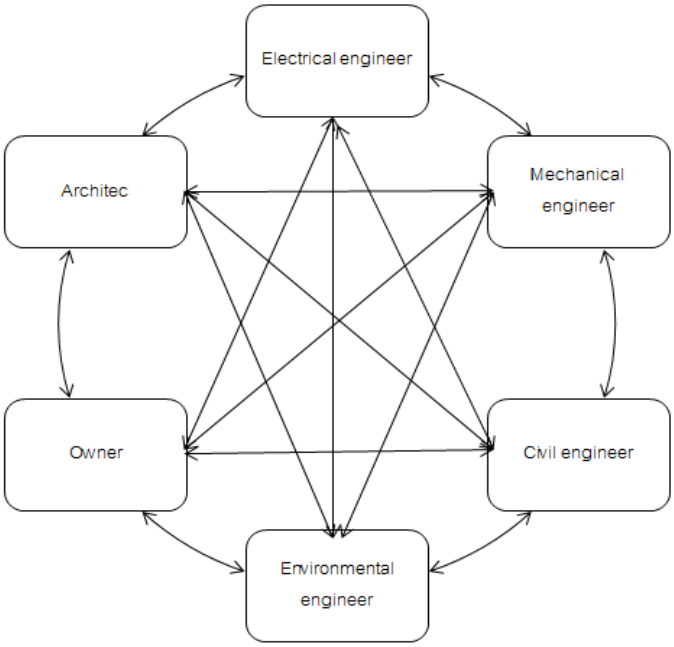
หัวข้อนี้ได้ระบุ BIM Use ที่สามารถนำใช้ไปในช่วงออกแบบ และสรุปรายละเอียดของกระบวนการออกแบบได้ใน 3 ประเด็นหลักคือ ขั้นตอนในการทำงาน วิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูล และลักษณะของผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา

4.2.1 กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ในทางทฤษฎี

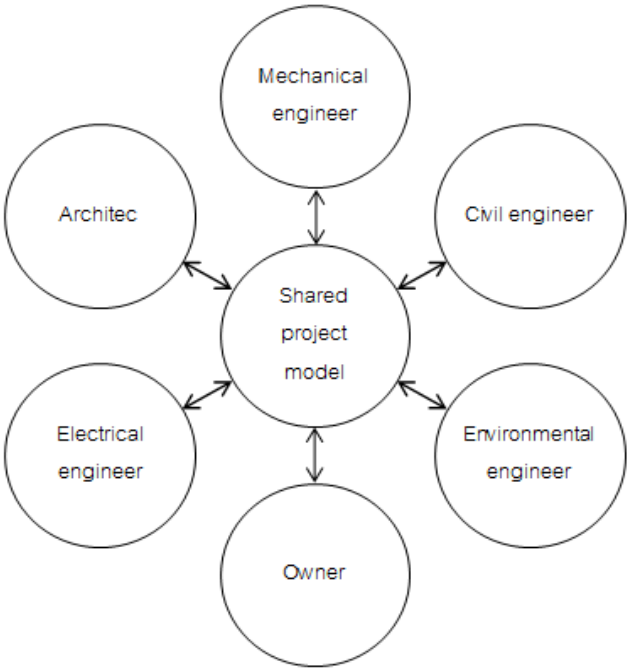
จากการศึกษากระบวนการออกแบบซึ่งนำ BIM มาใช้จากมาตรฐานและคู่มือรวมไปถึงเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งของภาครัฐและภาคเอกชนในประเทศสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และสิงคโปร์ พบว่าไม่ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบในรายละเอียด ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดในโครงการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการ กระบวนการที่นำเสนอก็เป็นในเชิงทฤษฎี หรือกระบวนการในอุดมคติ กล่าวคือ ได้นำ BIM มาใช้ตลอดวัฏจักรโครงการก่อสร้างทุกขั้นตอน โดยทุกฝ่ายยอมรับการใช้แนวคิดนี้ รวมไปถึงมีความพร้อมในทรัพยากรด้านต่าง ๆ

การใช้ประโยชน์ BIM ในช่วงออกแบบอาคาร (BIM Use for the design phase)

การใช้ประโยชน์ BIM (BIM Use) มีทั้งสิ้น 25 ประเภท แม้แต่ละแหล่งอ้างอิงอาจใช้คำเรียกที่ไม่เหมือนกัน แต่มีความหมายในการนำไปใช้งานเหมือนกัน ในงานวิจัยนี้เราใช้คำเรียกตาม CIC (2010) รายละเอียดของ BIM Use ทั้งหมดนั้นได้กล่าวถึงแล้วในบทที่ 2 เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายในเราจะจัดหมวดหมู่ตามวัตถุประสงค์หลักของการใช้แนวคิด BIM ในช่วงออกแบบแบ่งออกเป็น 4 ด้านหลัก คือ การสื่อสารในช่วงการออกแบบ (design communication) การวิเคราะห์ระบบงานต่างๆ (system analysis) การประมาณราคา (estimation) และการจัดทำตารางเวลา (scheduling) สามารถจัด BIM Use ที่ใช้ในช่วงออกแบบได้ดังนี้



ภาพที่ 4.3 ลักษณะการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างการออกแบบในปัจจุบัน



ภาพที่ 4.4 ลักษณะการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศเมื่อนำ BIM มาใช้

(1) การสื่อสารในช่วงการออกแบบ (design communication)

- Design authoring
- Programming
- Existing conditions modeling
- Design review
  - Constructability
  - 3D design coordination (clash detection)
  - Virtual mock ups

(2) การวิเคราะห์ระบบงานต่าง ๆ (system analysis)

- Site analysis
- Engineering analysis
  - Structural analysis
  - Energy analysis
  - Lighting analysis
  - Mechanical analysis
  - Other analysis
- Sustainability criteria analysis
- Code validation

(3) การประมาณราคา (estimation)

- Quantity take off

(4) การจัดทำตารางเวลา (scheduling)

- Phase planning (4D modeling)

แม้แหล่งอ้างอิงส่วนใหญ่จะนำเสนอว่าการใช้แนวคิด BIM ให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรมีการนำ BIM Uses มาใช้ให้ได้มากที่สุดในทุกช่วงของโครงการก่อสร้าง แต่จากการสังเกตตามหลัก

ความเป็นจริงการนำ BIM Uses มาใช้ทุกตัวนั้นคงทำได้ยาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความพร้อมของบุคลากร การแลกเปลี่ยนข้อมูล ค่าใช้จ่าย ฯลฯ

รายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่นำแนวคิด BIM มาใช้ตามทฤษฎี

(1) ขั้นตอนการทำงาน (Work flow)

คู่มือ BIM ของประเทศสิงคโปร์โดย BCA (2013) และคู่มือ Project execution plan ของ CIC (2010) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทำงานในช่วงออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบตามประเภทสัญญาการจัดจ้างคือ

ขั้นตอนการทำงานในโครงการสัญญาจัดจ้างแบบ Design-Build มีประเด็นสำคัญ คือ

- ช่วงเริ่มต้นโครงการ เจ้าของโครงการจะกำหนดรายละเอียดของสิ่งก่อสร้าง และให้สถาปนิกเริ่มร่างโครง (mass model) เพื่อดูพื้นที่ใช้สอยของสิ่งก่อสร้างรวมถึงกำหนดราคาก่อสร้างคร่าว ๆ
- กำหนดรายละเอียดของแบบจำลองและสารสนเทศที่จำเป็นในโครงการ
- ช่วงเริ่มต้นออกแบบ (schematic design) ฝ่ายผู้ออกแบบควรมีการประชุม หรือร่วมมือกับฝ่ายก่อสร้าง เรื่องรายละเอียดของแบบจำลอง BIM และสารสนเทศต่าง ๆ เพื่อให้แบบจำลองนี้สามารถนำไปใช้ในช่วงก่อสร้างได้โดยง่าย
- ช่วงออกแบบละเอียด (detailed design) หลังจากที่ผู้ออกแบบดำเนินการออกแบบแต่ละระบบงานเสร็จแล้ว ควรมีการนำแบบจำลองของแต่ละระบบมารวมเข้าด้วยกันเพื่อทำการตรวจสอบการชนกันของส่วนต่าง ๆ ของอาคาร
- หากมีข้อขัดแย้งในแบบเกิดขึ้นควรมีการนัดประชุมโดยใช้แบบจำลองในการนำเสนอเพื่อให้เห็นภาพชัดเจน
- ในระหว่างนี้มีการประมาณราคา มีการถอดปริมาณจากแบบจำลองที่มีการแก้ไขให้ถูกต้องแล้ว
- เมื่อแก้ไขการชนกันของส่วนต่าง ๆ ของอาคารและข้อขัดแย้งแล้ว จึงเริ่มเตรียมแบบก่อสร้าง (shop drawing) และวางแผนการก่อสร้าง
- ในช่วงเตรียมแบบก่อสร้างใช้แบบจำลองเพื่อการสั่งการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต้องผลิตโดยเฉพาะเช่น โครงสร้างเหล็ก หรือชิ้นส่วนสำเร็จ (precast)

ขั้นตอนการทำงานในโครงการจัดจ้างแบบออกแบบ-ประกวดราคา-ก่อสร้าง (Design-Bid-Build, DBB)

ขั้นตอนการทำงานในโครงการการจัดจ้างแบบนี้สามารถแบ่งแบบจำลอง ออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบจำลองสำหรับการออกแบบ (design model) และแบบจำลองสำหรับการก่อสร้าง (construction model) ผู้ออกแบบจะเป็นผู้พัฒนา design model และระบุสารสนเทศต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับใช้ในการประกวดราคา ส่วนผู้รับจ้างก่อสร้างจะเป็นผู้พัฒนา construction model ซึ่งใช้ในช่วงการก่อสร้าง

<u>ช่วงก่อนการประกวดราคาหรือช่วงพัฒนา design model</u> มีประเด็นสำคัญคือ

- ช่วงเริ่มต้นโครงการ เจ้าของโครงการกำหนดรายละเอียดของสิ่งก่อสร้าง และให้สถาปนิกเริ่มร่างโครง (mass model) เพื่อดูพื้นที่ใช้สอยของสิ่งก่อสร้างรวมถึงกำหนดราคาก่อสร้างคร่าว ๆ
- กำหนดรายละเอียดของแบบจำลอง และสารสนเทศที่จำเป็นในโครงการ
- ช่วงเริ่มต้นออกแบบ (schematic design) เริ่มพัฒนาแบบจำลองงานสถาปัตยกรรมแต่ยังไม่ได้ลงรายละเอียดมากนัก เพื่อให้เจ้าของโครงการเห็นลักษณะสิ่งก่อสร้างและทำการแก้ไขตามที่เจ้าของโครงการต้องการ
- ช่วงออกแบบ (detailed design) ผู้ออกแบบทุกระบบเริ่มออกแบบอย่างละเอียด จากนั้นทำการรวบแบบจำลอง และทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ
- มีการประชุมร่วมกันเพื่อแก้ไขแบบหรือข้อขัดแย้ง นำแบบจำลองมาใช้ในการประชุม
- ในระหว่างการออกแบบนั้นทำการประมาณราคาโดยการถอดปริมาณงานจากแบบจำลอง
- เมื่อข้อขัดแย้งถูกแก้ไขแล้วจึงทำการเตรียมแบบจำลอง และสารสนเทศเพื่อการประกวดราคา

ช่วงการก่อสร้าง หรือช่วงพัฒนา construction model มีประเด็นสำคัญดังนี้คือ

- แบบจำลอง และสารสนเทศจากแบบจำลองถูกส่งให้แก่ผู้รับจ้างเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อ อาจส่งเป็นแบบไฟล์ หรือพิมพ์เขียวขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ
- ผู้รับจ้างทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับงานก่อสร้าง และการสั่งซื้อชิ้นส่วนที่ต้องผลิตโดยเฉพาะในโครงการ
- มีการวางแผนงานก่อสร้าง
- ในกรณีที่เจ้าของโครงการต้องการแบบจำลองเพื่อการดูแลอาคารอาจมีการมอบหมายให้ผู้รับจ้างเป็นผู้พัฒนาแบบจำลอง As-Built

ในส่วนของขั้นตอนในการทำงานนั้นตามทฤษฎีมีส่วนสำคัญคือ ทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างจะต้องมีการนำแนวคิด BIM มาใช้ในส่วนงานของตนเพื่อให้การทำงานมีความสอดคล้องกัน และมีนำ BIM Use มาใช้ตลอดทั้งโครงการก่อสร้าง แต่มีความแตกต่างของขั้นตอนการทำงานตามประเภทสัญญาจัดจ้าง ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ การพัฒนาแบบสำหรับการก่อสร้าง (shop drawing) ในสัญญาจัดจ้างแบบ Design-Build ผู้ออกแบบมีส่วนที่ช่วยในการลงรายละเอียดในแบบจำลองให้มีความพร้อมนำไปพัฒนา shop drawing หากเป็นการจัดจ้างแบบ Design-Bid-Build หน้าที่การพัฒนาแบบ shop drawing ตกไปที่ผู้รับจ้างเพียงฝ่ายเดียว เพราะผู้ออกแบบต่างคิดว่าไม่ได้ประโยชน์จากการช่วยเหลือผู้รับจ้างอีกทั้งยังเป็นการเพิ่มภาระงานให้ผู้ออกแบบอีกด้วย

(2) วิธีการสื่อสาร หรือแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange)

วิธีการในการแลกเปลี่ยนนั้นเปลี่ยนไปจากเดิม จากเดิมจะใช้การส่งทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Email) หรือเป็นแบบกระดาษ ในส่วนการสื่อสารนั้นเป็นต่างฝ่ายต่างสื่อสารไม่มีส่วนกลางในการกระจายข้อมูลให้ทั่วถึงทุกฝ่าย

ตามทฤษฎีได้มีการเสนอวิธีการสื่อสารแลกเปลี่ยนสารสนเทศแบบใหม่คือ การสร้างแบบจำลองส่วนกลางที่เป็นสื่อกลางให้ทุกฝ่ายเข้าถึงข้อมูลได้อย่างทั่วถึงหรือเรียกว่า BIM model base หากมีการเปลี่ยนแปลงแบบจะทำการแจ้งเตือนอัตโนมัติทันทีดังแสดงในภาพที่ 4.5

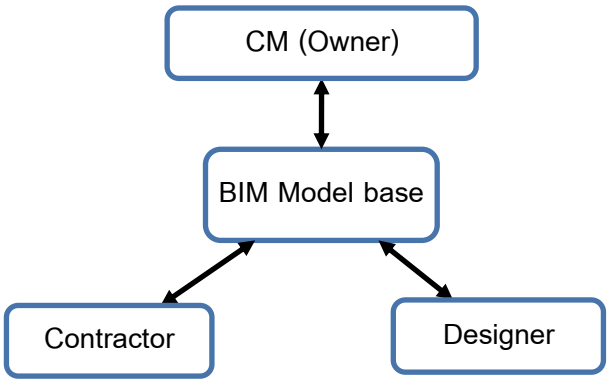
นอกจากนั้นจะมีการจำกัดสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงสารสนเทศหรือการเข้าดูข้อมูลในส่วนต่าง ๆ เพื่อความปลอดภัยของข้อมูลสารสนเทศในโครงการ

คู่มือ BIM ของสิงคโปร์ได้แนะนำให้พัฒนาแบบ 2 มิติโดยตรงจากแบบจำลอง BIM เพื่อลดปัญหาของแบบที่อาจเกิดขึ้น แบบสองมิติที่ไม่ได้พัฒนาจากแบบจำลอง BIM ต้องระบุที่มาให้ชัดเจน ในกรณีที่มีข้อขัดแย้งระหว่างแบบ 2 มิติและแบบจำลอง BIM ให้อ้างอิงจากแบบจำลอง BIM เป็นหลัก การทำงานร่วมกันของแต่ละฝ่ายควรทำข้อตกลงเกี่ยวกับระเบียบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศในแบบจำลอง BIM รวมไปถึงรูปแบบ (template) ที่ทำการแลกเปลี่ยน เช่น มาตรฐานของ International Foundation Class (IFC) มีกำหนดไว้ใน BIM Execution Plan (BCA, 2012)

(3) ผลลัพธ์ (deliverables, outcome)

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นแบบจำลอง BIM ซึ่งมีสารสนเทศที่มีประโยชน์รวมอยู่ในแบบจำลองด้วย แต่อาจเป็นแบบ 2 มิติ และรายงานเป็นแฟ้มเอกสารจากโปรแกรม Microsoft Word หรือ Excel ตามความเหมาะสมของสารสนเทศ ตารางที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วงของโครงการ อันประกอบด้วย

- แบบจำลองที่ดินโครงการ
- โครงร่างแบบจำลองของสิ่งก่อสร้าง (mass model)
- แบบจำลองงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบ ที่ได้จากผู้ออกแบบเพื่อการนำไปวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เช่น clash detection, visualization, cost estimation
- บัญชีปริมาณวัสดุและราคา (Bill of Quantities, BOQ)
- แบบจำลองงานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบที่ถูกต้องพร้อมใช้ในการประกวดราคา พร้อมรายการประกอบแบบแนบในแบบจำลอง
- แผนงานและการวางแผนในการแบ่งช่วงในการก่อสร้าง
- แบบก่อสร้าง (shop drawings)
- รายการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้โครงการก่อสร้าง
- แบบจำลองสิ่งก่อสร้างที่สมบูรณ์ (As-built) พร้อมสารสนเทศที่ใช้ในการบริหารทรัพยากรกายภาพแนบในแบบจำลอง



ภาพที่ 4.5 วิธีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศตามหลักทฤษฎี

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์ในช่วงการออกแบบส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบของแบบจำลอง เพราะช่วงการออกแบบเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาแบบจำลองซึ่งจะนำไปใช้ในช่วงต่อไปในโครงการก่อสร้าง แบบจำลองถูกพัฒนาตั้งแต่ในช่วง conceptualization แต่แบบจำลองเป็นเพียงโครงร่างเท่านั้น (mass model) จากนั้นแบบจำลองจะถูกพัฒนาให้มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้นจนมีรายละเอียดที่เพียงพอในการนำไปประกวดราคา และสมบูรณ์พร้อมสำหรับใช้ในช่วงการก่อสร้าง ข้อสังเกตประการหนึ่ง คือ สำหรับแบบจำลองประเภทเดียวกันจะมีองค์ประกอบของแบบจำลอง (model elements) และระดับความละเอียดขององค์ประกอบ (Level of detail หรือ Level of development, LOD) แตกต่างกันขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในโครงการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบของแบบจำลอง (model elements)

คู่มือและมาตรฐานของต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ได้แบ่งหมวดหมู่องค์ประกอบของแบบจำลองตามสาขาอาชีพ หรือประยุกต์จากมาตรฐาน Uniformat ของ CSI แบ่งเป็นหมวด A-G เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน องค์ประกอบของแบบจำลองมีทั้งแบบกราฟิก (graphic) และแบบไม่ใช่กราฟิก (non-graphic)

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง

Phase / Deliverables	Inception	Conceptualization	Criteria Definition	Design	Implementation (Construction)	Handover
แบบจำลองที่ดินโครงการ	x				x (Site layout)	x
แบบจำลอง - สถาปัตยกรรม - งานโครงสร้าง - งานระบบ		x (Massing model)	x (สามารถนำไปวิเคราะห์ระบบต่าง ๆ ได้)	x (มีความถูกต้องพร้อมใช้ในการประกวดราคา)		
บัญชีแสดงปริมาณวัสดุ และราคา (Bill of quantities, BOQ)		x (งบประมาณคร่าว ๆ)	x (ใช้ตรวจสอบไม่ให้แต่ละงานเกินงบประมาณ)	x (มีความถูกต้องพร้อมใช้ในการประกวดราคา)		
รายการประกอบแบบแนบในแบบจำลอง				x		

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง

Phase / Deliverables	Inception	Conceptualization	Criteria Definition	Design	Implementation (Construction)	Handover
แผนงานและการวางแผนในการแบ่งช่วงในการก่อสร้าง					x	
แบบก่อสร้าง (Shop drawings)					x	
รายการประกอบชิ้นส่วน					x	
รายการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้โครงการก่อสร้าง					x	
แบบจำลองสิ่งก่อสร้างที่สมบูรณ์ (As-built) พร้อมสารสนเทศที่ใช้ในการบริหารทรัพยากร						x

ตัวอย่างองค์ประกอบของแบบจำลองโดย BIMForum (2015) ซึ่งประยุกต์จาก Uniformat แบ่งหมวดหมู่ A-G โดยมีเลขต่อด้านหลังตัวอักษรเพื่อจำแนกย่อยลงไปในรายละเอียดแต่ละงาน เลขแสดงรายละเอียดมี 2 และ 4 หลัก (เช่น Axx หรือ Axxxx) เลขที่มีจำนวนหลักมากกว่าเป็นองค์ประกอบที่ละเอียดกว่า

ตัวอย่างองค์ประกอบของแบบจำลองของ BIMForum (2015) มีรายละเอียดดังนี้

A: โครงสร้างด้านล่างพื้นดิน (substructure)

A10 ฐานราก (foundations)

A20 สิ่งปกคลุมพื้นดิน (subgrade enclosures)

A40 พื้นวางบนดิน (slabs-on-grade)

B: เปลือกอาคาร (shell)

B10 โครงสร้างเหนือดิน (superstructure)

B20 สิ่งห่อหุ้มอาคารภายนอกแนวตั้ง (exterior vertical enclosures)

B30 สิ่งห่อหุ้มอาคารภายนอกแนวนอน (exterior horizontal enclosures)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

C: โครงสร้างภายใน (interiors)

C10 โครงสร้างงานก่อสร้างภายใน เช่น ผนัง หน้าต่าง ประตู ฝ้า เพดาน (interior construction)

C20 งานตกแต่งภายใน (interior finishes)

D: งานระบบต่าง ๆ (services)

D10 ระบบขนส่ง (conveying) เช่น ลิฟต์ บันไดเลื่อน ลิฟต์ส่งของ ท่อลม

D20 ระบบสุขาภิบาล (plumbing)

D30 ระบบปรับอากาศ (HVAC)

D20 ระบบป้องกันอัคคีภัย (fire protection)

D50 ระบบไฟฟ้า (electrical)

D60 ระบบสื่อสาร (communications)

D70 ระบบรักษาความปลอดภัยระบบไฟฟ้า (electronic safety and security)

D80 ระบบงานอัตโนมัติ (integrated automation)

E: อุปกรณ์ และเครื่องเรือน (equipment & furnishings)

E10 อุปกรณ์ (equipment)

E20 เครื่องเรือน (furnishings)

F: งานก่อสร้างพิเศษและงานรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (special construction & demolition)

F10 งานก่อสร้างพิเศษ (special construction)

F20 การแก้ไขสิ่งก่อสร้าง (facility remediation)

F30 งานรื้อถอน (demolition)

G: โครงการก่อสร้าง (building sitework)

G10 การเตรียมความพร้อมของโครงการก่อสร้าง (site preparation)

G20 การปรับปรุงที่ดิน (site improvements)

G30 สาธารณูปโภคด้านน้ำ และแก๊ส (liquid and gas site utilities)

G40 สาธารณูปโภคไฟฟ้า (electrical site improvements)

G50 ระบบสื่อสาร (site communications)

G90 ด้านอื่น ๆ (miscellaneous site construction)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระดับความละเอียดขององค์ประกอบ (Level of detail หรือ Level of development, LOD)

นอกจากการระบุองค์ประกอบที่จำเป็นของแบบจำลองแล้ว การระบุระดับความละเอียดขององค์ประกอบ (Level of detail หรือ Level of development, LOD) นั้นก็มีความสำคัญมาก เพราะแต่ละช่วงเวลาของโครงการก่อสร้างต้องการรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลองแตกต่างกัน แต่ละประเทศจะมีมาตรฐาน LOD แตกต่างกันออกไป ในสหรัฐอเมริกาได้มีกำหนดมาตรฐาน LOD ออกมาจาก 2 หน่วยงานหลักคือ AIA (2013) และ BIMForum (2015) โดย AIA แบ่ง LOD ออกเป็น 5 ระดับคือ LOD 100 – LOD 500 แต่ละ LOD นั้นถูกระบุใช้งานตามช่วงเวลาของโครงการก่อสร้างแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลาคือ Conceptualization, Criteria Design, Detailed Design, Implementation Documents, Construction แต่ละ LOD มีการระบุว่าควรมีรายละเอียดอะไรบ้างและการใช้งานเป็นอย่างไร รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.2

BIMForum (2015) ระบุนิยามของแต่ละ LOD ตามของ AIA (2008) แต่มีการเพิ่ม LOD 350 รายละเอียดขององค์ประกอบมีความคล้ายคลึง LOD 300 แต่จะเพิ่มรายละเอียดการใช้เพื่อการนำแบบจำลองของแต่ละระบบมาประสานรวมกันเพื่อตรวจสอบการชนกันของวัตถุ

หลังจากกำหนดรายละเอียดของแต่ละ LOD แล้วนั้น AIA (2008) ได้แสดงตัวอย่างตารางการใช้งานระหว่างองค์ประกอบของแบบจำลอง และระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแต่ช่วงเวลาในโครงการก่อสร้าง ในตารางที่ 4.3 นอกจากกำหนดองค์ประกอบของแบบจำลองตาม CSI Uniformat และให้ระบุระดับความละเอียดขององค์ประกอบแล้วยังได้มีการให้ระบุผู้รับผิดชอบในการพัฒนาองค์ประกอบแบบจำลองชิ้นนั้นอีกด้วย ระบุในแถวที่ใช้ชื่อว่า MEA (Model element author)

ตามหลักการใช้งานแล้วการระบุความละเอียดขององค์ประกอบแบบจำลองนั้นไม่จำเป็นต้องระบุเป็น LOD แต่ใช้การอธิบายรายละเอียดในการพัฒนาแบบจำลองแทนยกตัวอย่าง เช่น Singapore BIM Guide (BCA, 2012) ใช้ตารางแนะนำแนวทางการพัฒนาแบบจำลอง แบ่งตามระบบงาน และแบ่งระดับความละเอียดตามช่วงเวลาต่างของโครงการ

ตารางที่ 4.2 รายละเอียด และลักษณะการใช้งานของแต่ละ LOD

LOD	**รายละเอียด**	**ลักษณะการใช้งาน**
100	แบบจำลองเป็นเพียงโครงร่างของสิ่งก่อสร้างโดยรวม บอกลักษณะอาคารเป็นพื้นที่ ความสูง ปริมาตร ตำแหน่ง และทิศทางอย่างคร่าว ๆ อาจพัฒนาเป็นแบบจำลองสามมิติหรือแสดงด้วยเพียงสารสนเทศในรูปแบบอื่นก็ได้	**สำหรับการวิเคราะห์**: สามารถใช้แบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์โดยใช้ปริมาตร พื้นที่ ทิศทางคร่าว ๆ **สำหรับการประมาณราคา**: สามารถใช้แบบจำลองในการประมาณราคาโดยคิดจากปริมาณพื้นที่ ปริมาตร เป็นการประมาณราคาอย่างคร่าว ๆ รู้เพียงค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดหรืออาจทราบค่าใช้จ่ายเป็นต่อหน่วยเช่น ค่าใช่จ่ายของพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดต่อหนึ่งชั้น จำนวนห้องพัก ฯลฯ **สำหรับการวางแผนงานก่อสร้าง**: สามารถใช้แบบจำลองเพื่อหาระยะเวลาของทั้งโครงการ
200	เริ่มมีองค์ประกอบของแบบจำลอง แต่ละองค์ประกอบมีการกำหนดปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางแบบคร่าว ๆ ส่วนสารสนเทศแนบหรือไม่แนบในแบบจำลองก็ได้	**สำหรับการวิเคราะห์**: สามารถนำแบบจำลองมาวิเคราะห์ตามระบบงานต่าง ๆ ได้ **สำหรับการประมาณราคา**: สามารถนำแบบจำลองมาประมาณราคาอย่างคร่าว ๆ ทราบจากปริมาณขององค์ประกอบในแบบจำลองแต่ละชนิด **สำหรับการวางแผนงานก่อสร้าง**: สามารถนำแบบจำลองมาใช้สำหรับการกำหนดลำดับขั้นตอนในการก่อสร้างขององค์ประกอบหลัก
300	องค์ประกอบของแบบจำลองถูกพัฒนาให้มีรายละเอียดมากขึ้น รวมไปถึงมีความแม่นยำในด้านปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทาง	**สำหรับการวิเคราะห์**: สามารถนำแบบจำลองมาใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพต่างได้ทั้งหมดของทุกระบบงาน **สำหรับการประมาณราคา**: สามารถนำ

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) รายละเอียด และลักษณะการใช้งานของแต่ละ LOD

LOD	**รายละเอียด**	**ลักษณะการใช้งาน**
	ส่วนสารสนเทศควรมีการแนบสารสนเทศที่จำเป็นใส่ในแบบจำลอง	แบบจำลองมาใช้ประมาณราคาได้อย่างละเอียดและถูกต้อง **สำหรับการวางแผนงานก่อสร้าง**: สามารถนำแบบจำลองมาใช้เพื่อจัดทำขั้นตอนการทำงานได้อย่างละเอียด **สำหรับการก่อสร้าง**: สามารถนำแบบจำลองมาทำแบบก่อสร้าง และแบบ Shop Drawing
400	องค์ประกอบของแบบจำลองมีความแม่นยำในด้าน ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง ปริมาณ และทิศทาง เพิ่มรายการประกอบแบบ กระบวนการผลิต หรือรายละเอียดการประกอบชิ้นวัสดุ ควรมีการแนบสารสนเทศที่ช่วยในการก่อสร้างเข้าไปในแบบจำลอง	**สำหรับการวิเคราะห์**: สามารถใช้แบบจำลองทำการการวิเคราะห์การทำงานของระบบต่าง ๆ ที่ได้รับการอนุมัติแบบแล้ว **สำหรับการประมาณราคา**: ค่าใช้จ่ายนี้อ้างอิงจากราคาจริงขององค์ประกอบที่มาจากการสั่งซื้อจริง **สำหรับการวางแผนงานก่อสร้าง และการก่อสร้าง**: สามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการทำการแสดงผลเสมือนจริงของขั้นตอนการก่อสร้างทั้งหมด รวมไปถึงวิธีทางวิศวกรรมในการก่อสร้าง
500	องค์ประกอบของแบบจำลองต้องมีรายละเอียดเหมือนสิ่งก่อสร้างจริง และมีความแม่นยำในด้านขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง ปริมาณ และทิศทาง สารสนเทศที่จำเป็นต่อการดูแลอาคารควรมีเข้าไปในแบบจำลอง	สามารถใช้แบบจำลองสำหรับการดูแลรักษาบริหารการใช้งานสิ่งก่อสร้าง

ในหัวข้อที่ 4.2.1 นี้ ผู้วิจัยได้รวบรวม และสรุปกระบวนการออกแบบตามแนวคิด BIM จากคู่มือและมาตรฐานต่าง ๆ สรุปรายละเอียดของกระบวนการออกมาเป็น 4 เรื่องคือ (1) การใช้ประโยชน์จากแนวคิด BIM ในช่วงออกแบบ (2) ขั้นตอนในการทำงาน (3) การสื่อสาร และแลกเปลี่ยนสารสนเทศ และ (4) ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง จากรายละเอียดทำให้สามารถสรุปกระบวนการออกแบบในแนวคิด BIM มาใช้ที่พบได้ตามมาตรฐานและคู่มือดังแสดงในภาพที่ 4.6 ใช้แผนภาพ BPMN ในการอธิบายกระบวนการโดยรวมเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

4.2.2 กระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ในทางปฏิบัติ

จากการสัมภาษณ์ผู้พัฒนาโครงการ (project developer) ผู้ออกแบบ (architect/ engineer) ผู้รับจ้างก่อสร้าง (contractor) และ ที่ปรึกษาโครงการ (construction management) รวมไปถึงการสังเกตโครงการก่อสร้างซึ่งนำแนวคิด BIM มาใช้ในช่วงออกแบบ (รายละเอียดของบทสัมภาษณ์รวบรวมไว้ในภาคผนวก ข) พบว่ารูปแบบการทำงานนั้นแตกต่างจากในทางอุดมคติหรือทางทฤษฎีมาก ไม่ว่าจะเป็นในด้านกระบวนการทำงาน วิธีการส่งผ่านข้อมูล และผลลัพธ์ ความแตกต่างเริ่มตั้งแต่การนำ BIM Use มาใช้ เพราะในปัจจุบันยังไม่มีบริษัทใดสามารถนำ BIM Use มาใช้ครบทุกตัวตามที่กล่าวในทฤษฎี และอย่างที่ได้เคยกล่าวไว้ว่า BIM Use มีผลต่อรูปแบบและรายละเอียดของกระบวนการทำงาน

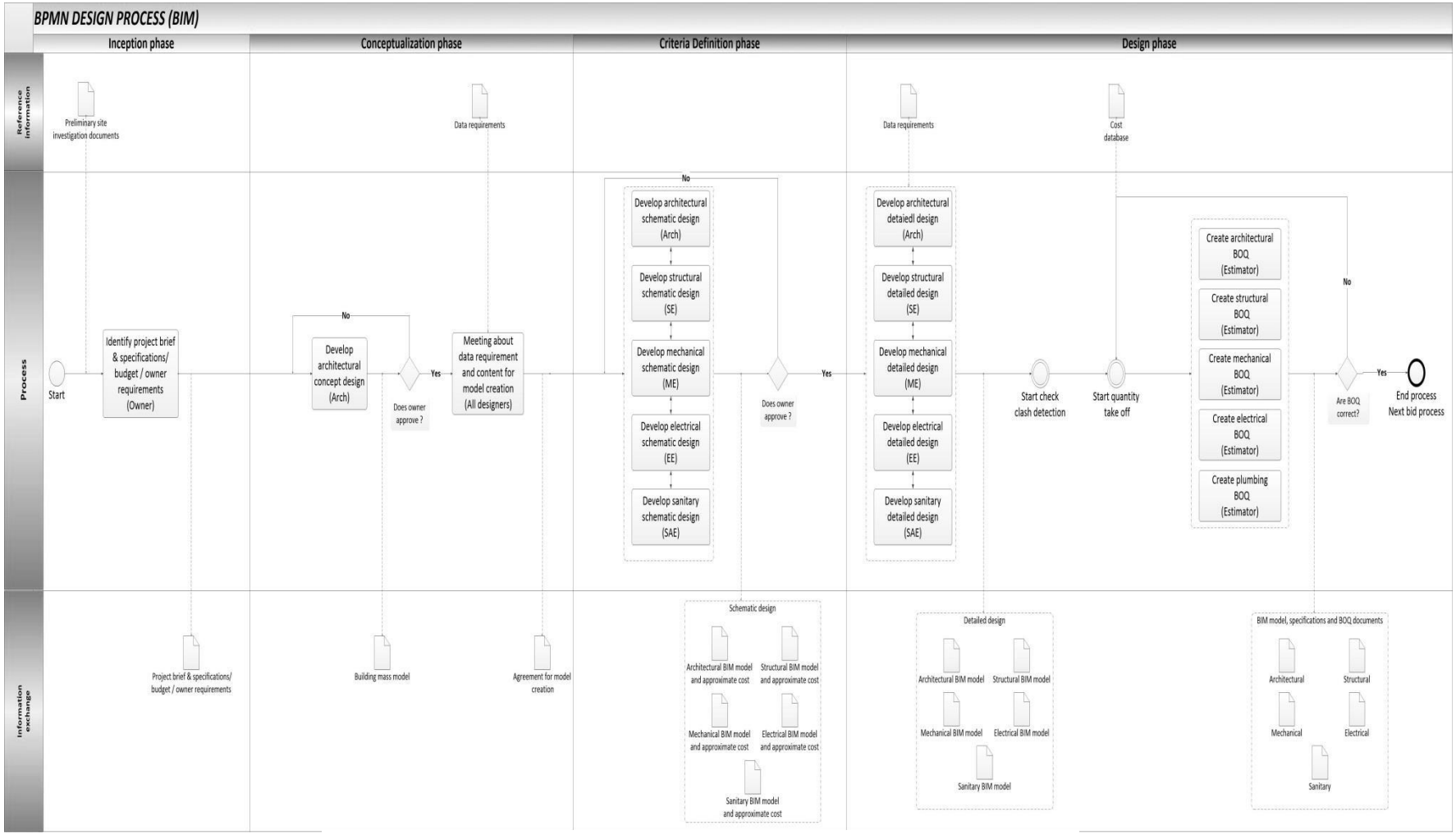
การใช้ประโยชน์จาก BIM ช่วงออกแบบ (BIM Use for the design phase)

BIM Use ในแต่ละบริษัทนั้นแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานว่าใช้เพื่ออะไร โดยขึ้นอยู่กับบทบาทของบริษัทนั้น ๆ ในโครงการก่อสร้าง เช่น หากเป็นเจ้าของโครงการวัตถุประสงค์หลักคือ การควบคุมค่าใช้จ่าย หรือการพัฒนาสารสนเทศที่ใช้ในการดูแลสิ่งก่อสร้าง หากเป็นผู้ออกแบบนั้นวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อการพัฒนาคุณภาพในการออกแบบ หรือเพื่อช่วยให้เจ้าของโครงการเห็นภาพหรือเข้าใจในแบบก่อสร้างมากขึ้น ในส่วนของผู้รับจ้างที่เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบก็ต่อเมื่อโครงการก่อสร้างใช้การจัดจ้างแบบ Design–Build วัตถุประสงค์ของผู้รับจ้างคือ เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นหากแบบก่อสร้างมีการผิดพลาด ตารางที่ 4.4 สรุปวัตถุประสงค์ของการนำ BIM มาใช้ ประกอบด้วย 8 วัตถุประสงค์คือ

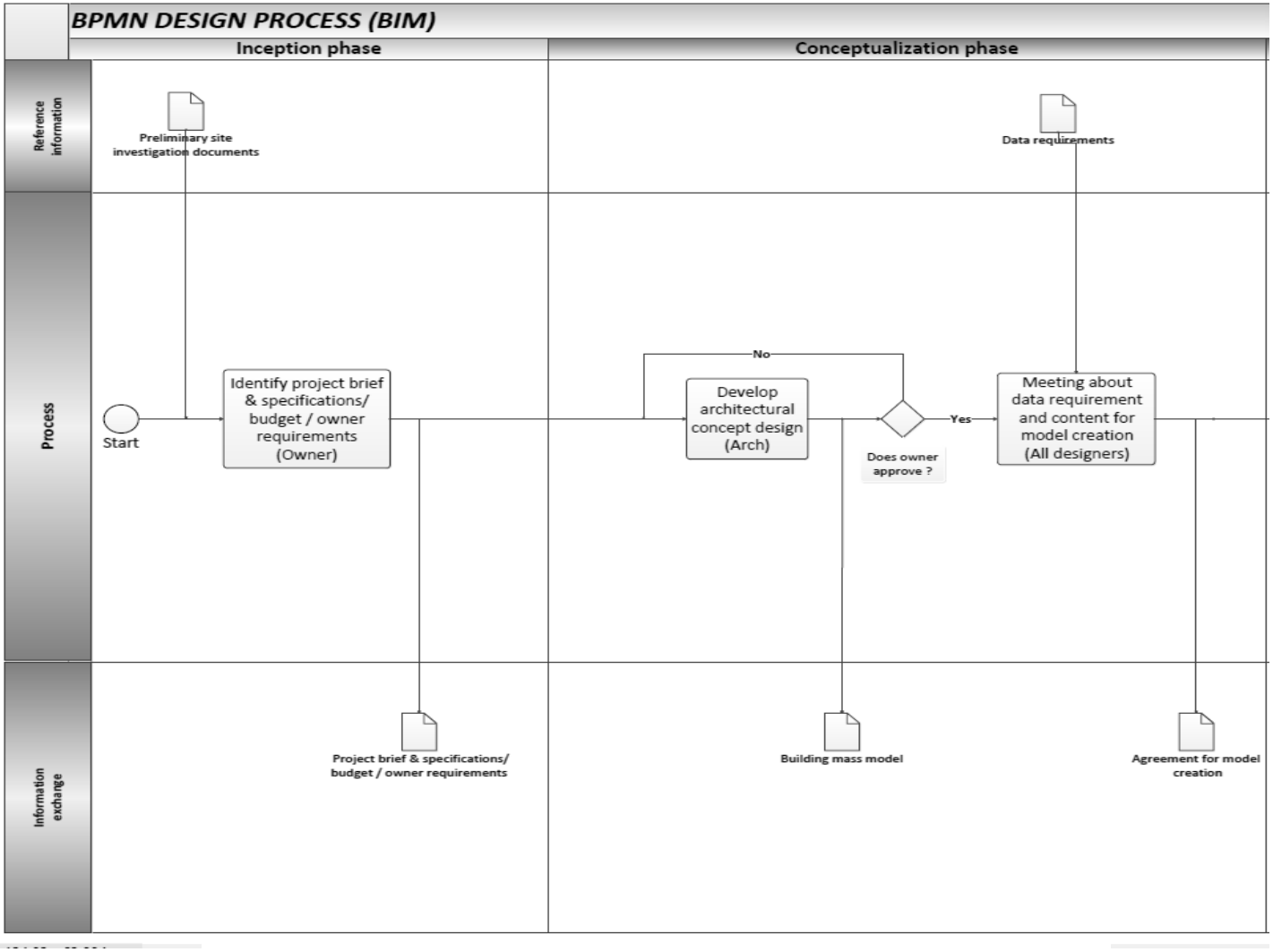
- พัฒนาสารสนเทศที่ใช้ในการดูแลสิ่งก่อสร้าง (improve facility data after building turnover)
- พัฒนาระบบการควบคุมค่าใช้จ่าย (improve budget control)
- พัฒนาคุณภาพของการออกแบบ (improve design quality)
- พัฒนาการมองภาพหรือการสื่อสารในโครงการ (improve visualization in project)
- ลดการเปลี่ยนแปลงแบบหรือการสอบถามแบบที่ไม่ชัดเจน (reduce request for information (RFIs) and change orders)
- ลดการใช้พลังงานในสิ่งก่อสร้าง (reduce energy use)
- พัฒนาคุณภาพในการก่อสร้าง (improve construction quality)
- ลดเวลาของการก่อสร้างที่ล่าช้า (reduce construction delay)

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบแบบจำลองและการระบุระดับความละเอียดขององค์ประกอบ (AIA, 2008)

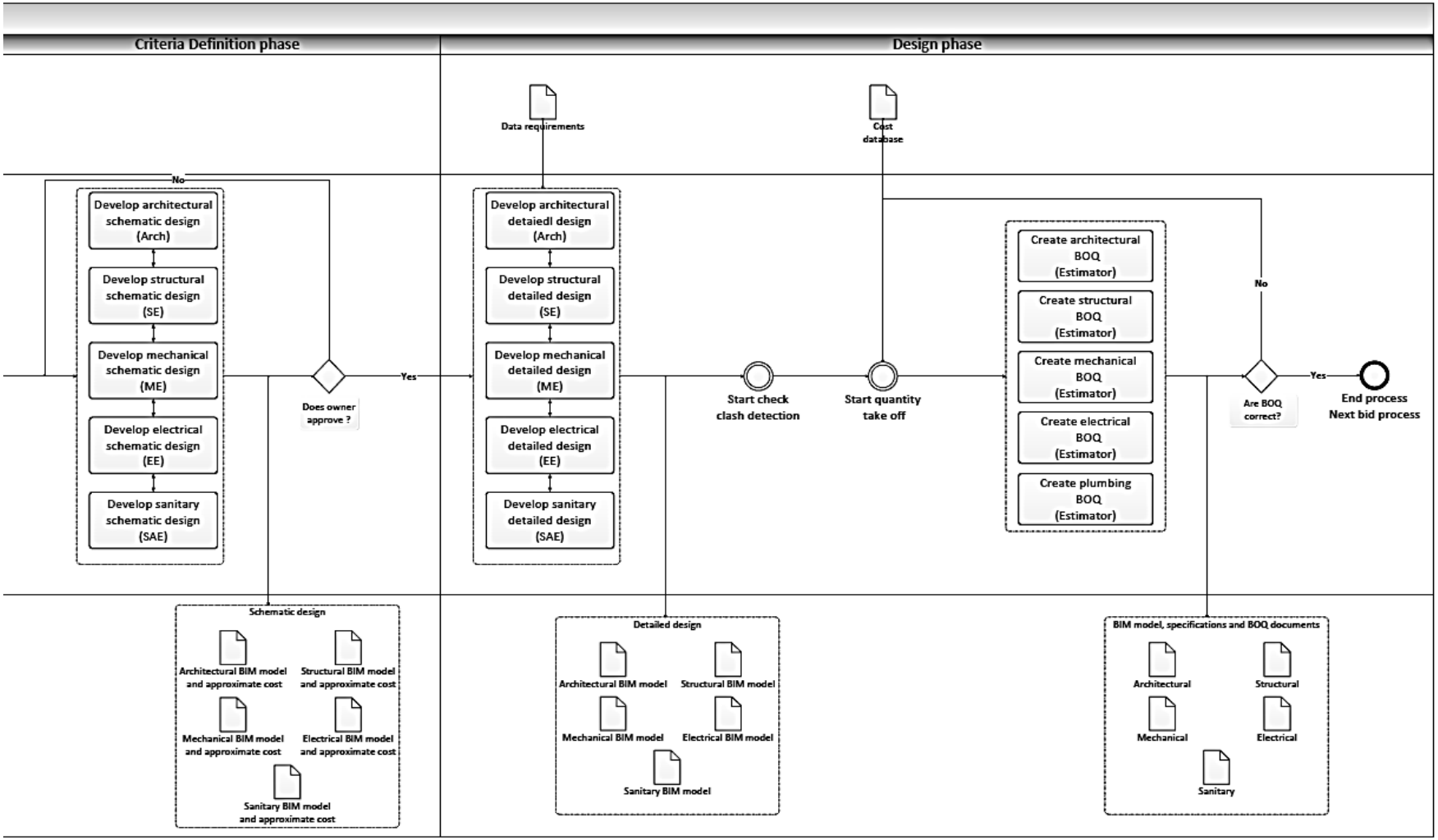
§ 4.3 Model Element Table *Identify (1) the LOD required for each Model Element at the end of each phase, and (2) the Model Element Author (MEA) responsible for developing the Model Element to the LOD identified.* *Insert abbreviations for each MEA identified in the table below, such as "A – Architect," or "C – Contractor."* *NOTE: LODs must be adapted for the unique characteristics of each Project.*					Conceptualization		Criteria Design		Detailed Design		Implementation Documents		Construction				Note Number (See 4.4)
Model Elements Utilizing CSI UniFormat™					LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	
A SUBSTRUCTURE	A10	Foundations	A1010	Standard Foundations	100		200		300		400		500				
			A1020	Special Foundations	100		100		300		400		500				
			A1030	Slab on Grade	100		200		300		400		500				
	A20	Basement Construction	A2010	Basement Excavation	100		200		300		300		500				
			A2020	Basement Walls	100		200		300		400		500				
B SHELL	B10	Superstructure	B1010	Floor Construction	100		200		300		300		500				
			B1020	Roof Construction	100		200		300		300		500				
	B20	Exterior Enclosure	B2010	Exterior Walls	100		200		300		400		500				
			B2020	Exterior Windows	100		200		300		400		500				
			B2030	Exterior Doors	100		200		300		400		500				
	B30	Roofing	B3010	Roof Coverings	100		200		300		300		500				
			B3020	Roof Openings	100		200		300		300		500				
C INTERIORS	C10	Interior Construction	C1010	Partitions	100		200		300		400		500				
			C1020	Interior Doors	100		200		300		400		500				
			C1030	Fittings	100		100		300		400		500				
	C20	Stairs	C2010	Stair Construction	100		200		300		400		500				
			C2020	Stair Finishes	100		100		100		100		500				
	C30	Interior Finishes	C3010	Wall Finishes	100		100		100		100		500				
			C3020	Floor Finishes	100		100		100		100		500				
			C3030	Ceiling Finishes	100		100		100		100		500				



ภาพที่ 4.6 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติตามทฤษฎี



ภาพที่ 4.7 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติตามทฤษฎี (ขยาย)



ภาพที่ 4.7 (ต่อ) กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติตามทฤษฎี (ขยาย)

ในการนำ BIM Use มาใช้นั้นต้องตอบสนองวัตถุประสงค์หลักของแต่ละบริษัทที่ตั้งไว้ก่อน เพราะการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานทั้งหมดให้สอดคล้องกับแนวคิด BIM นั้นเป็นไปได้ยากในปัจจุบัน เนื่องจากปัญหาด้านบุคลากรและค่าใช้จ่าย เพราะฉะนั้นแต่ละบริษัทที่เริ่มต้นใช้ BIM ควรจะต้องค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานทีละส่วนโดยมองจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือเพื่อลดปัญหาที่สำคัญที่เกิดขึ้นในปัจจุบันก่อน

จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ BIM Use พบว่า BIM Use ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ design authoring และ visualization หรือ design reviews ผู้วิจัยได้สรุป BIM Use ที่นิยมใช้กันในตารางที่ 4.5 มี BIM Use ที่ใช้ในปัจจุบันอยู่ทั้งหมด 8 ตัวคือ

- การเพิ่มข้อมูลหรือสารสนเทศในแบบจำลอง (record model)
- การประมาณราคา (cost estimation)
- การพัฒนาแบบจำลอง (design authoring)
- การมองภาพหรือการตรวจทานแบบจำลอง (visualization/ design reviews)
- การตรวจสอบการชนกันของวัตถุ (3D coordination/ clash detection)
- การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (engineer analysis)
- การวิเคราะห์การใช้พลังงาน (energy analysis)
- การวางแผนการก่อสร้าง (scheduling/ phase planning)

ในปัจจุบันยังไม่มีองค์กรใดนำ BIM Use มาใช้ครบทุกตัวตามที่กล่าวในทฤษฎี โดยองค์กรที่ร่วมโครงการวิจัยได้ให้เหตุผลดังนี้

(1) กระบวนทำงานแบบเดิมมีประสิทธิภาพดีอยู่แล้ว

(2) การเริ่มต้นเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ทำให้เสียเวลา และค่าใช้จ่าย

(3) BIM Use บางตัวไม่สอดคล้องกับกระบวนการทำงาน หรือวัฒนธรรมการทำงาน เช่น เรื่องการวิเคราะห์พลังงานเป็นตัวที่ในปัจจุบันยังไม่จำเป็นต้องใช้

(4) ยังไม่แน่ใจว่าการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ จึงเริ่มใช้ BIM Use ตัวที่ใช้ได้ง่ายและไม่กระทบการทำงานหลัก

รายละเอียดของกระบวนการออกแบบอาคารที่นำ BIM มาใช้ในทางปฏิบัติ

(1) ขั้นตอนการทำงาน (work flow)

ขั้นตอนการทำงานจริงแตกต่างกับขั้นตอนทางทฤษฎีเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประเด็นหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย ทั้งนี้เนื่องจากความไม่พร้อมของแต่ละฝ่าย หรือรูปแบบสัญญาการจัดจ้าง จากการสัมภาษณ์ฝ่ายต่าง ๆ และการสังเกตการณ์ในโครงการก่อสร้างที่มีการนำ BIM มาใช้ในช่วงออกแบบอาคาร พบว่าแต่ละฝ่ายนั้นทราบเพียงขั้นตอนการทำงานเฉพาะที่ตนเองรับผิดชอบเท่านั้น ดังนั้นการสรุปขั้นตอนการทำงานทั้งหมดนี้จึงได้จากการนำมุมมองของแต่ละฝ่ายมารวมกัน ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานตามมุมมองของแต่ละฝ่ายได้ดังนี้

ผู้พัฒนาโครงการ (project developer)

จากการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์บริษัทของผู้พัฒนาโครงการ 1 2 และ 3 ประเด็นแรกที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนคือ กระบวนการออกแบบจะมีฝ่ายที่เข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น ในที่นี้ขอเรียกว่าที่ปรึกษาเรื่อง BIM (BIM consultant) เนื่องจากผู้พัฒนาโครงการส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในการนำแนวคิด BIM มาใช้ อีกทั้งยังต้องการให้วางรากฐานในการใช้ BIM ในองค์กรเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด

หน้าที่หลักของ BIM consultant คือ การให้คำปรึกษาในด้านการเลือกใช้ทรัพยากรให้เหมาะสมกับการใช้งาน การอบรมและให้ความรู้ในการใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง และการจัดทำคู่มือหรือการแนะแนวทางในนำแนวคิด BIM มาปฏิบัติในโครงการก่อสร้าง (Project execution Plan) คู่มือนี้มีความสำคัญมากเพราะเปรียบเสมือนคู่มือที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างยึดเป็นหลักปฏิบัติ

การจัดทำคู่มือนั้นควรเริ่มทำเป็นอันดับแรกก่อนเริ่มโครงการก่อสร้างมีเนื้อหาหลัก คือ

- BIM Use workshop (เพื่อกำหนด BIM Use ที่ใช้ในโครงการ)
- BIM Use description (อธิบายลักษณะของแต่ละ BIM Use)
- BIM phase process design
- Level of development (LOD)
- BIM modeling process (quality control, project coordinate, linked file)
- BIM platforms (software, version software, add-ins)
- Meeting schedule (ควรมีการจัดประชุมในเรื่องใดบ้างใครมีส่วนเกี่ยวข้อง)

ตารางที่ 4.4 วัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ของแต่ละบริษัทในปัจจุบัน (* ● วัตถุประสงค์ในปัจจุบัน, o วัตถุประสงค์ในอนาคต)

Objective / Company	Improve facility data after building turnover	Improve budget control	Improve design quality	Improve visualization in project	Reduce request for information & change order	Reduce energy use	Improve construction quality	Reduce construction delay
เจ้าของโครงการ 1	O							
ผู้พัฒนาโครงการ 1	O	●			●			
ผู้พัฒนาโครงการ2	O	●			●			
ผู้พัฒนาโครงการ 3	O	●	●	●	●		O	O
ผู้ออกแบบ 1		●	●	●	●	●		
ผู้ออกแบบ 2			●	●				
ผู้ออกแบบ 3			●	●				
ที่ปรึกษาโครงการ 1		●			●		●	●
ที่ปรึกษาโครงการ 2							●	●
ที่ปรึกษาโครงการ 3	ใช้เพื่อส่ง As-Built model ตามสัญญาระบุ							
ผู้รับจ้าง 1				●			●	●
ผู้รับจ้าง 2				●			●	●
ผู้รับจ้าง 3					●		●	●
ผู้รับจ้าง 4					●		●	●

ตารางที่ 4.5 การนำ BIM use มาใช้ของแต่ละบริษัทในปัจจุบัน

BIM Use / Company	Record model	Cost estimation	Design authoring	Design reviews	3D coordination	Engineer analysis	Energy analysis	Scheduling/ Phase planning
เจ้าของโครงการ 1		●		●	●			
ผู้พัฒนาโครงการ 1		●		●				
ผู้พัฒนาโครงการ 2		●		●				
ผู้พัฒนาโครงการ 3	●	●	●	●	●			
ผู้ออกแบบ 1			●	●	●	●	●	
ผู้ออกแบบ 2			●	●				
ผู้ออกแบบ 3			●	●			●	
ที่ปรึกษาโครงการ 1	●	●	●	●	●			●
ที่ปรึกษาโครงการ 2				●				
ที่ปรึกษาโครงการ 3	●							
ผู้รับจ้าง 1	●	●	●	●	●			●
ผู้รับจ้าง 2	●	●	●	●	●			●
ผู้รับจ้าง 3	●				●			
ผู้รับจ้าง 4		●			●			

ขั้นตอนการทำงาน คือ ก่อนเริ่มต้นโครงการมีการประชุมกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดทำคู่มือที่ใช้ในโครงการ มีการวางรูปแบบ (set template) ของแบบจำลองเพื่อให้งานต่อการนำมาใช้งาน ในช่วงออกแบบผู้ออกแบบบางกลุ่มยังไม่สามารถพัฒนาแบบจำลอง BIM เองได้จึงได้มีการจ้างนักพัฒนาแบบจำลอง (modeler) ภายนอกเพื่อพัฒนาแบบจำลองให้แก่ผู้ออกแบบ ระหว่างการออกแบบนั้นฝ่ายบริหารงานก่อสร้าง (CM) หรือวิศวกรโครงการทางผู้พัฒนาที่ดินให้ผู้ออกแบบแต่ละระบบส่งแบบจำลองมาเพื่อตรวจสอบการชนกันของวัตถุ หากพบปัญหาหรือข้อขัดแย้งมีการบันทึกไว้จากนั้นจะมีการประชุมเพื่อบอกปัญหาที่เกิดขึ้นและหาวิธีการแก้ปัญหาต่อไป

ผู้ออกแบบ (architect/ engineer)

จากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ออกแบบ 3 บริษัท ผู้ออกแบบทางด้านงานวิศวกรรม (ผู้ออกแบบ 1) ผู้ออกแบบทางสถาปัตยกรรม (ผู้ออกแบบ 2) และผู้ออกแบบงานระบบ (ผู้ออกแบบ 3) จากการสัมภาษณ์พบว่าทุกบริษัทยังไม่มีการใช้แนวคิด BIM กับทุกโครงการ แต่จะใช้แนวคิดนี้เฉพาะโครงการที่เจ้าของโครงการกำหนดให้ส่งแบบจำลอง BIM เท่านั้น ผู้ออกแบบของทั้งสามบริษัทจะไม่ใช่ผู้พัฒนาแบบจำลองโดยตรง แต่ได้มอบหมายหน้าที่การพัฒนาแบบจำลองนี้ให้แก่ผู้พัฒนาแบบจำลอง (Modeler) ซึ่งผู้พัฒนาแบบจำลองนั้นมีทั้งแบบจ้างจากหน่วยงานภายนอกและเป็นบุคลากรภายในบริษัท โดยผู้ออกแบบ 1 และ 2 มีผู้พัฒนาแบบจำลองภายในบริษัท และมีการจัดตั้งฝ่ายดำเนินงาน BIM ภายในบริษัท ผู้พัฒนาแบบจำลองในที่นี้ คือ พนักงานเขียนแบบ (draft man) ในอดีต แต่ผู้ออกแบบ 3 นั้นได้ว่าจ้างหน่วยงานภายนอกในการพัฒนาแบบจำลอง กระบวนการออกแบบสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

(1) สถาปนิกส่งแบบโครงร่างให้แก่เจ้าของโครงการตรวจสอบ และอนุมัติแบบ

(2) เมื่อเจ้าของโครงการอนุมัติแบบโครงร่าง สถาปนิกพัฒนาแบบ 2 มิติที่มีรายละเอียดมากขึ้น

(3) เมื่อสถาปนิกพัฒนาแบบ 2 มิติเสร็จสิ้น สถาปนิกดำเนินการส่งแบบ 2 มิตินี้ให้แก่วิศวกรผู้ออกแบบด้านต่าง ๆ เพื่อทำการพัฒนาแบบ 2 มิติด้านต่าง ๆ

(4) เมื่อวิศวกรออกแบบพัฒนาแบบ 2 มิติเสร็จสิ้น วิศวกรผู้ออกแบบดำเนินการส่งแบบ2 มิติให้ผู้พัฒนาแบบจำลองดำเนินการพัฒนาแบบจำลอง

(5) เมื่อผู้พัฒนาแบบจำลองดำเนินการพัฒนาแบบจำลองเสร็จสิ้น จะดำเนินการตรวจสอบรายละอียดของแบบและตรวจสอบการชนกันของวัตถุ

(6) ผู้พัฒนาแบบจำลองแจ้งปัญหาไปยังผู้ออกแบบ ผู้ออกแบบทำการประชุมเพื่อแก้ไขแบบที่มีปัญหาโดยใช้แบบจำลองในการประชุมเพื่อให้ทุกฝ่ายเห็นภาพตรงกัน

(7) เมื่อผู้ออกแบบทำการแก้ไขแบบ 2 มิติ จากนั้นทำการส่งแบบ 2 มิติให้แก่ผู้พัฒนาแบบจำลองเพื่อแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้อง หลังจากการแก้ไขแบบจำลองเสร็จสิ้น ผู้ออกแบบทำการส่งแบบจำลองให้แก่เจ้าของโครงการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ผู้รับจ้างก่อสร้าง (contractor)

จากการสัมภาษณ์ผู้รับจ้างก่อสร้างจำนวน 4 บริษัท พบว่าผู้รับจ้างก่อสร้าง 1 2 และ 3 ใช้แนวคิด BIM ในกระบวนการออกแบบ ข้อสังเกตที่สำคัญคือขั้นตอนการทำงานในแต่ละโครงการมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับบทบาทและความรับผิดชอบที่ถูกระบุในสัญญาการจัดจ้าง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ การจัดจ้างแบบ Design-Build และการจัดจ้างแบบ Design-Bid-Build โดยมีรายละเอียดดังนี้

กรณีที่ใช้การจัดจ้างแบบ Design-Build

การจัดจ้างรูปแบบนี้ทำให้ผู้รับจ้างก่อสร้างเข้ามามีบทบาทในช่วงออกแบบเพราะผู้ออกแบบเป็นฝ่ายหนึ่งภายในบริษัทผู้รับจ้างก่อสร้าง กระบวนการออกแบบเริ่มจากสถาปนิกร่างแบบใช้โปรแกรมหรือร่างแบบใส่กระดาษ คร่าว ๆ แล้วจึงค่อยพัฒนาแบบจำลองที่มีรายละเอียดมากขึ้น จากนั้นทำการส่งแบบจำลองให้ทางฝ่ายออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้าง และงานระบบการออกแบบ 2 มิตินี้เริ่มทำการออกแบบพร้อมกัน และใช้การรวมแบบจำลองเป็นระยะเพื่อตรวจสอบการชนกันของวัตถุ การพูดคุยโต้ตอบแบบตามเวลาจริง (real time) ใช้ช่องทางการพูดคุยออนไลน์ภายในบริษัท ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ผู้รับจ้างก่อสร้าง 2 มีขั้นตอนการพัฒนาแบบแตกต่างจากอีกสองที่คือ ผู้ออกแบบเป็นผู้พัฒนาแบบจำลองโดยตรง แต่มี BIM modeler ช่วยในการสร้างองค์ประกอบแบบจำลองที่มีรูปร่างลักษณะเฉพาะ ผู้รับจ้างก่อสร้าง 2 กล่าวว่าการให้ผู้ออกแบบพัฒนาแบบจำลองเองทำให้แบบจำลองมีคุณภาพมากอีกทั้งยัง

ประหยัดเวลาในการแก้ไขแบบในช่วงเริ่มก่อสร้างได้อีกด้วยเพราะคนที่เข้าใจแบบจำลองที่ดีที่สุดก็คือผู้ออกแบบ

กรณีที่ใช้การจัดจ้างแบบ Design-Bid-Build

ในกรณีการจัดจ้างประเภทนี้บริษัทที่ออกแบบและก่อสร้างเป็นคนละบริษัท ผู้รับจ้างก่อสร้างเข้ามามีส่วนร่วมภายหลังได้รับเลือกแล้ว เมื่อได้แบบเพื่อประกวดราคา (ส่วนใหญ่แบบที่ได้เป็นแบบ 2 มิติที่มาในรูปแบบ CAD หรือพิมพ์เขียว) ผู้รับจ้างก่อสร้างจะนำแบบมาพัฒนาแบบจำลองขึ้นใหม่ทั้งหมดเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบ จากนั้นพิจารณาว่าโครงสร้างมีความซับซ้อนมากหรือไม่ หากมีความซับซ้อนมากจะทำการพัฒนาแบบจำลองให้มีความละเอียดที่เพียงพอในการทำขั้นตอนการก่อสร้างเชิงเทคนิค (technical construction) เพราะต้องทำรายละเอียดการก่อสร้างส่งแก่เจ้าของโครงการ อีกทั้งนำแบบจำลองที่พัฒนามาเพื่อใช้หาปริมาณของวัสดุคร่าว ๆ และเมื่อการประกวดราคาเสร็จสิ้นลงทางเจ้าของโครงการอาจมีการระบุในสัญญาให้ผู้รับจ้างก่อสร้างพัฒนาแบบจำลองเสมือนสิ่งก่อสร้างจริง (As-built model) ส่งหลังการก่อสร้างเสร็จสิ้น

<u>ที่ปรึกษาโครงการ (CM)</u>

ในปัจจุบันบริษัทที่ปรึกษาโครงการที่นำ BIM เข้ามาใช้นั้นน้อยมาก เพราะต่างคิดว่าไม่มีประโยชน์ต่อการทำงานในฐานะที่ปรึกษาโครงการ จากการสัมภาษณ์บริษัทที่ปรึกษาโครงการ 1 และ ที่ปรึกษาโครงการ 2 ทำให้พบว่าบทบาทหน้าที่ของที่ปรึกษาโครงการในช่วงออกแบบแตกต่างกันมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือความรู้เรื่อง BIM ของแต่ละบริษัท ที่ปรึกษาโครงการ 1 นั้นมีแผนก BIM ภายในบริษัทเพราะนอกจากบริษัทนี้รับเป็นที่ปรึกษาโครงการแล้วยังรับจ้างก่อสร้างอีกด้วย การใช้แนวคิด BIM นั้นใช้เฉพาะกับโครงการที่มีความซับซ้อนในการก่อสร้างมาก นำแบบจากผู้ออกแบบมาส่งให้มาทางแผนก BIM ภายในบริษัทเพื่อพัฒนาแบบจำลอง และทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ หากพบปัญหาจะทำการบันทึกแบบที่มีปัญหาและส่งกลับไปให้ผู้ออกแบบแก้ไข การพัฒนาแบบจำลองมีวัตถุประสงค์หลักคือการทำแบบก่อสร้าง (shop drawing) ส่วนที่ปรึกษาโครงการ 2 มีบทบาทในช่วงการออกแบบแค่เพียงการเข้าประชุมแก้ไขแบบ

เพื่อทำการบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น และอธิบายว่าในการแก้ไขแบบนี้กระทบต่อการก่อสร้างอย่างไร หรือการแก้ไขนี้ทำให้การก่อสร้างเป็นไปได้หรือไม่

(2) วิธีการสื่อสาร หรือแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange)

การแลกเปลี่ยนสารสนเทศของแต่ละฝ่ายนั้นยังคงใช้วิธีแบบเดิมอยู่นั้นก็คือ การแลกเปลี่ยนทางออนไลน์ทั่วไปไม่มีการสอบถามหรือหารือเรื่องออกแบบตามเวลาออกแบบจริง (real-time sharing) และไม่มีการจัดทำฐานข้อมูลกลางหรือแบบจำลองกลางเพื่อให้ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงสารสนเทศทุกตัวได้ตลอดเวลา แต่จะเห็นแบบจำลองร่วมกันในช่วงการประชุมแก้ไขแบบเท่านั้น

(3) ผลลัพธ์ (deliverables, Outcome)

ในช่วงออกแบบผลลัพธ์ที่ได้ส่วนใหญ่ยังคงรูปแบบเดิม แต่จะมีแบบจำลอง BIM เพิ่มเข้ามาตามที่เจ้าของโครงการระบุไว้ในสัญญา แต่หากเจ้าของโครงการต้องการส่งมอบแบบจำลองให้แก่ผู้รับจ้างก่อสร้าง ทางเจ้าของโครงการต้องทำการตกลงหรือระบุในสัญญาว่าผู้ออกแบบต้องทำการส่งมอบแบบจำลองต่อให้แก่ผู้รับจ้างก่อสร้าง เพราะผู้ออกแบบถือว่าแบบจำลองเป็นลิขสิทธิ์งานของทางผู้ออกแบบ ฉะนั้นหากต้องการมอบแบบจำลองนี้ให้แก่ผู้รับจ้างก่อสร้าง ทางเจ้าของโครงการต้องมีการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการจัดทำแบบจำลอง

ในส่วนของระดับความละเอียดของแบบลองนั้นขึ้นอยู่กับมูลค่าของสิ่งก่อสร้าง และความซับซ้อนในการก่อสร้าง หรือขึ้นอยู่กับเจ้าของโครงการที่ระบุในสัญญา จากการสัมภาษณ์พบว่าทุกบริษัทระบุความละเอียดของงานตามหน่วยงาน AIA (2008) เป็นหลัก มีรายละเอียดโดยรวมดังนี้ หากเป็นสิ่งก่อสร้างทั่วไปใช้ LOD 100 ในช่วงก่อนการออกแบบ LOD 200 ในช่วงออกแบบ และใช้ LOD 300 ในช่วงการก่อสร้าง ถึงแม้จะบอกว่าใช้ LOD เท่าไรในช่วงใดก็ยังมีการประยุกต์ระดับรายละเอียดเองเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน ผู้รับจ้างก่อสร้าง 1 ได้กล่าวถึงระดับความละเอียดขององค์ประกอบแบบจำลองไว้ว่าการพัฒนาความละเอียดในแบบจำลองนั้นต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ในช่วงนั้น ๆ ว่ามีความจำเป็นมากน้อยเพียงใด คุ้มค่ากับเวลาและค่าใช้จ่ายที่เสียไปหรือไม่

แบบจำลองงานโครงสร้าง ไม่นิยมวาดเหล็กเสริมใส่ในแบบจำลอง เพราะการวาดเหล็กเสริมในแบบจำลองทำให้โปรแกรมทำงานช้าลง และการทำงานในปัจจุบันยังมีการใช้แบบ 2 มิติในการทำแบบก่อสร้างอยู่จึงไม่ควรเสียเวลาทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน ด้านงานโครงสร้างเหล็กจะไม่ลงรายละเอียดไปถึงตะปู น๊อต หรือรอยเชื่อม แบบจำลองงานระบบส่วนใหญ่วาดเพียงท่อน้ำดีน้ำเสีย ไฟเตือนภัย เพราะสายไฟสามารถเดินให้หลบกับงานระบบอื่น ๆ ที่หน้างานจึงไม่วาดสายไฟเพื่อประหยัดเวลา ในส่วนของแบบจำลองสถาปัตยกรรมเครื่องเรือนหรือครุภัณฑ์ในสิ่งก่อสร้างไม่มีการระบุลงไปในแบบจำลอง แต่หากสิ่งก่อสร้างที่มีความซับซ้อนมากแบบจำลองอาจมีการใส่เหล็กเสริมเพื่อตรวจสอบเรื่องการก่อสร้าง

จากการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์ในโครงการก่อสร้างที่มีการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบ สามารถสรุปรูปแบบของกระบวนการออกแบบที่ออกมาโดยใช้แผนภาพ BPMN ดังในภาพที่ 4.8 กระบวนการออกแบบนี้ใช้ประเภทการจัดจ้างแบบ Design Bid Build และกระบวนการนี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งเท่านั้นเนื่องจากแต่ละโครงการมีรูปแบบ และรายละเอียดของกระบวนการที่แตกต่างกันออกไป รูปแบบที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันคือ ในช่วงออกแบบผู้ออกแบบทำงานในรูปแบบเดิม ผลิตแบบ 2 มิติแล้วส่งแบบนี้ต่อให้ผู้พัฒนาแบบจำลองหรือที่เรียกว่า BIM Modeler พัฒนาแบบจำลอง BIM ต่อไป จากนั้นทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ ในระหว่างนี้หากเกิดปัญหาเกี่ยวกับแบบ จะทำการนัดประชุมระหว่างผู้ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การตรวจสอบการชนกันของวัถตุในช่วงออกแบบเลือกชิ้นส่วนที่มีปัญหามากเป็นหลักเช่น ท่อและโครงสร้างหลักของอาคาร ในขั้นตอนการตรวจสอบการชนกันของวัตถุนั้นเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง หรือตัวแทนของเจ้าของโครงการ ส่วนขั้นตอนในการประมาณราคาควรทำอย่างละเอียดในช่วงที่แบบจำลองมีการตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้วเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด กระบวนการในลักษณะนี้ก็ยังมีปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานโดยเกิดปัญหาดังนี้

ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนลักษณะนี้

(1) ผู้ออกแบบไม่แก้ไขแบบจำลองตามที่ตกลงไว้ในการประชุมครั้งก่อน และไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อนส่งงาน

(2) ผู้ออกแบบไม่ส่งแบบจำลองที่ปรับแก้แล้วให้แก่ทุกฝ่ายจึงทำให้เกิดความเข้าใจในแบบที่ไม่ตรงกัน

(3) สืบเนื่องจากข้อ 2 ทำให้แต่ละฝ่ายไม่สามารถตรวจสอบแบบจำลองของระบบอื่น ๆ ได้ องค์ประกอบบางชนิดในแบบจำลองไม่สามารถระบุว่าเป็นความรับผิดชอบของใคร ยกตัวอย่าง เช่น ในโครงการหนึ่งในแบบจำลองไม่มีบ่อหน่วงน้ำเพราะวิศวกรงานโครงสร้างและงานระบบต่างฝ่ายต่างคิดว่าเป็นหน้าที่อีกฝ่าย

(4) ผู้ออกแบบไม่ได้พัฒนาแบบจำลองด้วยตนเอง บางครั้งแบบจำลองที่ผู้พัฒนาแบบพัฒนาขึ้นไม่ได้เป็นแบบที่ผู้ออกแบบต้องการ และข้อมูลการแก้ไขแบบจำลองตกหล่นเพราะผู้ออกแบบไปสื่อสารผิดพลาดแก่ผู้พัฒนาแบบจำลอง

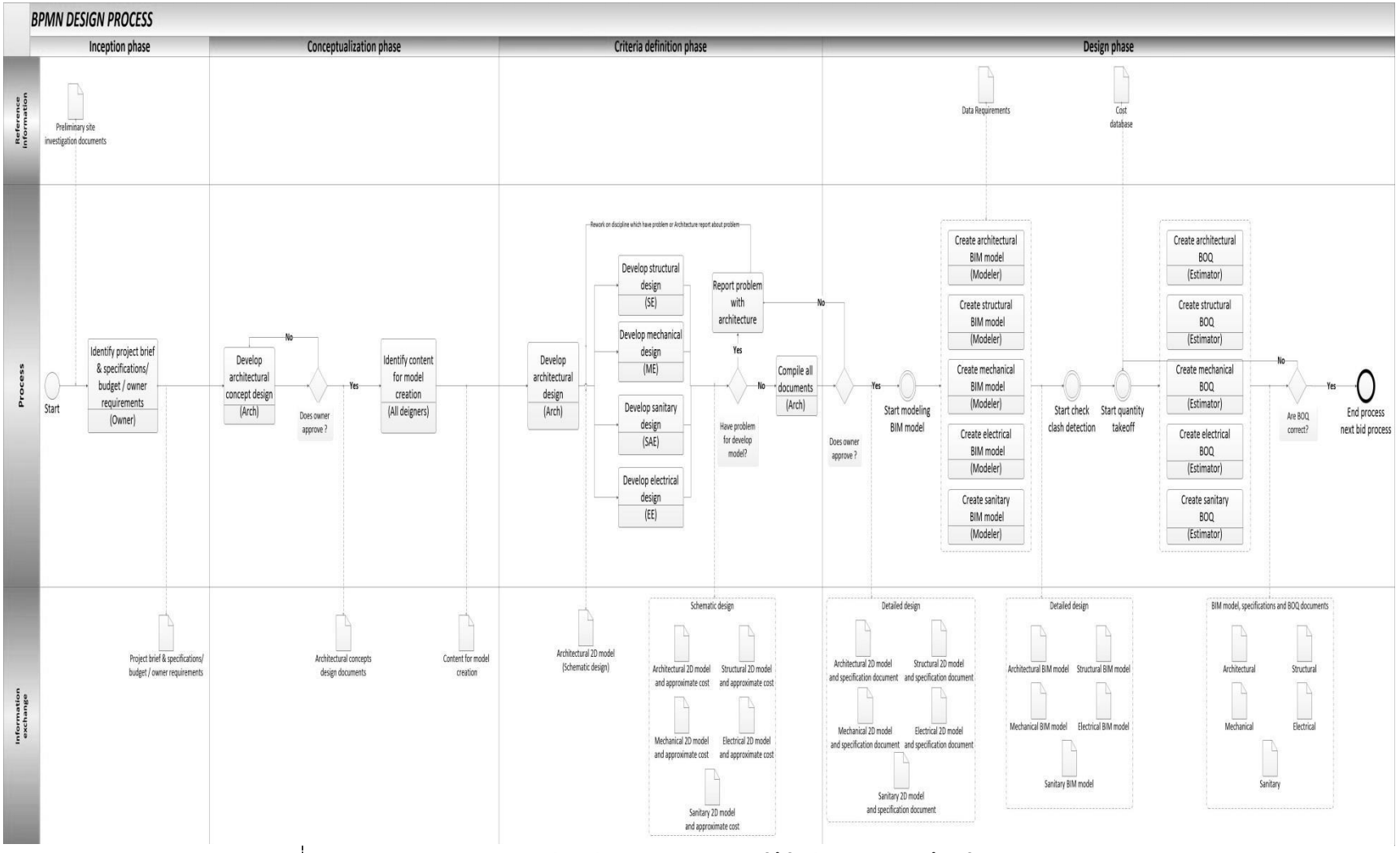
(5) การพัฒนาแบบจำลองบางครั้งไม่ตรงตามหลักก่อสร้างจริงเมื่อนำแบบจำลองไปถอดปริมาณจึงเกิดความคลาดเคลื่อน ควรมีการกำหนดแนวทางการพัฒนาแบบจำลองที่ถูกต้องเพื่อให้แบบจำลองใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 ปัญหาที่พบเมื่อมีการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

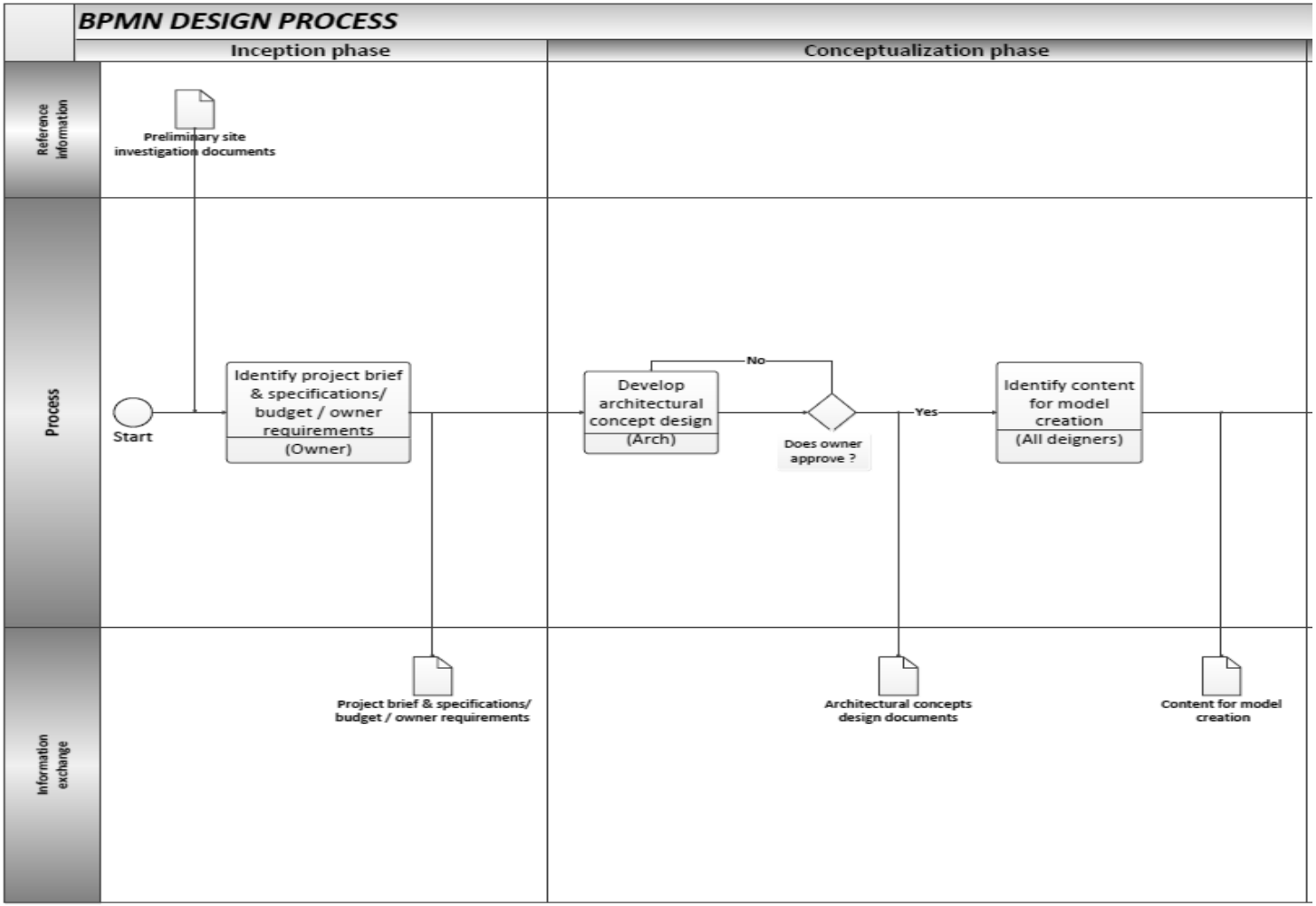
จากการสัมภาษณ์พบว่าทุกฝ่ายมองว่าการนำ BIM มาใช้นั้นสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ แต่เกิดคำถามตามมาว่าเพราะเหตุใดการนำแนวคิดนี้มาใช้ถึงยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย แนวคิดนี้เหมาะกับโครงการก่อสร้างทุกประเภทหรือไม่ ค่าใช้จ่ายที่เสียไปนั้นคุ้มค่าหรือไม่ รวมไปถึงการนำแนวคิดนี้มาใช้นั้นต้องเตรียมพร้อมอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไรบ้าง ในบทนี้กล่าวถึงปัญหาที่ผู้ให้สัมภาษณ์มองว่าเป็นปัญหาหลักหากมีการนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างจริง หรือเป็นปัญหาที่พบเจอจากประสบการณ์การทำงานโดยตรง จากการสัมภาษณ์สามารถสรุปปัญหาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านบุคคลหรือฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ด้านกระบวนการทำงานหรือเทคนิคการทำงาน และด้านทรัพยากร มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ปัญหาทางด้านบุคลากรฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

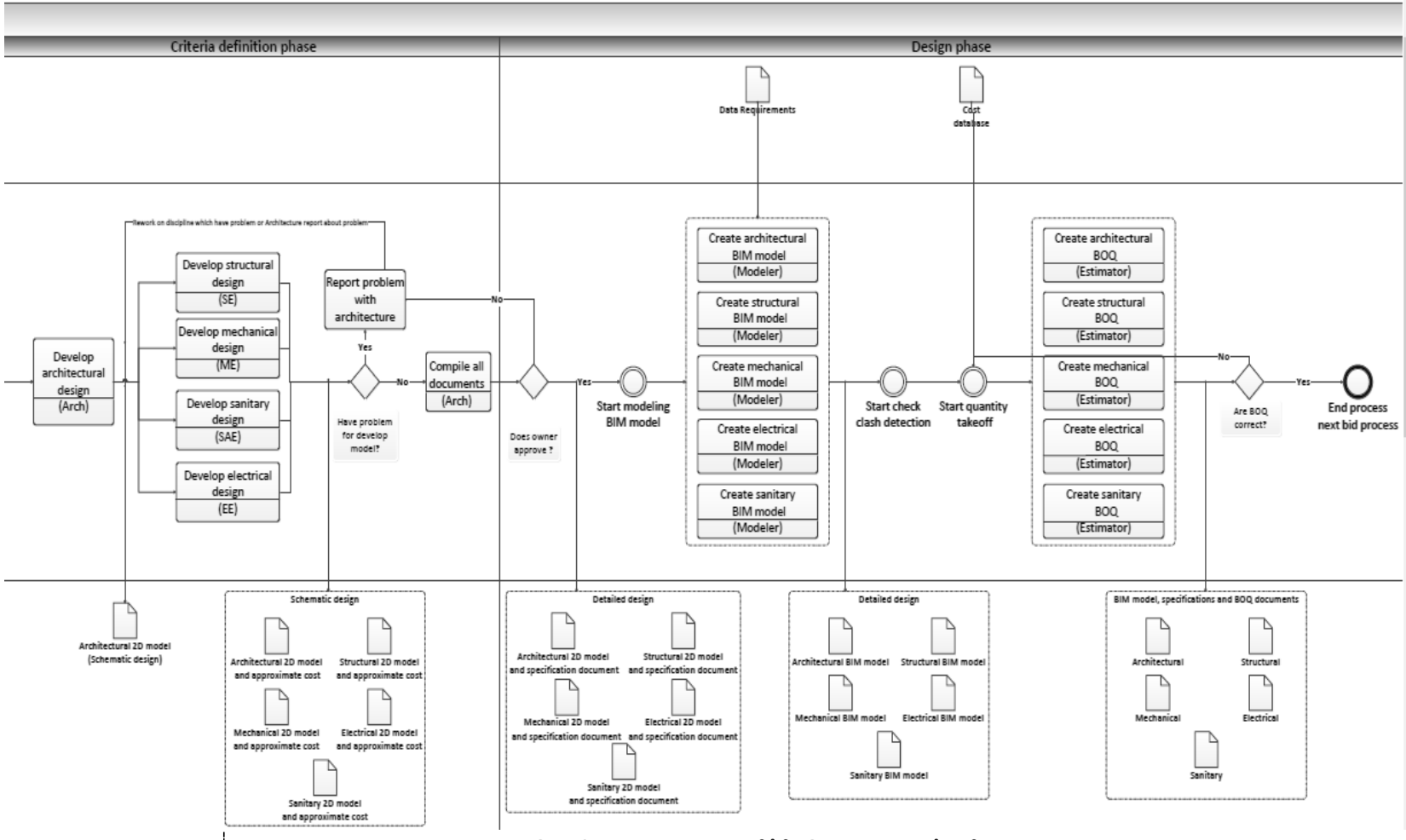
เมื่อนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง ปัญหาที่พบเป็นอันดับแรก และถือว่าเป็นปัญหาหลักคือปัญหาด้านบุคลากร มองทั้งภายในและภายนอกบริษัทที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ ปัญหาด้านนี้ถือว่าเป็นปัญหาหลักของการนำแนวคิดนี้มาใช้ เพราะบุคลากร คือสิ่งสำคัญที่ขับเคลื่อนให้การดำเนินงานประสบผลสำเร็จ



ภาพที่ 4.8 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน



ภาพที่ 4.9 กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน (ขยาย)



ภาพที่ 4.9 (ต่อ) กระบวนการออกแบบโดยนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน (ภาพขยาย)

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ คือการต่อต้านไม่ยอมปฏิบัติตาม เนื่องจากกลัวการเปลี่ยนแปลงและกลัวว่าจะเป็นการเพิ่มภาระให้ตนเองอีกทั้งยังไม่ เห็นประโยชน์จากการนำแนวคิด BIM มาใช้ เพื่อให้เห็นภาพมากยิ่งขึ้น จึงขอยกตัวอย่างปัญหาในลักษณะนี้ในย่อหน้าถัดไป

ในปัจจุบันกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบนั้นอยู่ในช่วงเตรียมแบบก่อสร้าง ทั้งการตรวจสอบการชนกันของวัตถุในแต่ระบบ และการจัดทำแบบอย่างละเอียดเพื่อใช้ในการก่อสร้างจริง (shop drawing) ภาระงานนี้จะตกอยู่ที่ผู้รับจ้างก่อสร้าง แต่ตามแนวคิด BIM ในกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบนั้นควรอยู่ในช่วงการออกแบบอย่างละเอียด (detailed design) แบบควรเสร็จสมบูรณ์ไม่มีการตกหล่นของแบบ และมีการตรวจสอบการชนกันของวัตถุในแต่ระบบเบื้องต้น ดังในภาพที่ 4.10 แสดงถึงการย้ายภาระงานมาในช่วงออกแบบแทนช่วงการจัดเตรียมเอกสารเพื่องานก่อสร้างจริง จึงทำให้ภาระหน้าที่การตรวจสอบแก้ไขแบบตกอยู่กับผู้ออกแบบ ตามหลักแล้วผู้ออกแบบจะรู้จักแบบของตัวเองดีที่สุด จึงทำให้ผู้ออกแบบอาจมองว่าตนเองมีภาระงานเพิ่มขึ้นประโยชน์ส่วนใหญ่ตกไปที่ผู้รับจ้างก่อสร้าง ส่งผลให้ผู้ออกแบบบางท่านไม่กระตือรือร้นจะเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานเนื่องจากยังไม่เห็นประโยชน์ในการเปลี่ยนแปลงนี้

ปัญหาอีกเรื่องที่พบ คือ ปัญหาของลิขสิทธิ์แบบจำลอง และสารสนเทศ เนื่องจากในปัจจุบันผู้ออกแบบจะถือว่าแบบจำลองนั้นเป็นลิขสิทธิ์ของตนในการมอบแบบให้แก่ผู้รับจ้างก่อสร้างนั้นจะให้เป็นเพียงพิมพ์เขียวเท่านั้น แต่ถ้าเจ้าของโครงการเป็นผู้ลงทุน หรือเพิ่มค่าใช้จ่ายเพื่อให้ได้แบบจำลองสามมิติ กรรมสิทธิ์ก็ควรจะตกเป็นของเจ้าของโครงการ เจ้าของโครงการสามารถมอบแบบจำลองนี้ให้แก่ผู้รับจ้างก่อสร้างได้ใช้ประโยชน์ต่อไปได้ เพราะฉะนั้นเจ้าของโครงการควรจะระบุลงในสัญญาถึงลิขสิทธิ์ในการครอบครองแบบจำลอง รวมไปภึงระบุหน้าที่และความรับผิดชอบชัดเจน

4.3.2 ปัญหาด้านกระบวนการ หรือเทคนิคการทำงาน

เมื่อเริ่มดำเนินงานแล้วปัญหาด้านต่อมา คือ ด้านกระบวนการหรือเทคนิคการทำงาน จากการศึกษาในการนำแนวคิดนี้มาใช้ไม่ใช่เพียงการเปลี่ยนแปลงทางด้านซอฟต์แวร์เท่านั้นยังเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านกระบวนการทำงานอีกด้วย จึงทำให้เกิดคำถามถึงรูปแบบการทำงานต่าง ๆ

ว่าใครต้องทำอะไร ทำอย่างไร ขอบเขตในการทำเป็นอย่างไร ถ้าหากไม่มีการระบุส่วนนี้ให้ชัดเจน อาจจะทำให้งานมีข้อผิดพลาดและไม่มีประสิทธิภาพได้

คำถามที่พบเห็นก่อนการดำเนินงานคือ

(1) ใครมีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนงานที่เพิ่มหรือเปลี่ยนแปลง

(2) ควรมีคนกลางเพื่อรวบรวมและดูแลจัดการสารสนเทศหรือไม่

(3) หากต้องการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ควรเริ่มตั้งแต่ช่วงใดจึงเหมาะสม ควรเริ่มตั้งแต่เริ่มต้นโครงการเลยไหม หรือเริ่มในช่วงแรกในการออกแบบ (conceptual design)

(4) การจัดเก็บข้อมูลหรือสารสนเทศแต่ละตัวควรจัดเก็บช่วงใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

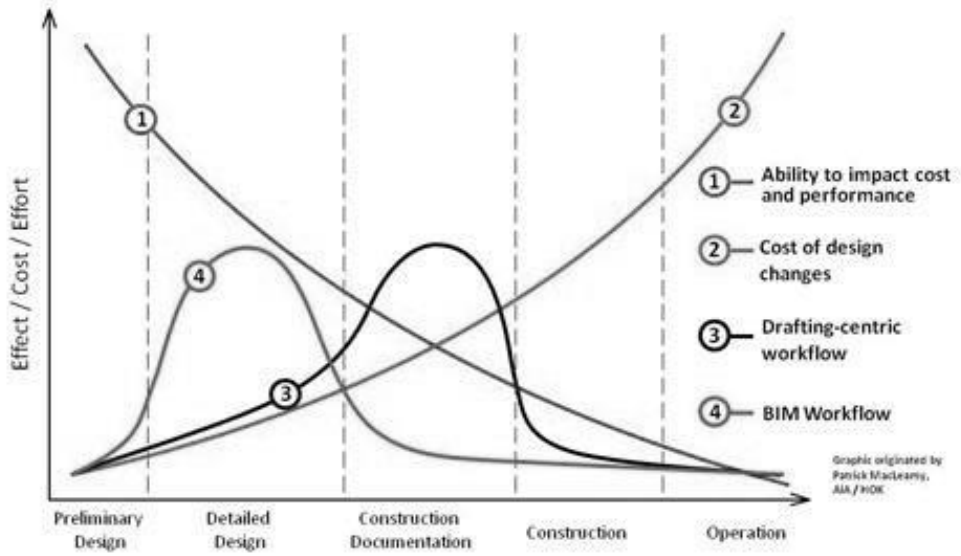
(5) ควรใส่ข้อมูลหรือสารสนเทศมากเท่าใดถึงจะเหมาะสมต่อการใช้งาน

(6) การแลกเปลี่ยนสารสนเทศของแต่ละฝ่ายควรเป็นรูปแบบใด

4.3.3 ปัญหาด้านทรัพยากร

ทรัพยากร คือ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ระบบเครือข่าย (server network) รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมในการทำงาน ปัญหาหลักในด้านนี้คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นมา เพราะการนำแนวคิดนี้มาใช้นั้นต้องมีการเปลี่ยนทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ จึงเกิดคำถามตามมาว่าควรมีการกระจายค่าใช้จ่ายส่วนนี้แก่ทุกฝ่ายหรือไม่ และค่าใช้จ่ายในส่วนนี้คุ้มค่าหรือไม่ อีกปัญหาหนึ่ง คือทรัพยาการที่มีอยู่มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการดำเนินงานได้หรือไม่

ปัญหารองลงมา คือ ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่นั้นมีค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากต้องมีการเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยีใหม่รวมไปถึงเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน ส่วนใหญ่แล้วผู้รับจ้างก่อสร้างหลักนั้นไม่เต็มใจลงทุนในส่วนนี้ เนื่องจากยังไม่เข้าใจถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุน เจ้าของโครงการควรสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม หรือมีการจัดฝึกอบรมให้ เพราะในปัจจุบันเจ้าของโครงการส่วนใหญ่จะเข้าใจถึงประโยชน์ระยะยาวจากแนวคิดนี้ ประโยชน์ที่ได้รับนั้นไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มศักยภาพ และการเพิ่มคุณภาพในการผลิต หรือการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารสินทรัพย์ที่มีผลตอบแทนที่สูงกว่าค่าใช้ที่เสียไป



ภาพที่ 4.10 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายและภาระงานเมื่อนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ (Strafaci, 2008)

ปัญหาในด้านต่าง ๆ ที่ระบุในหัวข้อนี้เป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น จากการสัมภาษณ์นั้นปัญหาที่ถูกกล่าวถึงเป็นอันดับต้น ๆ คือเรื่องบุคลากร เพราะบุคลากรนั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดในการดำเนินงานให้ประสบผลสำเร็จ และบุคลากรเป็นปัญหาที่แก้ยากที่สุด หากใช้การบังคับให้ทำตามคำสั่ง งานที่ได้อาจจะไม่มีประสิทธิภาพ แต่หากปล่อยไปการเปลี่ยนแปลงจะไม่มีทางเกิดขึ้น ทางแก้ที่ง่ายที่สุด คือ การให้ความรู้ที่ทำให้บุคลากรทุกท่านพึงเห็นประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ ส่วนปัญหาในด้านกระบวนการทำงานนั้นควรจะมีการจัดทำคู่มือหรือแนวทางที่ช่วยในการนำแนวคิด BIM มาใช้

4.4 บทวิเคราะห์ความแตกต่างของกระบวนการออกแบบอาคารที่มีการนำ BIM มาใช้

จากการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบที่มีการนำ BIM มาใช้ในทางทฤษฎี และในโครงการก่อสร้างปัจจุบันพบว่ามีรูปแบบ และรายละเอียดแตกต่างกันมากไม่ว่าจะในด้านขั้นตอนการทำงาน หน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย รูปแบบการติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนสารสนเทศ รวมไปถึงผลลัพธ์ในแต่ละช่วงเวลาของโครงการก่อสร้าง ความแตกต่างนี้ไม่ได้เกิดขึ้นระหว่าง

ทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงเท่านั้น แต่เกิดขึ้นระหว่างแต่ละโครงการก่อสร้างที่มีการปฏิบัติจริงอีกด้วย ถึงแม้เป็นโครงการก่อสร้างของบริษัทเดียวกันรายละเอียดของกระบวนการทำงานยังมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดข้อสงสัยว่าเพราะเหตุหรือปัจจัยใดที่ทำให้เกิดความแตกต่างขึ้น

ปัจจัยหลักที่ได้จากการสังเกตการณ์ในการโครงการก่อสร้างคือ (1) สัญญาหรือรูปแบบการจัดจ้าง (2) วัตถุประสงค์การใช้งาน (3) ลักษณะของสิ่งก่อสร้าง หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (4) ทรัพยากรในด้านต่าง ๆ เช่น บุคลากร ฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ ปัจจัยแต่ละตัวส่งผลต่อลักษณะของกระบวนการแตกต่างกันออกไป สามารถอธิบายความเกี่ยวข้องได้ดังนี้

(1) สัญญาหรือรูปแบบการจัดจ้าง

สัญญาแต่ละประเภททำให้ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการนั้นแตกต่างกันออกไปรวมไปถึงขั้นตอนในการทำงานมีลำดับที่แตกต่างออกไป อย่างในหัวข้อที่ 5.2 ได้มีการอธิบายขั้นตอนที่แตกต่างกันของการจัดจ้าง 2 ประเภทคือ การจัดจ้างแบบ Design Bid Build และการจัดจ้างแบบ Design Build

(2) วัตถุประสงค์การใช้งาน

เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM นั้นแบ่งวัถตุประสงค์ออกเป็น 2 แบบคือ เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบริษัทหรือหน่วยงาน และเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของทุกฝ่ายมี่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง แต่ละบริษัทนั้นมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันดังที่แสดงในตารางที่ 4.5 บริษัทประเภทพัฒนาโครงการนั้นมุ่งเน้นไปที่การควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง (improve budget control) หรือการพัฒนาระบบในการดูแลอาคาร (improve facility data after building turnover) วัตถุประสงค์ส่งผลต่อการเลือก BIM Use มาใช้ว่าควรนำตัวใดมาใช้ในช่วงเวลาใดในโครงการก่อสร้าง

(3) ลักษณะของสิ่งก่อสร้าง หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง

ลักษณะของสิ่งก่อสร้าง หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้างส่งผลต่อรูปแบบของผลลัพธ์ถ้าเป็นโครงการที่มีความซับซ้อนมากจำเป็นที่ต้องลงรายละเอียดในแบบจำลองให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นเพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงาน หรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นศูนย์การค้าหรือตึกที่ต้องการ

บริหารอาคารตลอดเวลาอาจต้องมีการเพิ่มรายละเอียดในแบบจำลองในด้านการดูแลรักษาหรือการบริหารเช่าพื้นที่เพื่อให้การทำงานในช่วงดูแลบริหารอาคารสะดวกยิ่งขึ้น

(4) ทรัพยากรเช่น บุคลากร ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

ทรัพยากรนี้ส่งผลต่อกระบวนการทำงานเช่นกัน ทรัพยากรที่กล่าวถึงนี้เป็นทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบันเพราะบางครั้งในบริษัทยังไม่แน่ใจในการทำงานของแนวคิด BIM อาจยังไม่พร้อมที่จะลงทุนกับการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรทุกด้านพร้อมกัน จึงอาจต้องการกระบวนการทำงานที่สอดคล้องกับทรัพยากรที่มีอยู่ ยกตัวอย่างเช่น หากบุคลากรที่มีในหน่วยงานยังไม่มีความพร้อมในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานอาจจะมีการจ้างบริษัทภายนอก (outsource) มาดำเนินการในที่มีการดำเนินงานแทนบุคลากรในบริษัท

ปัจจัยที่ได้กล่าวมาเป็นเพียงปัจจัยเบื้องต้นที่ได้จากการสังเกตจากการเก็บข้อมูลเท่านั้น อาจมีปัจจัยที่มาจากองค์กร หรือปัจจัยจากโครงการที่แอบแฝงอยู่ในกระบวนการทำงานอีก เพราะฉะนั้นในบทต่อไป ทำการศึกษาลงรายละเอียดเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบกระบวนการทำงานให้มากยิ่งขึ้น จากการสัมภาษณ์ยังพบข้อสังเกตที่น่าสนใจอีกอย่างคือ ถึงแม้จะมีการใช้ BIM Use ที่เหมือนกัน แต่รายละเอียดของแบบจำลอง หรือกระบวนการทำงานกลับมีความแตกต่างกัน อย่างที่กล่าวไว้เบื้องต้นว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุที่เกิดจากหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดระดับในการใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น บางโครงการใช้การประมาณราคาแค่เพียงคร่าว ๆ เป็นแค่จำนวนคอนกรีตแต่อีกโครงการกลับใช้เพื่อประมาณราคาเหมือนกันแต่ว่าถอดปริมาณไปถึงเหล็กเสริม หรืออีกกรณีหนึ่งเกี่ยวกับใช้การตรวจสอบการชนกันของวัตถุบางโครงการใช้เพื่อตรวจสอบการชนของท่องานระบบกับโครงสร้างเฉพาะส่วนของคอนกรีตเป็นหลัก แต่อีกโครงการมีการตรวจสอบการชนกันไปถึงเหล็กเสริมในโครงสร้าง ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในบทต่อไป

4.5 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบที่มีการนำแนวคิด BIM มาใช้ทั้งที่ศึกษาจากมาตรฐานและคู่มือจากต่างประเทศ และจากการสัมภาษณ์หรือเข้าไปสังเกตการณ์จากโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน ก่อนทำการวิเคราะห์รูปแบบและรายละเอียดของกระบวนการออกแบบได้ทำการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ BIM (BIM Use) ก่อน เพราะ BIM Use ส่งผลต่อ

รูปแบบของกระบวนการออกแบบ รายละเอียดของกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์จากบทนี้คือ ขั้นตอนการทำงาน (work flow) วิธีการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange) และผลัพธ์ในแต่ช่วงเวลาของโครงการก่อสร้าง (outcome, deliverables)

หลังจากทำการศึกษาและวิเคราะห์พบว่า รูปแบบของกระบวนการออกแบบมีความแตกต่างกันไม่มากก็น้อยในแต่ละโครงการ ความแตกต่างนี้อาจเรียกแบบว่า ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (level of BIM implementation, LOI) การเลือกใช้แต่ละระดับนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นปัจจัยขององค์กรหรือปัจจัยภายในโครงการก่อสร้าง ปัจจัยเบื้องต้นที่ได้จากการสัมภาษณ์นั้นมี 4 ปัจจัยได้แก่ (1) สัญญาหรือลักษณะการจัดจ้าง (2) วัตถุประสงค์การใช้งาน (3) ลักษณะของสิ่งก่อสร้าง หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (4) ทรัพยากรในด้านต่าง ๆ เช่น บุคลากร ฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ ปัจจัยแต่ละตัวส่งผลต่อรูปแบบกระบวนการออกแบบแตกต่างกันออกไป

จากการเก็บข้อมูลในครั้งนี้พบประเด็นที่น่าสนใจอีกหนึ่งประเด็นคือ การวางแผนเพื่อนำ BIM ไปใช้งาน ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละโครงการ การวางแผนนี้ควรคำนึงถึงปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องในโครงการเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าระดับในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM หน้าที่ในการวางแผนควรมีการประชุมหารือกันกับทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ แต่แกนนำหลักควรเป็นผู้รับจ้างก่อสร้าง หรือผู้ที่ควบคุมดูแลงาน ในการวางแผนงานนี้รวมไปถึงการจัดทำคู่มือเพื่อใช้กำหนดว่าใครมีหน้าที่ทำอะไร ทำในช่วงใด รายละเอียดแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร รายละเอียดในแบบจำลองแต่ละช่วงเป็นอย่างไร รวมไปถึงข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ช่วยให้แต่ละฝ่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5
การพัฒนากรอบในการนำ BIM มาใช้

บทนี้นำเสนอการวางแผนในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างว่าควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง การวางแผนนี้จะถูกอธิบายด้วยกรอบ (framework) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างต่าง ๆ การพัฒนากรอบนี้จะต้องพิจารณาปัจจัยหรือองค์ประกอบที่มีส่วนในการวางแผนการใช้ BIM ในโครงการ นอกจากนี้จะมีการจำแนกระดับในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM เพื่อให้ง่ายต่อการนำแนวคิดนี้ไปใช้โครงการต่าง ๆ

เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย (1) กรอบการนำ BIM ไปใช้งาน (BIM implementation framework) (2) องค์ประกอบที่จำเป็นของการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ (3) ขั้นตอนในการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ (4) การตรวจสอบความถูกต้องของกรอบที่พัฒนาขึ้น

5.1 กรอบการนำ BIM ไปใช้งาน (BIM implementation framework)

การพัฒนากรอบการนำ BIM ไปใช้งาน เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการใช้งานของกรอบอย่างชัดเจน เพื่อให้การพัฒนากรอบเป็นไปตามแนวทางที่เหมาะสม จากนั้นจึงทำการพัฒนาองค์ประกอบภายในกรอบเป็นขั้นตอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของกรอบกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

วัตถุประสงค์ของกรอบที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้จะมีความแตกต่างกับคู่มือวางแผนการใช้แนวคิด BIM สำหรับผู้รับจ้าง (BIM planning guide for facility owners guide) ที่ได้ทำการวิเคราะห์มา โดยวัตถุประสงค์ของ BIM planning guide for facility owners guide นั้นมุ่งเน้นเพื่อช่วยให้องค์กรมีความพร้อมในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ซึ่งแตกต่างกับวัตถุประสงค์ของกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน เพราะกรอบนี้มุ่งเน้นไปที่การกำหนดระดับในการนำ BIM ไปใช้งานที่ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

(1) เพื่อใช้ในการวางแผนในการเริ่มต้นทำงานในโครงการก่อสร้างที่มีการนำ BIM มาใช้ (เสมือนการกำหนดระดับในการนำ BIM ไปใช้งานที่ชัดเจน)

(2) เพื่อช่วยในการพัฒนาคู่มือการนำ BIM ไปใช้งานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละโครงการก่อสร้าง

ขอบเขตของกรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

อย่างที่ได้กล่าวไปเบื้องต้นว่ากรอบนี้จัดทำขึ้นเพื่อช่วยแนะนำการนำ BIM ไปใช้งานในโครงการก่อสร้างอย่างเหมาะสม และกรอบนี้ไม่ได้ทำขึ้นเพื่อประเมิน หรือจัดเตรียมความพร้อมในการเปลี่ยนกระบวนการทำงานที่ใช้แนวคิด BIM ขององค์กร หรือภายในโครงการก่อสร้าง ผู้ที่จะใช้กรอบนี้เปรียบเสมือนว่าได้ผ่านการปรับเปลี่ยนเชิงกลยุทธ์มาแล้ว และมีความรู้พื้นฐานเรื่อง BIM ขอบเขตของกรอบนี้คือใช้สำหรับการวางแผนการใช้ BIM ในโครงการก่อสร้างเท่านั้น การวางแผนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอน ผลลัพธ์ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง หน้าที่และความรับผิดชอบ รวมไปถึงสารสนเทศที่มีการแลกเปลี่ยน เพื่อให้ทุกฝ่ายเข้าใจและปฏิบัติตามแผนนี้ หรือกล่าวให้เข้าใจง่ายคือการวางแผนในการจัดทำคู่มือให้เหมาะสมกับกระบวนการทำงานที่มีการใช้แนวคิด BIM

5.2 องค์ประกอบที่จำเป็นของการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้

องค์ประกอบนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้การวิเคราะห์ในบทที่ 4 และทำการศึกษาจากคู่มือที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม จากนั้นผู้วิจัยจึงนำองค์ประกอบนี้ไปทวนสอบ (verify) โดยสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้จริง

ในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้เข้าไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน ซึ่งมีบทบาทที่แตกต่างกัน

Expert 1 คือ ที่ปรึกษาด้าน BIM (1)

Expert 2 คือ สถาปนิก

Expert 3 คือ วิศวกรผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (ผู้ว่าจ้าง) และ

Expert 4 คือ ที่ปรึกษาด้าน BIM (2)

ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีประสบการณ์ทางด้านการทำงานโดยใช้ BIM และมีประสบการณ์ในการวางแผนการนำ BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้างจริง

จากการศึกษาแนวทางสำหรับวางแผนการใช้ BIM ในโครงการ (BIM project execution planning guide) โดย CIC (2010) และแนวทางสำหรับวางแผนการใช้ BIM เพื่อเป็นแนวทางสำหรับเจ้าของสิ่งก่อสร้าง (BIM planning guide for facility owner's guide) โดย CIC (2013)

พบว่า ในการวางแผนในการเริ่มต้นกระบวนการควรเริ่มจากการกำหนดระดับในนำ BIM ไปใช้งาน ระดับขั้นนี้จะส่งผลต่อแผนในการดำเนินงานทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการดำ เนินงาน ลักษณะผลลัพธ์ในแต่ละช่วง หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย รวมไปถึงรูปแบบในการสื่อสารแลกเปลี่ยนสารสนเทศ ซึ่งแต่ละโครงการก่อสร้างอาจมีการกำหนดระดับที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัย และลักษณะโครงการก่อสร้าง เช่น วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการใช้แนวคิด BIM, ความต้องการใช้งานของผู้ว่าจ้าง, ความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง และความพร้อมของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

จากการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบที่มีการนำ BIM มาใช้ และวิเคราะห์รายละเอียดถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการดำเนินงานในนำ BIM มาใช้ โดยรวบรวมจากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปปัจจัยทั้งหมด 11 ด้าน (ดังแสดงในตารางที่ 5.1) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ (decision making factors) และปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการ (implementing factors) ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจจะเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นปัจจัยที่ผู้ใช้จะต้องกำหนด หรือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกระดับในการนำ BIM ไปใช้ เช่น การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการ คือ ปัจจัยที่ผู้ใช้ไม่ได้กำหนดหรือเลือกขึ้นมาแต่เปรียบเสมือนคุณลักษณะของโครงการที่มีผลทำให้กระบวนการเกิดความเปลี่ยนแปลง เช่น การจัดจ้าง ลักษณะของสิ่งก่อสร้าง ความซับซ้อนในการก่อสร้างเป็นต้น โดยสามารถจัดหมวดหมู่ของปัจจัยทั้ง 11 ตัว ได้ดังนี้

ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ (decision making factors)

- องค์กร (organizations)
- วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการประยุกต์ใช้ BIM (BIM goals & objectives)
- ความเสี่ยง (risk associated)
- เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (tools)
- ทีมงานในโครงการก่อสร้าง (project team)

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการดำเนินงาน (implementing factor)

- ทีมงานในโครงการก่อสร้าง (project team)
- การประยุกต์ใช้ (application)
- เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (tools)
- ขั้นตอนการทำงานและสารสนเทศ (process and information)
- รูปแบบสัญญาหรือลักษณะการจัดจ้าง (contract)
- มาตรฐานหรือระเบียบการ (protocol or standard)
- ประเภทและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (type and complexity of building)
- การศึกษาและฝึกอบรม (education and training)

ประเด็นสำคัญจากการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้ทำให้พบองค์ประกอบที่จำเป็นในการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

องค์ประกอบที่ 1 คือ ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจว่าจะนำ BIM มาใช้ในลักษณะใดภายในโครงการ ควรใช้มากน้อยเท่าใด หรือใช้ในขั้นตอนใดบ้าง

องค์ประกอบที่ 2 คือ ระดับการนำ BIM มาใช้ ระดับในที่นี้จะเป็นตัวกำหนดทิศทางว่าในโครงการนี้จะดำเนินงาน BIM ออกมาในลักษณะใด เพื่อให้ทุกฝ่ายเห็นภาพและเข้าใจตรงกัน

องค์ประกอบที่ 3 คือ ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง เพื่อช่วยในการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ให้เหมาะสมสำหรับโครงการนั้น ๆ

องค์ประกอบที่ 4 คือ เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในโครงการ ซึ่งองค์ประกอบตัวนี้เสมือนคู่มือหรือแนวทางที่ทุกฝ่ายสามารถเข้าใจหน้าที่ หรือขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสมได้ ซึ่งรายละเอียดในการพัฒนาแต่ละองค์ประกอบนั้นจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานในการปฏิบัติงานตามแนวคิด BIM

Factor / Paper	Organization	Application	Tool	Team	Process/ Information	Risk associate	Contract	Standard /protocol	BIM goal	Type & complexity	Education & training
ACG, 2006	X			X	X	X				X	
Succar, 2009	X		X					X	X		X
Nevena, 2009	X			X	X					X	X
CIC, 2010	X	X	X		X				X	X	X
Won and Lee, 2010	X		X	X	X		X	X	X		X
Mom et al., 2011	X	X	X	X	X		X		X		X
Autodesk, 2012	X	X	X		X		X	X	X		X
Zahrizan et al., 2014	X		X	X	X		X	X	X		X

5.2.1 ปัจจัยช่วยในการตัดสินใจ

ปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ ปัจจัยนี้เปรียบเสมือนตัวแปรหลักในการตัดสินใจว่าควรนำ BIM มาใช้อย่างไรในโครงการ พร้อมทั้งยังเป็นตัวกำหนดทิศทางกระบวนการทำงานที่จะเกิดขึ้น เพราะฉะนั้นปัจจัยนี้จึงมีความสำคัญมาก การเลือกปัจจัยหลักนี้ควรต้องมีการเลือกปัจจัยที่เด่นชัด ในการเลือกปัจจัยนี้ทำได้โดยนำปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจจากหัวข้อที่ผ่านมาใช้เป็นพื้นฐาน และนำปัจจัยไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

การหาปัจจัยที่สำคัญที่สุดนั้นทำได้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยหมายเลข 1 คือปัจจัยที่สำคัญที่สุด และหมายเลข 8 คือปัจจัยที่สำคัญน้อยที่สุด ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 5.2

จากตารางผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมองปัจจัย*ด้านวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการนำ BIM* มาใช้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด แต่ปัจจัยด้านอื่น ๆ นั้นมีการมีการเรียงลำดับที่แตกต่าง จึงได้ทำการวิเคราะห์ดูอีกครั้งพบว่า *ในงานวิจัยนี้ไม่สนใจเรื่องงบประมาณ และเรื่องการคุ้มทุนจึงทำการตัดปัจจัยในด้านนี้ออกจากการพิจารณา* ส่วนปัจจัยด้านกฎหมายหรือระเบียบการนั้นยังไม่สามารถนำมาใช้ภายในประเทศได้เพราะภายในประเทศยังไม่มีการจัดทำกฎระเบียบในการใช้แนวคิด BIM เพราะฉะนั้นปัจจัยอันดับ 2 ที่คือ *การให้ความร่วมมือ และความเต็มใจในแบ่งปันสารสนเทศ*ของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM (BIM goals & objectives)

การระบุเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM นั้นควรระบุเป็นของแต่ละฝ่าย เพราะแต่ละฝ่ายมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น

เจ้าของหรือผู้พัฒนาโครงการ (project owner / developer)

- พัฒนาสารสนเทศที่ใช้ในการดูแลสิ่งก่อสร้าง
- พัฒนาระบบการควบคุมค่าใช้จ่าย
- ลดความล่าช้าที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้าง
- ลดการเปลี่ยนแปลงแบบหรือการสอบถามแบบที่ไม่ชัดเจน
- ลดการใช้พลังงานในสิ่งก่อสร้าง

ตารางที่ 5.2 ลำดับความสำคัญของปัจจัยจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

Expert / Factor	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4
BIM goals & objectives	1	1	1	1
Risk associated	7	7	5	8
Tools	8	5	6	6
Project team	3	6	7	4
Cost*	4	4	2	3
Return of investment (ROI)*	6	8	3	7
Legal/ protocol*	5	2	8	5
Collaboration*	2	3	4	2

* ปัจจัยที่เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้ออกแบบ (designer)

- พัฒนาคุณภาพของการออกแบบ
- พัฒนาการมองภาพหรือการสื่อสารในโครงการ
- ลดการใช้พลังงานในสิ่งก่อสร้าง
- บรรลุตามข้อสัญญาจากผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้าง (contractor)

- พัฒนาการมองภาพหรือการสื่อสารในโครงการ
- พัฒนาคุณภาพในการก่อสร้าง
- ลดเวลาล่าช้าที่เกิดในโครงการก่อสร้าง
- บรรลุตามข้อสัญญาจากผู้ว่าจ้าง

ที่ปรึกษาโครงการ (construction manager)

- พัฒนาระบบการตรวจรับงาน
- ลดเวลาล่าช้าที่เกิดในโครงการก่อสร้าง
- บรรลุตามข้อสัญญาจากผู้ว่าจ้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หรือระบุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ตามผลลัพธ์ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง เป็นการมองภาพรวมทั้งโครงการของทุกฝ่าย ยกตัวอย่างเช่น

(1) โครงร่างแบบจำลอง (mass model) ในช่วง conceptualization phase

ใช้เพื่อการวางแผนเรื่องพื้นที่ใช้สอยเบื้องต้น รูปร่างของสิ่งก่อสร้างบื้องต้น เรื่องเรื่องงบประมาณเบื้องต้น

(2) แบบจำลองที่ยังไม่ลงรายละเอียด (conceptual model) ในช่วง criteria definition phase มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- เพื่อการถอดปริมาณงานจากแบบจำลองอย่างคร่าว ๆ
- ใช้เป็นตัวส่งผ่านสารสนเทศให้แก่แต่ละฝ่าย
- เพื่อการมองเห็นภาพโดยรวมของแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดแสดงคุณลักษณะของสิ่งก่อสร้าง เช่น รูปร่าง วัสดุที่ใช้ เป็นต้น

(3) แบบจำลองพร้อมสำหรับการประมูล (design model/ bidding model) ในช่วง design phase มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ใช้เพื่อการมองเห็นภาพโดยรวมของแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดแสดงคุณลักษณะของสิ่งก่อสร้าง เช่น รูปร่าง วัสดุที่ใช้ เป็นต้น
- ใช้เพื่อการวิเคราะห์ทางระบบวิศวกรรมต่างๆ เช่น การวิเคราะห์อุณหภูมิ การวิเคราะห์การใช้พลังงาน การวิเคราะห์โครงสร้างอาคาร การววิเคราะห์การระบายความร้อน การวิเคราะห์แสงภายในพื้นที่ใช้สอย
- ใช้เพื่อการร่วมมือกันของผู้ออกแบบ ตรวจสอบการชนกันของโครงสร้างในช่วงระหว่างการก่อสร้าง (clash detection)
- ใช้สำหรับการวางแผนการก่อสร้างเบื้องต้น (สำหรับโครงการที่มีการก่อสร้างที่ซับซ้อน)
- เพื่อการถอดปริมาณงานจากแบบจำลอง
- ใช้เป็นตัวส่งผ่านสารสนเทศให้แก่แต่ละฝ่าย

(4) แบบจำลองสำหรับการก่อสร้าง (construction model) ในช่วงการก่อสร้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- วางแผนการก่อสร้าง (4D construction sequencing)
- เพื่อตรวจสอบการชนกันของวัตถุ
- เพื่อการจัดทำแบบเพื่อการก่อสร้าง (shop drawing)
- เพื่อการสร้างความเข้าใจและเห็นภาพสิ่งที่ต้องการจะก่อสร้างในทิศทางเดียวกันของแต่ละฝ่าย
- เพื่อช่วยในการวางแผนติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันในโครงการก่อสร้าง
- เพื่อการวางแผนการประกอบชิ้นส่วน
- เพื่อการวางแผนการใช้จ่ายเงิน (predicted cash flows)
- เพื่อการถอดปริมาณงานจากแบบจำลอง และใช้เพื่อช่วยในการจัดซื้อวัสดุ

(5) แบบจำลองเพื่อการบริหารดูแลสิ่งก่อสร้าง (FM models) ในช่วงใช้งานสิ่งก่อสร้าง วัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการบริหารจัดการสิ่งก่อสร้าง ทั้งด้านการใช้พลังงาน และด้านการบริหารพื้นที่

จากเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผู้ออกแบบนั้นจะมุ่งพัฒนาด้านกระบวนการทำงาน และผลลัพธ์ในช่วงออกแบบเป็นหลักส่วนใหญ่ ส่วนผู้ว่าจ้างจะมุ่งเน้นเฉพาะด้านผลลัพธ์เพื่อนำไปใช้ต่อในการดูแลรักษาสิ่งก่อสร้าง ในขณะที่ผู้พัฒนาโครงการที่มีเรื่องเวลาและงบประมาณที่จำกัดในการก่อสร้างเข้ามาเกี่ยวข้องนั้น จะมุ่งเน้นการพัฒนาไปทั้งกระบวนการทำงาน และผลลัพธ์ ซึ่งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในโครงการก่อสร้างนั้นไม่ได้มีเพียงวัตถุประสงค์เดียว เพราะฉะนั้นจึงควรมีการกำหนดเป็นจุดประสงค์หลัก และจุดประสงค์รองในการจัดทำนั้นให้คำนึงถึงวัตถุประสงค์หลักก่อนจากนั้นจึงดำเนินงานให้สามารถบรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ โดยส่วนใหญ่แล้ววัตถุประสงค์หลักจะกำหนดมากจากผู้ว่าจ้าง ส่วนวัตถุประสงค์รองนั้นจะถูกระบุจากผู้รับจ้างหรือฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

การระบุวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาใช้จะส่งผลถึงการเลือกระดับในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM อีกทั้งยังส่งผลโดยตรงกับการเลือก BIM Use มาใช้ดังที่แสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้และ BIM Use

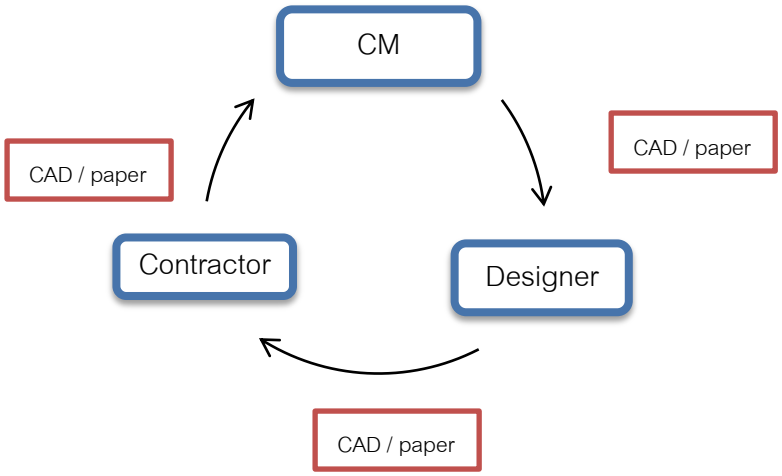
BIM goals & objectives	BIM Uses
Budget control	Design review, 3D coordination, quantity take off
improved facility data after building turnover	Record modeling, Existing conditions model

การให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกัน และความเต็มใจในแบ่งปันสารสนเทศของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง (collaboration or willingness to share information)

การให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกันในที่นี้หมายถึงการร่วมช่วยกันพัฒนาแบบจำลองโดยที่ทุกฝ่ายมีความเต็มใจที่จะแลกเปลี่ยนสารสนเทศกันในรูปแบบไฟล์แบบจำลองที่สามารถนำมาปรับแก้หรือนำมาใช้งานต่อได้โดยไม่ต้องเสียเวลาพัฒนาสามารสนเทศใหม่ ซึ่งปัจจัยส่วนนี้จะเป็นการพูดถึงความพอใจของผู้ว่าจ้างที่ต้องจ่ายค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นหากต้องการให้การแลกเปลี่ยนสาสนเทศในโครงการก่อสร้างเป็นแบบออนไลน์

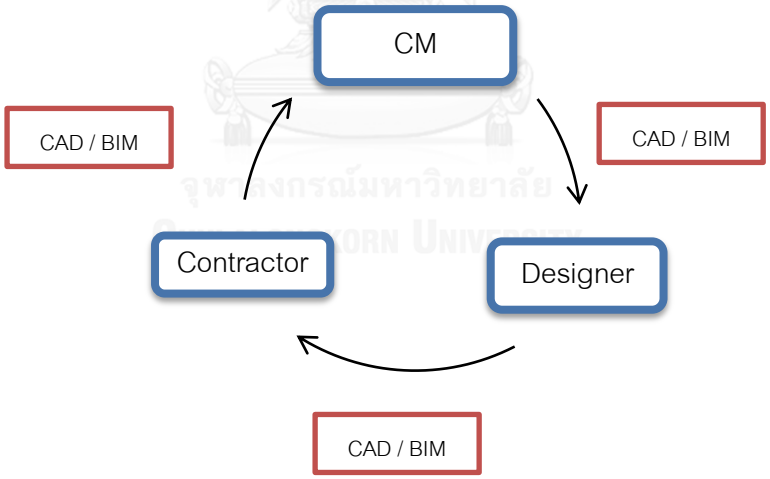
ปัจจัยนี้จะส่งผลต่อการตัดสินใจในการเลือกระดับการประยุกต์ใช้งานแนวคิด BIM เพราะเป็นตัวที่จะส่งผลว่าวิธีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศควรเป็นอย่างไร อีกทั้งยังส่งผลต่อการร่วมมือกันทำงานในด้านการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น หากทุกฝ่ายไม่มีความต้องการจะทำงานร่วมกัน หรือไม่เต็มใจที่จะแบ่งปันสารสนเทศในแบบไฟล์ ระดับการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM ในโครงการก็ไม่สามารถใช้ระดับที่สูงสุดได้ รูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศในกระบวนการประยุกต์ใช้ BIM ที่พบมี 3 รูปแบบหลักดังนี้

(1) Tradition (CAD + BIM) คือ การแลกเปลี่ยนโดยใช้ 2D CAD เป็นหลัก และใช้แบบจำลองในการประชุมเพื่อแสดงภาพที่ชัดเจนเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 5.1



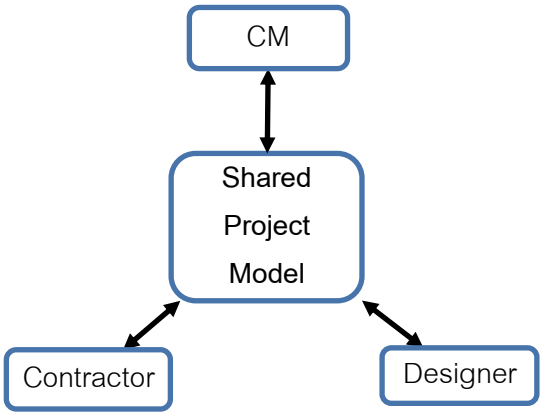
ภาพที่ 5.1 การแลกเปลี่ยนแบบ Tradition (CAD + BIM)

(2) BIM (Segregated sharing) คือ การแลกเปลี่ยนโดยใช้แบบจำลองเป็นหลัก แต่เป็นการแลกเปลี่ยนแบบต่างฝ่ายต่างแลกเปลี่ยนโดยไม่ผ่านตัวกลาง ดังแสดงในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 การแลกเปลี่ยนแบบ BIM (Segregate sharing)

(3) BIM (Centralized sharing) คือ การแลกเปลี่ยนโดยใช้แบบเป็นหลัก โดยมีแบบจำลองที่เป็นศูนย์กลาง (Shared project model) ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 การแลกเปลี่ยนแบบ BIM (Centralize sharing)

5.2.2 ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (Level of BIM implementation, LOI)

จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่จำเป็นในเบื้องต้น พบประเด็นสำคัญในช่วงการวางแผนการดำเนินงานคือ ระดับในการนำ BIM ไปใช้งาน ดังนั้นในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะได้นำเสนอนิยามของ LOI การแบ่งระดับของ LOI รวมไปถึงใช้เกณฑ์ในการใช้แบ่งระดับดังกล่าว

เนื่องจาก LOI เป็นแนวคิดใหม่ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นครั้งแรก การพัฒนา LOI จึงจำเป็นต้องอ้างอิงแนวคิดการใช้งาน BIM อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น BIM capability stage, BIM maturity levels, BIM adoption capability stages, และ maturity model ซึ่งแต่ละแนวคิดนี้มีความหมายที่ใกล้เคียงกัน แต่ว่าการแบ่งระดับขั้นนั้นมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ใช้ในเป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับขั้น ตารางที่ จ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ระดับขั้นของแต่ละทฤษฎี

หากกล่าวถึงระดับของการนำ BIM ไปใช้งานอาจไม่เป็นที่รู้จักมากนัก แต่หากกล่าวถึงคำว่า BIM maturity levels หรือ BIM capability stages นั้นพบเห็นบ้างตามเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ซึ่งรายละเอียดจะระบุในภาคผนวก จ จากการศึกษาหาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า LOI และ BIM maturity levels/ BIM capability stages นั้นมีความเหมือนและแตกต่างกันอยู่บ้าง ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือจุดประสงค์ของการใช้งาน BIM maturity levels หรือ BIM capability stages ใช้เพื่อวัดประสิทธิภาพในการทำงาน แต่ LOI นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการวางแผนในการเริ่มต้น

โครงการเพื่อให้โครงการเดินไปตามเป้าหมายหรือทิศทางที่กำหนด ส่วนความเหมือนที่เห็นได้ชัด คือ คุณลักษณะในการแบ่งแยกแต่ละระดับ

ในการพัฒนาระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งแต่ละระดับ และการแบ่งระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน

การระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งแต่ละระดับ

จากการวิเคราะห์ BIM maturity levels ที่ระบุในเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ พบเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งระดับอยู่ 4 เกณฑ์หลักคือ รูปแบบผลลัพธ์ในแต่และช่วงโครงการ, การทำงานร่วมกันของแต่ละฝ่าย, การใช้ประโยชน์จากแนวคิด BIM (BIM Use) และวิธีการกระจาย หรือแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งในการหาเกณฑ์ที่เหมาะสมนั้นได้มีการสอบถาม และปรับแก้ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญนั้นเห็นตรงกับเกณฑ์ที่ได้ระบุมาแต่มีการปรับเปลี่ยนเกณฑ์เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ โดยเกณฑ์ที่ทำการปรับแล้วมีรายละเอียดดังนี้

- การนำ BIM มาประยุกต์ใช้ในโครงการ (BIM Use)
- รูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (sharing information)
- รูปแบบผลลัพธ์ (outcome/ deliverable)
- ฝ่ายที่นำ BIM มาใช้ (BIM User)

การแบ่งระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน

การแบ่งระดับของ BIM maturity levels จากทฤษฎีต่าง ๆ (รายละเอียดเสนอในภาคผนวก จ) มีการแบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ชื่อที่ใช้กำหนดแต่ละระดับรวมไปถึงนิยามที่เป็นตัวอธิบายของแต่ละระดับที่แตกต่างกัน การกำหนดระดับแต่ละระดับควรใช้คำที่สื่อระดับนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน และระดับนั้นไม่ควรแยกย่อยเกินไป โดยในงานวิจัยนี้แบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับคือ

LOI 0 (Non BIM) คือ ระดับที่ยังไม่มีการนำ BIM ไปใช้งาน

LOI 1 (Preliminary BIM) คือ ระดับที่เริ่มมีการนำ BIM ไปใช้งานในเบื้องต้น

LOI 2 (Intermediate BIM) คือ ระดับที่มีการนำ BIM ไปใช้งาน แต่อาจมีบางขั้นตอนที่ยังใช้กระบวนการทำงานแบบเดิมอยู่

LOI 3 (Advanced BIM) คือ ระดับที่มีการนำ BIM ไปใช้งานเต็มประสิทธิภาพ

หลังจากกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ และแบ่งระดับในระดับของการนำ BIM ไปใช้งานแล้วจะมีการนำเกณฑ์ที่กำหนดมาแบ่งแต่ละระดับออกจากกันดังแสดงในตารางที่ 5.4 การกำหนดค่าให้แต่ละเกณฑ์นั้นควรกำหนดให้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยวิเคราะห์จากโครงการก่อสร้างที่เข้าไปสังเกตุการณ์ในปัจจุบัน รายละเอียดของแต่ละเกณฑ์มีดังนี้

เกณฑ์ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ BIM จะมองถึงด้านในการใช้งานเป็นหลักเช่น ด้านมองภาพ (3D) ด้านการวางแผนงาน (4D scheduling) ด้านการเงิน (5D cost) หรือด้านดูแลบริหารสิ่งก่อสร้าง (6D facility management)

เกณฑ์ด้านรูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (sharing information) สามารถแบ่งเป็น 4 รูปแบบ คือ การแลกเปลี่ยนแบบระบบเดิม, การแลกเปลี่ยนแบบประยุกต์ระหว่างแบบ CAD และแบบจำลอง BIM การแลกเปลี่ยน BIM (segregate sharing) และการแลกเปลี่ยนแบบ BIM (centralize sharing)

เกณฑ์ด้านรูปแบบผลลัพธ์ (outcome/ deliverable) แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก คือ ผลลัพธ์ที่มีแต่แบบสองมิติ (2D CAD) ผลลัพธ์ที่มีทั้งแบบสองมิติ (2D CAD) และแบบจำลอง BIM และผลลัพธ์ที่มีแต่แบบจำลอง BIM

เกณฑ์ด้านฝ่ายที่นำ BIM มาใช้ (BIM User) ด้านนี้จะมองว่ามีฝ่ายใดบ้างที่ต้องการนำ BIM มาใช้

Chulalongkorn University

สรุประดับของการนำ BIM ไปใช้งาน

*ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน*คือ ระดับขั้นที่เหมาะสมในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง ในแต่ละ LOI นั้นมีลักษณะพิเศษ (characteristic) ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในการเลือกระดับที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจคือ วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาใช้ และการให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกัน และความเต็มใจในแบ่งปันสารสนเทศของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง โดยแบ่งเป็น 4 ระดับดังนี้

LOI 0 (Non BIM) คือ ระดับที่ไม่มีการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง เป็นกระบวนการทำงานที่ใช้โดยทั่วไป

LOI 1 (Preliminary BIM) คือ การนำ BIM มาใช้เพียงฝ่ายเดียวไม่มีการสื่อสาร หรือแลกเปลี่ยนแบบจำลอง BIM กับฝ่ายอื่น การแลกเปลี่ยนสารสนเทศยังคงใช้รูปแบบ 2 มิติเหมือนเดิม ประโยชน์ในการนำ BIM มาใช้นั้นเพียงเพื่อการมองภาพ (visualization) หรือพัฒนาแบบจำลองเพื่อส่งมอบให้แก่ผู้รับจ้างเท่านั้น ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นในโครงการ

LOI 2 (Intermediate BIM) คือ เริ่มมีบางฝ่ายที่เกี่ยวข้องมามีส่วนร่วมในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง มีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศในรูปแบบของแบบจำลองเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น การส่งแบบจำลองของงานระบบต่าง ๆ ให้แก่ผู้ตรวจสอบแบบจำลองเพื่อตรวจสอบการชนกันของวัตถุ แต่การแลกเปลี่ยนนั้นทำโดยการส่งแลกเปลี่ยนสารสนเทศกันไปมาระหว่างฝ่ายเท่านั้นไม่ได้มีการจัดทำแบบจำลองที่ใช้ศูนย์กลางของฐานข้อมูล (BIM model base) ในการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM ในระดับนี้จะมีการใช้ประโยชน์ BIM หลากหลายด้านมากขึ้น เช่น การจัดทำเพื่อแผนงานการก่อสร้าง (scheduling) การจัดทำการประมาณราคา (cost estimate)

LOI 3 (Advanced BIM) คือ การนำ BIM มาใช้งานตลอดทั้งวัฏจักรของโครงการก่อสร้าง ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องให้ร่วมมือในกระบวนการนี้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ความแตกต่างของแต่ระดับนั้นอ้างอิงจากเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน สามารถสรุประดับในการพัฒนาได้ดังในแผนภาพที่ 5.4 โดยมองเกณฑ์รูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ และด้านในการนำ BIM มาใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ และ LOI

Criteria / LOI	BIM Use	Sharing information	Outcome/ Deliverable	BIM User
Non BIM (0)	No	Tradition	2D CAD	None
Preliminary BIM (1)	3D	2D CAD + BIM	2D CAD + BIM	1 stakeholder
Intermediate BIM (2)	3D and 4D /5D /6D	BIM (Segregate sharing)	BIM	More than 1 stakeholder
Advanced BIM (3)	nD	BIM (Centralize sharing)	BIM	All stakeholders

5.2.3 ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristics of project)

ลักษณะที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะของแต่ละโครงการ ซึ่งลักษณะเฉพาะนี้ส่งผลต่อรายละเอียดของแนวทางหรือแผนในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในโครงการก่อสร้าง โดยการระบุลักษณะเฉพาะนี้ได้จากการวิเคราะห์ในบทที่ 4 และหัวข้อ 5.2 ซึ่งจะพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการดำเนินงาน (implementing factor)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกเฉพาะลักษณะที่เด่นชัดส่งผลต่อกระบวนการทำงานโดยตรง ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้างแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะที่ต้องพิจารณาดังนี้

(1) รูปแบบสัญญา หรือรูปแบบการจัดจ้าง (type of contract)

สัญญาแต่ละประเภทจะทำให้ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายนั้นแตกต่างกันออกไป รวมไปถึงกระบวนการในการทำงานที่แตกต่างกันออกไป โดยรูปแบบการจัดจ้างที่พบมี 2 แบบคือ

- ออกแบบ ประกวดราคา ก่อสร้าง (Design Bid Build)
- ออกแบบและก่อสร้างโดยผู้รับจ้างก่อสร้างรายเดียว (Design Build)

<table>
<tr><td>LOI 0</td><td>LOI 1</td><td>LOI 2</td><td>LOI 3</td></tr>
<tr><td colspan="2">2D</td><td>Separate BIM models shared by integration tools</td><td>Single integrated BIM model</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">3D Visualization</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">4D Scheduling and /or</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">5D Cost estimation and /or</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">6D Facility management</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>7D Sustainable building</td></tr>
</table>

ภาพที่ 5.4 สรุประดับในการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้

(2) ลักษณะและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (project type and complexity)

ถ้าเป็นโครงการที่มีความซับซ้อนมากจำเป็นที่จะต้องลงรายละเอียดในแบบจำลองอย่างละเอียดเพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงาน หรือโครงการที่เป็นศูนย์การค้าหรือตึกที่มีการบริหารอาคารตลอดเวลาอาจจะทำให้ต้องลงรายละเอียดในแบบจำลองด้านการรักษาดูแลสิ่งก่อสร้าง เพื่อช่วยให้ทำการบริหารสิ่งก่อสร้างให้สะดวกยิ่งขึ้น

(3) โครงสร้างขององค์กรผู้ว่าจ้าง (organization structure)

ลักษณะโครงสร้างขององค์กรนั้นเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจว่าขั้นตอนในการนำ BIM ใช้ในองค์กรควรเป็นอย่างไรถึงจะเหมาะสม เนื่องจากการปรับกระบวนการทำงานให้เหมาะสมกับโครงสร้างขององค์กรนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายกว่าการปรับโครงสร้างขององค์กรให้เหมาะสมกับกระบวนการทำงาน อีกทั้งวิสัยทัศน์หรือเป้าหมายขององค์กรก็เป็นปัจจัยส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน เมื่อองค์กรได้พิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ในองค์กรแล้วจึงมีตัดสินใจว่าจะประยุกต์ใช้แนวคิดอย่างไร จะมีการจัดตั้งฝ่ายหรือตำแหน่งเพิ่มเติมภายในองค์กร (in-house) ในการใช้แนวคิด BIM หรือจะจ้างบริษัทภายนอกมาดำเนินการแทน (BIM outsource) มาช่วย หรือมอบหมายหน้าที่ไปให้ฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ซึ่งลักษณะนี้จะส่งผลโดยตรงกับหน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในโครงการก่อสร้าง

(4) การใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Use)

BIM Use ตัวนี้มักถูกมองว่าไม่ใช่ลักษณะเฉพาะของโครงการ แต่ที่จริงแล้วเป็นตัวแปรสำคัญต่อแผนการดำเนินงาน เพราะการกำหนด BIM Use นั้นมาจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการใช้แนวคิด BIM ในโครงการ วัตถุประสงค์หนึ่งตัวอาจต้องใช้ BIM Use หลายตัวในการบรรลุวัตถุประสงค์ โดย BIM Use ที่นิยมนำมาใช้แสดงในตารางที่ 5.5 และตารางที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการใช้ BIM และ BIM Use ลักษณะเฉพาะในด้านนี้จะส่งผลต่อกระบวนการทำงานทั้งด้านขั้นตอนการทำงาน ด้านผลลัพธ์ที่ออกมาในแต่ละช่วง รวมไปถึงวิธีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

(5) โครงสร้างพื้นฐานที่มีในปัจจุบัน (infrastructure)

ลักษณะเฉพาะในด้านนี้จะถูกพิจาราณาก็ต่อเมื่อผู้รับจ้างไม่ต้องการเสียค่าใช้จ่ายเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐานหรืออุปกรณ์ทุกหมดเพื่อการนำ BIM มาใช้งาน จึงหาทางปรับแนวทางในการดำเนินงานให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่ โครงสร้างที่พิจาราณาได้แก่

- เครื่องมือ (tools) เช่น ซอฟต์แวร์ (software), ฮาร์ดแวร์ (hardware) และเครือข่าย (Network / Server)

- บุคลากร (personnel) ในส่วนนี้จะพิจารณาภายในองค์กรว่ามีความพร้อมหรือความพึงพอใจ (skill to use BIM tools / readiness) ที่จะปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้สามารถประยุกต์ใช้กับแนวคิด BIM ได้หรือไม่

- ฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง (project team) จะพิจารณาว่าแต่ละฝ่ายมีประสบการณ์ในการใช้แนวคิด BIM และความพร้อมในการใช้แนวคิด BIM

การระบุลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้างนั้นเป็นสิ่งสำคัญหากต้องการพัฒนาแผนงานในการนำ BIM มาใช้งานให้เหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริง โดยลักษณะเฉพาะแต่ละตัวนั้นจะส่งผลต่อแนวทาง หรือแผนงานในมุมมองที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ของทั้งสิ่งในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.5 BIM Use ที่นิยมนำมาใช้

BIM Use	Code
Record model	BU1
Cost estimation	BU2
Design authoring	BU3
Visualization/ Design reviews	BU4
Engineer Analysis	BU5
Energy analysis	BU6
3D coordination /Clash detection	BU7
Scheduling/ Phase planning	BU8
Asset management	BU9

ตารางที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง BIM objective และ BIM Uses

BIM Uses / BIM objective	BU1	BU2	BU3	BU4	BU5	BU6	BU7	BU8	BU9
Improve facility data after building turnover	●								●
Improve budget control		●		●			●		
Improve design quality			●	●	●	●	●		
Improve visualization /communication in project				●			●		
Reduce request for information (RFIs) and change orders				●			●		
Reduce energy use					●	●			
Improve construction quality	●						●		
Reduce construction delay	●						●	●	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.4 เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในโครงการ

เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในโครงการนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แนะนำทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างถึงกระบวนการทำงานที่ควรปฏิบัติตาม รวมไปถึงผลลัพธ์ที่ควรจะได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง โดยเนื้อหานี้ได้จากการวิเคราะห์คู่มือ และมาตรฐานในปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อหาคู่มือต่างแสดงในภาคผนวก ค โดยเนื้อหาหลักที่มีดังนี้

(1) หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในโครงการก่อสร้าง (roles & responsibilities) เป็นการระบุว่าหน้าที่ที่เพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงไปหากมีการเปลี่ยนกระบวนการทำงาน เช่น ใครควรมีหน้าที่รวบรวมแบบจำลอง ใครควรมีหน้าที่ในการพัฒนารูปแบบของแบบจำลอง (template model) หรือใครควรมีหน้าตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

(2) ขั้นตอนในการทำงาน (work process) เป็นการลำดับขั้นตอนว่าขั้นตอนใดควรทำก่อนหลัง รวมถึงเพิ่มขั้นตอนที่จำเป็นหากมีการนำ BIM มาใช้งาน

(3) การแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange) เป็นการระบุสารสนเทศที่มีการแลกเปลี่ยนในแต่ละช่วง ระบุฝ่ายที่รับผิดชอบสารสนเทศนั้น ๆ รวมไปถึงระบุรูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

(4) ผลลัพธ์ในแต่ละช่วง (deliverable or outcome) โดยแบ่งข้อมูลที่ต้องทำการระบุเป็น 3 ด้านเพื่อให้ผลลัพธ์สมบูรณ์คือ องค์ประกอบของแบบจำลอง (model element) ความละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ (Level of development, LOD) สารสนเทศที่นอกเหนือจากแบบจำลอง (Facility data)

รายละเอียดภายในแต่ละเนื้อหาจะแปรผันโดยตรงกับลักษณะเฉพาะของโครงการ และระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (แสดงในตารางที่ 5.7) เช่น ลักษณะรูปแบบสัญญาการจัดจ้างส่งผลต่อหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในโครงการก่อสร้าง ขั้นตอนในการทำงาน รวมไปถึงการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ ลักษณะประเภทของสิ่งก่อสร้าง และความซับซ้อนของสิ่งก็สร้างนั้นส่งผลต่อการระบุผลลัพธ์ในแต่ละช่วง เพราะหากสิ่งก่อสร้างมีความซับซ้อนในด้านโครงสร้าง การระบุความละเอียดขององค์ประกอบควรจะระบุให้ละเอียดขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาวัตถุชนกัน ลักษณะด้าน BIM Use นั้นจะส่งผลต่อทุกด้านของแนวทาง เพราะ BIM Use แต่ละตัวนั้นมีขั้นตอนการทำงาน และมีความต้องการใช้สารสนเทศที่แตกต่างกันออกไป

5.3 ขั้นตอนในการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้

เมื่อทำการระบุรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบแล้ว จากนั้นจึงนำองค์ประกอบมาเรียงเป็นขั้นตอนการทำงานตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 5.5 โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ การระบุวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการใช้ BIM และความพอใจในทำงานร่วมกันและการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

ขั้นตอนที่ 2 คือ การเลือกระดับการนำ BIM ไปใช้งานโดยจะพิจารณาจากปัจจัยที่ระบุในขั้นตอนแรก และความต้องการหรือความพร้อมของผู้ว่าจ้างเป็นหลัก

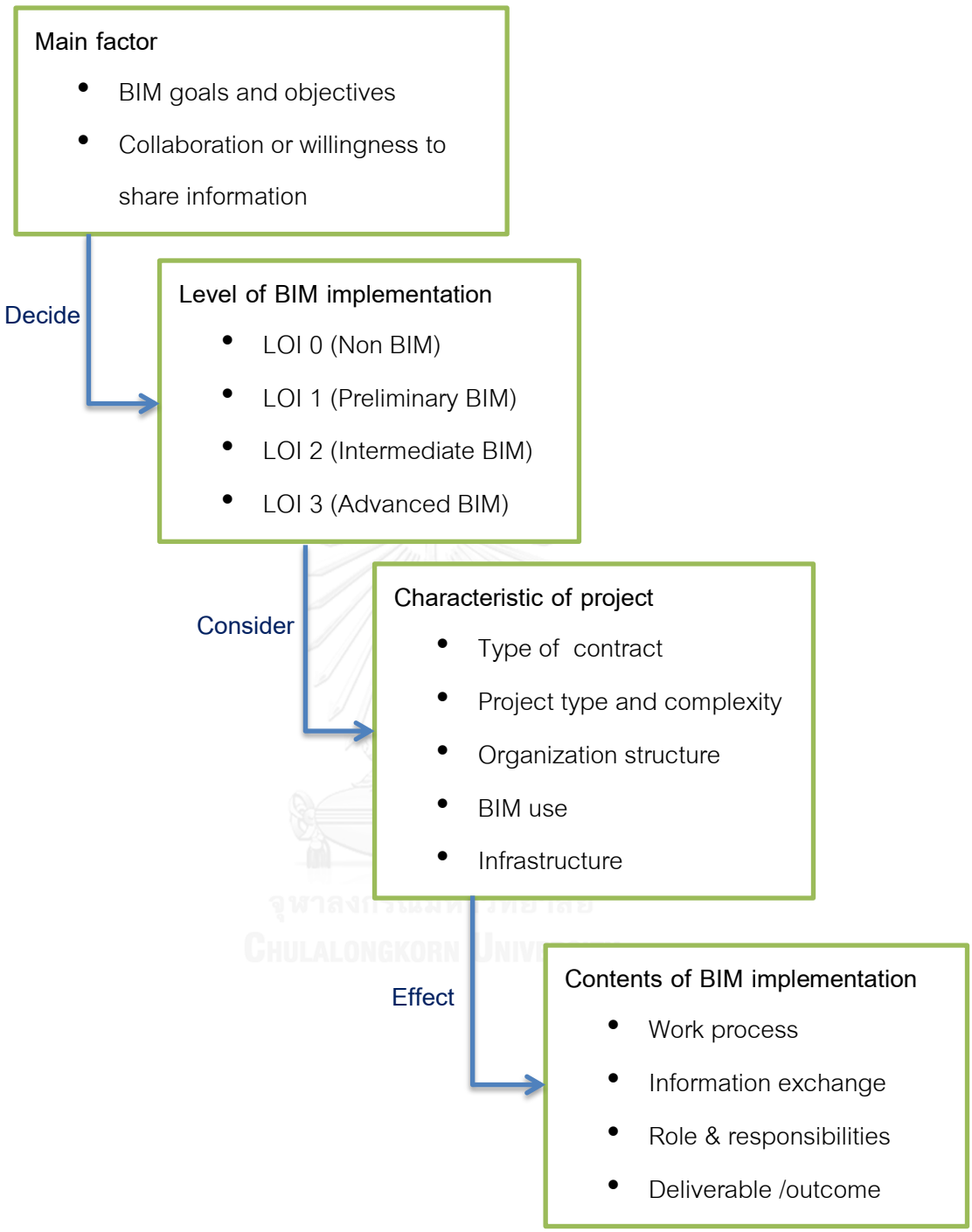
หลักในการเลือกระดับของการนำ BIM ไปใช้งานที่เหมาะสม

การเริ่มต้นในการตัดสินใจว่าควรนำแนวคิด BIM มาใช้มากน้อยในระดับใดในโครงการนั้น ควรเริ่มจากภายในองค์กรของผู้รับจ้างเป็นหลัก โดยผู้รับจ้างกำหนดวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ จากนั้นประเมินความพร้อมในด้านบุคคลหรือทรัพยากรปัจจุบันภายในองค์กร หลังจากการประเมินภายในองค์กรแล้วจะเริ่มประเมินภายในโครงการว่าแต่ละฝ่ายในโครงการนั้นมีวัตถุประสงค์ และเป้าหมายอย่างไร รวมไปถึงความพร้อมและความเต็มใจในการให้ความร่วมมือในด้านต่าง ๆ จากนั้นจึงทำการเลือกระดับที่ต้องการจะใช้ในโครงการนั้น ๆ

การเลือกระดับให้เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำหน้าที่ในการประเมิน การระบุคุณสมบัติผู้ประเมินLOI จึงเป็นประเด็นสำคัญอีกประเด็นหนึ่ง โดยในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการระบุคุณสมบัติของผู้ประเมินในย่อหน้าถัดไป

ตารางที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะกับเนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้

Contents / Characteristic	Roles & responsibilities	Work process	Information exchange	Deliverable or outcome		
				Model element	LOD	Facility data
Type of contract	x	x	x			
Project type and complexity				x	x	x
Organization structure	x	x	x			
BIM Use	x	x	x	x	x	x
Infrastructure	x	x	x		x	x



ภาพที่ 5.5 ขั้นตอนการดำเนินงานตามกรอบที่พัฒนาขึ้น

คุณสมบัติผู้ประเมินระดับของการนำ BIM ไปใช้งานในโครงการ (BIM assessor for level of BIM implementation)

คือผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจแทนผู้รับจ้างว่าควรจะนำ BIM มาใช้ในระดับใดในโครงการนี้จึงจะเหมาะสม ซึ่งผู้ประเมินในที่นี้อาจเป็นบุคคลใดก็ได้ที่รู้ถึงภาพรวมภายในองค์กรของผู้รับจ้าง และภาพรวมของโครงการก่อสร้าง ผู้ประเมินนั้นอาจจะเป็นบุคลากรในองค์กรของผู้ว่าจ้าง ผู้ควบคุมงาน หรือที่ปรึกษาเกี่ยวกับ BIM แต่ควรมีคุณสมบัติเบื้องต้นตามที่ระบุไว้ดังนี้

- บุคคลที่มีความรู้ และประสบการณ์ในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง
- บุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างภายในขององค์กร หรือหน้าที่ของแต่ละฝ่ายของผู้ว่าจ้าง
- บุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานตลอดวัฏจักรของโครงการก่อสร้าง
- บุคคลที่มีส่วนร่วมในการวางแผนในการนำ BIM มาประยุกต์ใช้
- บุคคลที่สามารถเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ในโครงการได้

ขั้นตอนที่ 3 คือ พิจารณาลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง เพื่อช่วยในการพัฒนาแนวทางในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในโครงการให้เหมาะสมสำหรับโครงการนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 คือ พัฒนาแนวทางหรือแผนในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมกับระดับการนำ BIM ไปใช้งานที่กำหนดไว้ และเหมาะสมกับลักษณะลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง ผู้จัดทำแนวทางนั้นควรเป็นบุคคลภายในองค์กรผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง โดยขั้นตอนที่ 1 และ 2 นั้นจะได้จากผู้ว่าจ้างเป็นหลัก เมื่อกำหนด LOI ที่ต้องการใช้ได้แล้ว ควรมีการระบุเรื่องระดับการนำ BIM ไปใช้งานในสัญญาว่าจ้างงาน เพื่อเป็นการคัดเลือกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างที่มีสามารถดำเนินงานได้ตามจริง ในส่วนขั้นตอนที่ 3 ควรมีการหารือกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุลักษณะเฉพาะ หลังจากนั้นผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้ว่าจ้างจะเริ่มดำเนินงานในขั้นตอนที่ 4

หลังจากที่ทำการระบุระดับของการนำ BIM ไปใช้งานและลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้างตามขั้นตอนที่ระบุในกรอบการดำเนินงานแล้ว จากนั้นทำการพัฒนาแนวทางในการนำ

BIM มาใช้งาน ซึ่งในการพัฒนาแนวทางนี้ควรจะมีรูปแบบหรือแนวทางที่ช่วยระบุรายละเอียดในแต่ละเนื้อหาหลักในแนวทางในการนำ BIM มาใช้งาน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน คือ

(1) แนวทางในการระบุหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายในโครงการก่อสร้าง (roles & responsibilities) เป็นการระบุว่าหน้าที่ที่เพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงไปหากมีการเปลี่ยนกระบวนการทำงาน เช่น ใครควรมีหน้าที่รวบรวมแบบจำลอง ใครควรมีหน้าที่ในการพัฒนารูปแบบของแบบจำลอง (template model) หรือใครควรมีหน้าตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งในการระบุหน้าที่ และความรับผิดชอบนี้ได้มีการจัดทำแบบประเมินที่จะใช้ในการสรรหาว่าใครมีหน้าที่อะไรในโครงการ โดยตารางประเมินแสดงในภาคผนวก ช อีกทั้งยังควรมีการระบุตำแหน่งงานที่เพิ่มเติมจากการทำงานในปัจจุบันเพื่อให้การให้กระบวนการทำงานสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น

โดยในการวิจัยนี้ได้แบ่งผู้ใช้งานระบบ BIM ออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ (1) ผู้ออกแบบหรือบันทึกสารสนเทศในระบบ BIM (2) ผู้บริหารสารสนเทศในระบบ BIM

หากพิจารณา*ผู้ใช้งานระบบ BIM ประเภทที่ 1* ผู้ออกแบบหรือบันทึกสารสนเทศนั้น เนื่องจากในประเทศไทยผู้ออกแบบยังขาดความชำนาญในการออกแบบเป็น 3 มิติ จึงทำให้เป็นการยากหากผู้ว่าจ้างจะมอบหมายหน้าที่ในการออกแบบและบันทึกสารสนเทศในรูปแบบ 3 มิติให้แก่ผู้ออกแบบรับผิดชอบในส่วนของปัญหานี้ผู้วิจัยจะทำการระบุทางเลือกตัวอย่างเช่น เพิ่มงบประมาณให้แก่ผู้ออกแบบในการออกแบบเป็น 3 มิติ หรือให้ผู้ออกแบบออกแบบเป็น 2 มิติ จากนั้นผู้ว่าจ้างจะทำการจ้างบริษัทภายนอกวาดแบบให้เป็น 3 มิติ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละแบบนั้นมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป

เมื่อพิจารณาถึง*ผู้ใช้งานระบบ BIM ในประเภทที่ 2* คือ ผู้บริหารสารสนเทศในระบบ BIM ควรจะพิจารณาจากโครงสร้างขององค์กร ความแตกต่างของบทบาทและความรับผิดชอบในแต่ละองค์กร และวิธีการจัดการการเปลี่ยนแปลงภายในองค์กร การบริหารการใช้ BIM นั้นควรเป็นหน้าที่ของผู้ว่าจ้างในการจัดหาบุคคลที่เหมาะสมในการบริหารการจัดการ BIM โดยได้ทำการระบุประเภทที่มีความเหมาะสมไว้ 4 ประเภทดังนี้

- ที่ปรึกษาโครงการ (CM) เป็นการจ้างบุคคลภายนอกในการดูแลจัดการบริหารระบบ BIM ในโครงการ ลักษณะนี้เหมาะสำหรับองค์กรที่ขาดประสบการณ์เกี่ยวกับการนำ BIM

มาใช้ในโครงการ หรือองค์กรที่เริ่มต้นการนำ BIM มาใช้ อย่างไรก็ตามที่ปรึกษาโครงการจะต้องทำลำดับขั้นตอนในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อนเพื่อการบริหารที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

- ทุกกลุ่มคนในโครงการก่อสร้างนั้นร่วมกันบริหาร ในตัวเลือกนี้เป็นการแบ่งความรับผิดชอบในการบริหารการใช้ BIM ให้แก่กลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง ข้อดีของตัวเลือกนี้คือ กลุ่มคนนี้มีความคุ้นเคยกับลำดับขั้นตอนในโครงการก่อสร้างนั้นๆเป็นอย่างดีจึงทำให้การบริหารง่ายขึ้น ข้อเสียคือแต่ละองค์กรในโครงการจะต้องมีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการนำ BIM ไปใช้งาน และต้องจัดสรรเวลาส่วนหนึ่งเพื่อการประชุมระหว่างองค์กรที่เกี่ยวข้องในโครงการในการวางแผน และการปรับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนในโครงการก่อสร้างเพื่อการใช้ BIM ให้มีประสิทธิภาพ
- แยกบริหารเป็นแต่ละกลุ่มในโครงการก่อสร้าง ในตัวเลือกนี้ไม่เป็นที่นิยมในการนำมาใช้ เพราะการแยกบริหารจะทำให้การนำ BIM มาใช้ไม่มีประสิทธิภาพ และอาจจะต้องมีการแต่งตั้งคนกลางเพื่อการประสานงานแต่ละกลุ่ม
- จัดตั้งกลุ่มคนในการวางแผนการบริหารการนำแนวคิด BIM มาใช้ เหมาะสำหรับองค์กรที่มีสิ่งก่อสร้างที่จะใช้เพื่อดูแลบริหารจำนวนมาก เช่น มหาวิทยาลัย ห้างสรรพสินค้า ในตัวเลือกนี้เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด ในการจัดตั้งกลุ่มประกอบไปด้วย
  - ผู้เชี่ยวชาญในด้าน BIM (BIM champion(s))
  - ผู้สนับสนุนการบริหารการใช้ BIM (management BIM advocate)
  - ผู้นำในการปฏิบัติการนำ BIM มาใช้ในแต่ละส่วน (operating unit BIM leads)
  - ผู้ปฏิบัติการนำ BIM มาประยุกต์ใช้ (BIM implementer)

(2) แนวทางในการออกแบบขั้นตอนในการทำงาน (work process) ในงานวิจัยนี้จะใช้แผนภาพ Business process modeling notation (BPMN) เป็นการแสดงขั้นตอนในการทำงาน ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดการใช้งานไว้ในบทที่ 3

(3) แนวทางในระบุการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange) เป็นการระบุสารสนเทศที่มีการแลกเปลี่ยนในแต่ละช่วง ระบุฝ่ายที่รับผิดชอบสารสนเทศนั้นๆ รวมไปถึงระบุรูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ ซึ่งการแลกเปลี่ยนสารสนเทศนี้จะได้จากขั้นตอนในแต่ละช่วงว่ามีการแลกเปลี่ยนอย่างไร จากนั้นจะมีการจัดทำเป็นตารางสรุป

(4) แนวทางในการระบุผลลัพธ์ในแต่ละช่วง (deliverable or outcome) โดยแบ่งข้อมูลที่ต้องทำการระบุเพื่อให้ผลลัพธ์สมบูรณ์ คือ องค์ประกอบของแบบจำลอง (model element) ความละเอียดของแต่ละองค์ประกอบ (level of development, LOD) สารสนเทศที่นอกเหนือจากแบบจำลอง (facility data) ในการระบุผลลัพธ์นี้จะได้จากการมองภาพรวมของโครงการว่ามีวัตถุประสงค์หลักอย่างไร พิจารณาจากองค์ประกอบในแบบที่มีในปัจจุบัน อีกทั้งสอบถามจากผู้ออกแบบ และฝ่ายที่เกี่ยวข้องถึงองค์ประกอบที่จำเป็น จากนั้นจะทำการระบุว่าในแต่ละองค์ประกอบแบบจำลองนั้นในแต่ละช่วงจะมีความละเอียดมากเท่าใด โดยพิจารณาจากการใช้งานแบบจำลอง และทรัพยาที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

การพัฒนาคู่มือในการนำ BIM มาใช้ตามแนวทางที่ได้กล่าวไปนั้นจะต้องมีการประชุมหารือกันของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการนำ BIM มาใช้ในโครงการ โดยคู่มือนี้ควรสอดคล้องกับระเบียบการ หรือข้อตกลงจากวัตถุประสงค์หลักในการนำ BIM มาใช้ และระดับของการนำ BIM ไปใช้งานที่กำหนดไว้เป็นพื้นฐานในการจัดทำคู่มือนี้ โดยในงานวิจัยนี้ได้จัดทำตัวอย่างคู่มือ หรือแนวทางการนำ BIM มาใช้ในบทที่ 6 ถัดไป

5.4 การตรวจสอบความถูกต้องของกรอบที่พัฒนาขึ้น

ในการตรวจสอบความถูกต้องนั้นไม่ใช่เพียงการที่นำกรอบที่สำเร็จแล้วไปตรวจสอบเท่านั้น การตรวจสอบทำมาเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากการตรวจสอบปัจจัยว่าตัวใดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ตรวจสอบระดับของการนำ BIM ไปใช้งานในโครงการ ตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการทำงาน แล้วจากนั้นจึงนำกรอบที่พัฒนามาตรวจสอบอีกครั้งเพื่อยืนยันรายละเอียดทั้งหมด โดยกรอบที่แสดงในหัวข้อที่ 5.2 นั้นคือกรอบที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องมาแล้ว การตรวจสอบความถูกต้องนั้นทำโดยการเข้าไปสัมภาษณ์ 4 ผู้เชี่ยวชาญ โดย Expert 1 คือ ที่ปรึกษาด้าน BIM (1), Expert 2 คือ สถาปนิก, Expert 3 คือ วิศวกรผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (ผู้ว่าจ้าง), และ Expert 4 คือ ที่ปรึกษาด้าน BIM (2) ซึ่งรายละเอียดคำถามหลักที่เข้าไปทำการสัมภาษณ์รายละเอียดผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงตารางสรุปผลสัมภาษณ์ถูกระบุในภาคผนวก ฉ

หลังจากที่แก้ไขกรอบรวมทั้งรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบแล้ว ได้มีการถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมเพื่อให้กรอบนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากแต่ละท่านนั้นมีบทบาทในโครงการก่อสร้างที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดความคิดเห็นที่หลากหลาย โดยทำการสรุปความคิดเห็นสำคัญของผู้เชี่ยวชาญแสดงในตารางที่ 5.8

จากการสัมภาษณ์ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกรอบมีประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้งานกรอบในการดำเนินงานตามแนวคิด BIM โดยทำการแก้ไขและเพิ่มเติมดังนี้

(1) กรอบนี้ขาดการระบุวัตถุประสงค์และขอบเขตของการใช้งาน จึงทำการเพิ่มเติมรายละเอียดเหล่านี้ในหัวข้อ 5.1

(2) ควรมีการระบุคุณสมบัติของผู้ที่มีหน้าที่ในการวางแผนงานนี้ รวมไปถึงการระบุคุณสมบัติที่เหมาะสมของผู้ประเมินระดับของการนำ BIM ไปใช้งานในโครงการก่อสร้าง จึงทำการเพิ่มเติมรายละเอียดในหัวข้อ 5.3

(3) ผู้เชี่ยวชาญมีการให้ความเห็นเรื่องปัจจัยหลักว่าควรมองด้านงบประมาณ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน BIM แต่ในงานวิจัยนี้ตั้งสมมติฐานว่ามีงบประมาณเพียงพอ จึงไม่นำปัจจัยดังกล่าวมาเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจ

(4) ผู้เชี่ยวชาญมองว่าควรประเมินด้านทรัพยากร(resource), ความสามารถ (competency), และ ประสบการณ์ (experience) ภายในองค์กรก่อน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ระบุขอบเขตในการใช้กรอบนี้ว่า ควรมีการประเมินความพร้อมของในองค์กรก่อนจะจัดทำการวางแผนนี้

(5) ลักษณะเฉพาะในด้านความพร้อมของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องนั้นจะถูกนำมาพิจารณาเมื่อตอนที่ว่าจ้างมาไม่ได้มีการระบุคุณสมบัติในสัญญา เพราะหากได้มีการระบุในสัญญาไปแล้วจะถือว่ามีความพร้อมในการดำเนินงานตามสัญญา

(6) แนวทางหรือแผนในการนำ BIM ไปใช้ในโครงการก่อสร้างควรเพิ่มรายละเอียดเรื่องการพัฒนาแบบจำลองให้ละเอียดมากขึ้น เช่น การตั้งค่ารูปแบบ (template) ของแบบจำลอง, ระบุ project based point & survey based point ให้ชัดเจน, ระบุการจัดเก็บไฟล์, การเชื่อมต่อไฟล์ (linked file) และการตรวจสอบแบบจำลอง (QC) เป็นต้น

ตารางที่ 5.8 สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อหลัก	รายละเอียด
Overview framework	1. ควรมีการระบุขอบเขต และนิยามของกรอบนี้ให้ละเอียด 2. ระบุวัตถุประสงค์ของกรอบนี้ให้ละเอียด 3. การกำหนดวัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM เป็นสิ่งแรกควรปฏิบัติ 4. ควรระบุคุณสมบัติของผู้ที่มีส่วนร่วมในการวางแผนให้ชัดเจน
Main factor	1. BIM goals นั้นควรจะมีการจัดลำดับความสำคัญ เพราะไม่สามารถเลือกเพียงเป้าหมายใดเพียงอันเดียว 2. แยกปัจจัยในการตัดสินใจของเจ้าของงาน และแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างให้ชัดเจน 3. การแลกเปลี่ยนสารสนเทศจากผู้ออกแบบมาสู่ผู้ว่าจ้างเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการทำงานของผู้รับจ้างมาก ผู้ว่าจ้างควรกำหนดออกมาเป็นกฎเกณฑ์ 4. ควรมีปัจจัยด้านงบประมาณ และด้านการคืนทุนด้วย เพราะจำเป็นต่อผู้ที่ออกค่าใช้จ่าย
Level of BIM implementation (LOI)	1. ก่อนการประเมินระดับ LOI นั้นควรมีการประเมินภายในองค์กรด้านทรัพยากร (resource), ความสามารถ (competency) และประสบการณ์ (experience) 2. ระบุตำแหน่งหน้าที่ หรือคุณสมบัติผู้ที่จะประเมินให้ชัดเจน เพราะไม่ใช่ใครก็ได้ที่จะสามารถประเมินได้ 3. ต้องกำหนดนิยามหรือทำตารางสรุปแยกแต่ LOI ให้ชัดเจน 4. ลักษณะของการใช้ BIM ควรมองเป็นมิติด้านการทำงาน (nD) มากกว่า
Characteristic of management	1. สัญญามีส่งผลต่อกระบวนการมากต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก 2. ด้าน project team นั้นควรระบุคุณสมบัติมาตั้งก่อนจ้างงาน หรือหากจะนำมาใช้ประเมินนั้นควรจะเป็นผู้รับจ้างที่เข้ามาทำงานร่วมกันโดยที่ไม่ได้ประกวดราคามาก

ตารางที่ 5.8 (ต่อ) สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อหลัก	รายละเอียด
BIM guideline	1. ควรมีการจัดทำ template แนวทางไว้เพื่อสะดวกต่องานหยิบไปใช้งาน 2. เนื้อหาควรระบุถึง BIM plate form คือ เรื่องการกำหนดซอฟต์แวร์, รุ่น (version) ของซอฟต์แวร์ และโปรแกรมเพิ่มเติม (Add-ins) ต่าง ๆ 3. เนื้อหาควรระบุถึงกระบวนการพัฒนาแบบจำลองให้ละเอียดเช่น การเชื่อมต่อไฟล์ (linked file) และการตรวจสอบแบบจำลอง (QC) 4. ควรมีการระบุเนื้อหาของการจัดเก็บไฟล์เพราะในปัจจุบันยังใช้การส่งไฟล์ไปมาบางครั้งเกิดความสับสน 5. ระบุ Project based point & Survey based point ให้ชัดเจน

5.5 สรุปท้ายบท

บทนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ (1) การวิเคราะห์คู่มือด้านการวางแผน และโครงการก่อสร้างในปัจจุบัน และ (2) การพัฒนากรอบการนำ BIM ไปใช้งาน (BIM implementation framework) ซึ่งรายละเอียดจากส่วนที่ 1 นั้นเปรียบเสมือนพื้นฐานหลักที่ใช้ในการพัฒนากรอบในส่วนที่ 2

ส่วนของการวิเคราะห์สามารถสรุปประเด็นหลักได้ดังนี้

(1) ประเด็นจากการวิเคราะห์คู่มือในปัจจุบัน

การวางแผนการดำเนินงานควรเริ่มจากการกำหนดระดับในการนำ BIM ไปใช้งาน ซึ่งระดับที่กล่าวถึงส่งผลต่อแผนในการดำเนินงานทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการดำเนินงาน ลักษณะผลลัพธ์ในแต่ละช่วง หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย รวมไปถึงรูปแบบในการสื่อสารแลกเปลี่ยนสารสนเทศ ซึ่งแต่ละโครงการก่อสร้างอาจมีการกำหนดระดับที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับปัจจัย และลักษณะโครงการก่อสร้าง เช่น วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM, ความต้องการใช้งานของผู้ว่าจ้าง, ความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง และความพร้อมของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

(2) ประเด็นจากการวิเคราะห์ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน

เกณฑ์ที่ถูกใช้ในการแบ่งระดับ คือ รูปแบบผลลัพธ์ในแต่และช่วงโครงการว่าออกมาเป็นแบบใด เป็นแบบ 2 มิติหรือ 3 มิติ นอกจากเกณฑ์ด้านรูปแบบของผลลัพธ์แล้ว ยังพบเกณฑ์ที่น่าสนใจจากทฤษฎีแต่ละตัวโดยเกณฑ์ตัวแรกนั่นก็คือ การทำงานร่วมกันของแต่ละฝ่ายว่าเป็นการทำงานแบบแยกกันทำงาน หรือมีการทำงานร่วมกัน เกณฑ์ในด้านการการปฏิบัติตามแนวคิด BIM นั้นเป็นเกณฑ์อีกตัวที่น่าสนใจ ซึ่งเกณฑ์นี้จะระบุว่าจะนำแนวคิด BIM มาใช้ในด้านใดบ้าง และเกณฑ์ที่พบอีกหนึ่งคือ วิธีการกระจาย หรือแลกเปลี่ยนข้อมูล

(3) ประเด็นจากการวิเคราะห์ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานในการนำ BIM ไปใช้งาน

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ (decision making factor) และปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการ (implementing factor) ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจจะเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นปัจจัยที่ผู้ใช้จะต้องกำหนดลงไป ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการคือ ปัจจัยที่ผู้ใช้ไม่ได้กำหนดหรือเลือกขึ้นมาแต่เปรียบเสมือนคุณลักษณะของโครงการที่มีผลทำให้กระบวนการเกิดความเปลี่ยนแปลง โดยสามารถจัดหมวดหมู่ปัจจัยทั้ง 11 ตัวได้ดังนี้

ปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ (decision making factor)

- องค์กร (organizations)
- วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการประยุกต์ใช้ BIM (BIM goals & objectives)
- ความเสี่ยง (associated risks)
- เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (tools)
- ทีมงานในโครงการก่อสร้าง (project team)

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการดำเนินงาน (implementing factor)

- ทีมงานในโครงการก่อสร้าง (project team)
- การประยุกต์ใช้ (application)
- เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (tools)

- ขั้นตอนการทำงานและสารสนเทศ (process and Information)
- รูปแบบสัญญาหรือลักษณะการจัดจ้าง (contract)
- มาตรฐานหรือระเบียบการ (protocol or standard)
- ประเภทและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (type and complexity of building)
- การศึกษาและฝึกอบรม (education and training)

ส่วนของการพัฒนากรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

กรอบการนำ BIM ไปใช้งานนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เป็นพื้นฐาน และทำการพัฒนากรอบเบื้องต้นขึ้นมา จากนั้นนำกรอบนี้เข้าไปสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขให้กรอบนี้เหมาะสมและสามารถนำมาใช้จริงได้ โดยกรอบนี้มีองค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบหลัก คือ

(1) ปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ ปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ ปัจจัยนี้เปรียบเสมือนตัวแปรหลักในการตัดสินใจว่าควรนำ BIM มาใช้อย่างไรในโครงการ พร้อมทั้งยังเป็นตัวกำหนดทิศทางกระบวนการทำงานที่จะเกิดขึ้น

- วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการประยุกต์ใช้ BIM
- การให้ความร่วมมือ และความเต็มใจในแบ่งปันสารสนเทศของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

(2) ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (level of BIM implementation, LOI) เป็นสิ่งที่ใช้กำหนดทิศทางว่ากระบวนการทำงานอย่างไรถึงจะเหมาะสมกับโครงการก่อสร้างนั้น ๆ โดยในกรอบนี้แบ่งระดับในการการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- **LOI 0 (Non BIM)** คือ ระดับที่ยังไม่มีการนำ BIM ไปใช้งาน
- **LOI 1 (Preliminary BIM)** คือ ระดับที่เริ่มมีการนำ BIM ไปใช้งานในเบื้องต้น
- **LOI 2 (Intermediate BIM)** คือ ระดับที่มีการนำ BIM ไปใช้งาน แต่อาจมีบางขั้นตอนที่ยังใช้กระบวนการทำงานแบบเดิมอยู่
- **LOI3 (Advanced BIM)** คือ ระดับที่มีการนำ BIM ไปใช้งานเต็มประสิทธิภาพ

(3) ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristic of management) คือ ลักษณะเฉพาะนี้ส่งผลต่อรายละเอียดของแนวทางหรือแผนในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในโครงการก่อสร้าง ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง ได้แก่

- รูปแบบสัญญา หรือรูปแบบการจัดจ้าง (type of contract)
- ลักษณะและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (project type and complexity)
- โครงสร้างขององค์กรผู้ว่าจ้าง (organization structure)
- การใช้ประโยชน์ BIM (BIM Use)
- โครงสร้างพื้นฐานที่มีในปัจจุบัน (infrastructure)

(4) เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในโครงการ พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แนะนำทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างถึงกระบวนการทำงานที่ควรปฏิบัติตาม รวมไปถึงผลลัพธ์ที่ควรจะได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้างโดยในแนวทางนี้จะมีเนื้อหาหลักดังนี้

- ขั้นตอนการทำงาน (work process)
- หน้าที่ และความรับผิดชอบ (roles & responsibilities)
- การแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange)
- ผลลัพธ์ในแต่ละช่วง (deliverable or outcome)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อทำการระบุรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบแล้วจากนั้นจะมีการนำองค์ประกอบมาเรียงเป็นขั้นตอนการทำงานตามลำดับโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ การระบุวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการใช้ BIM และความพอใจในทำงานร่วมกันและการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ ซึ่งในขั้นตอนนี้เรียกว่าการระบุปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 2 คือ จะทำการเลือกระดับของการนำ BIM ไปใช้งานโดยจะพิจารณาจากปัจจัยที่ระบุในขั้นตอนแรก และความต้องการหรือความพร้อมของผู้ว่าจ้างเป็นหลัก

ขั้นตอนที่ 3 คือ พิจารณาลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง เพื่อช่วยในการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM ไปใช้ให้เหมาะสมสำหรับโครงการนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 คือ ทำการพัฒนาแนวทางหรือแผนในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมกับระดับของการนำ BIM ไปใช้งานที่เลือกใช้ และเหมาะสมกับลักษณะลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง

หลังจากพัฒนากรอบนี้ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องและได้ทำการปรับแก้ให้เหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นพัฒนาและปรับปรุงกรอบนี้เสร็จ ผู้วิจัยนำกรอบนี้มาลองประยุกต์ใช้ในโครงการกรณีศึกษเพื่อแสดงถึงการใช้งาน โดยรายละเอียดจะกล่าวในบทถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การประยุกต์ใช้กรอบการนำ BIM ไปใช้งาน

บทนี้นำเสนอแนวทางการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบอาคาร ซึ่งแนวทางนี้ได้จากการประยุกต์ใช้กรอบการนำ BIM ไปใช้งาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเห็นภาพชัดเจนในการนำกรอบนี้มาใช้งาน

6.1 แนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการ

ในหัวข้อนี้จะเป็นการจัดทำตัวอย่างแนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง โดยการจัดทำนี้ใช้โครงการในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา เนื้อหาในส่วนนี้ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ออกแบบภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นหลัก รายละเอียดของแนวทางนี้อยู่ในช่วงตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนจบช่วงออกแบบเท่านั้น โดยแบ่งเนื้อหาของแนวทางเป็น 7 หัวข้อหลักดังนี้

- วัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาใช้ (BIM goals / objectives)
- ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (level of BIM implementation)
- ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristics of project)
- BIM Use ที่ต้องนำมาใช้ในโครงการ
- หน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย (role and responsibility)
- ผลลัพธ์ (outcome /deliverable)
- ขั้นตอนในการทำงาน (work process)

6.1.1 วัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาใช้

โครงการก่อสร้างภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยยังไม่มีการนำ BIM มาใช้ เพราะฉะนั้นในการเริ่มต้นจึงมองวัตถุประสงค์หลักนั้นคือ การพัฒนาสารสนเทศที่ใช้ในการดูแลรักษาอาคาร และวัตถุประสงค์รองลงมา คือ พัฒนาคุณภาพระบบการออกแบบ และ การช่วยพัฒนาระบบการ

ประมาณราคา สามารถจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งจำแนกการใช้งาน BIM ตามแต่ละจุดประสงค์ได้ดังแสดงในตารางที่ 6.1 หากมีวัตถุประสงค์มากกว่าหนึ่งวัตถุประสงค์จะทำการจัดอันดับโดยหมายเลข 1 คือ วัตถุประสงค์ที่สำคัญที่สุด

6.1.2 ระดับของการนำ BIM ไปใช้

เนื่องจากเป็นการเริ่มต้นในการดำเนินงานตามแนวคิดใหม่ที่ยังไม่เคยมีการใช้งานมาก่อน อีกทั้งแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องยังไม่มีความพร้อมในการจัดทำแบบจำลองอย่างเต็มรูปแบบ ติดปัญหาด้านความรู้ในการใช้ซอฟต์แวร์ และลิขสิทธิ์ของแบบจำลองจึงเลือกใช้ระดับ LOI 1 (preliminary BIM) รายละเอียดของระดับขั้นแสดงในตารางที่ 6.2 โดยการใช้ประโยชน์หลักคือ การพัฒนาแบบจำลองเพื่อส่งต่อให้ผู้ว่าจ้าง ในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศยังคงใช้ระบบเดิมเพิ่มเติมใช้แบบจำลองเพื่อใช้ในการประชุมหากเกิดข้อขัดแย้งในเรื่องแบบ ส่วนผลลัพธ์ในแต่ละช่วงนั้นจะมีทั้งแบบสองมิติ และทั้งแบบจำลอง รายละเอียดของแต่ละแบบจำลองจะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 6.1.6 และผู้ที่ใช้งานในระบบ BIM นี้มีเพียงสถาปนิกและผู้พัฒนาแบบจำลองเท่านั้น ซึ่งจากการวิเคราะห์เลือกระดับจึงพบว่าวัตถุประสงค์ที่กล่าวในหัวข้อ 6.1.1 นั้นจะทำในระดับเบื้องต้นเท่านั้น โดยระบุรายละเอียดได้ดังนี้

ตารางที่ 6.1 ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ และ BIM Use

BIM goals worksheet		
Priority (1-5)	Goal description	Potential BIM Uses
1	การพัฒนาสารสนเทศที่ใช้ในการดูแลรักษาอาคาร	Record Model
2	พัฒนาคุณภาพระบบการออกแบบ	Design Authoring, Design Reviews, Clash detection
3	ช่วยพัฒนาระบบการประมาณราคา	Design Authoring, Design Reviews, Cost estimation

วัตถุประสงค์หลักในที่นี้คือต้องการแบบจำลองที่เสมือนจริงเพื่อใช้ในการบริหารดูแลอาคารเท่านั้น ส่วนวัตถุประสงค์รองอีกสองตัวนั้นทำเพื่อเป็นผลลัพธ์ทางอ้อมในการดำเนินงานเท่านั้น กล่าวคือ การพัฒนาคุณภาพระบบการออกแบบนั้นใช้เป็นเพียงการนำแบบจำลองมาใช้ในการมองภาพที่ชัดเจนเพื่อลดการโต้เถียงเมื่อแบบชัดเจน หรือช่วยในการทำภาพตัดเพื่อประหยัดเวลา หรืออาจมีการนำมาตรวจสอบการชนกันของวัตถุในเบื้องต้นเพื่อลดการแก้แบบเมื่อมีการก่อสร้าง ส่วนในด้านการช่วยพัฒนาระบบการประมาณราคานั้นเป็นแค่การถอดปริมาณงานคร่าวๆอย่างอัตโนมัติจากแบบจำลอง ยังไม่มีการระบุราคาของวัสดุลงไปในแบบจำลอง

จากการกำหนดระดับขั้นนี้จะส่งผลต่อหน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย, ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น รวมไปถึงขั้นตอนในการดำเนินงาน

6.1.3 ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง

รายละเอียดของลักษณะเฉพาะในโครงการก่อสร้างจะถูกระบุในตารางที่ 6.3 จากการระบุลักษณะเฉพาะของโครงการจะสามารถกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย รายละเอียดของผลลัพธ์ในแต่ละช่วง รวมไปถึงการเลือก BIM Use มาใช้ โดยรายละเอียดจะนำไปใช้เมื่อเวลาหารือกันในการพัฒนาคู่มือ

6.1.4 BIM Use ที่นำมาใช้ในโครงการ

ในการระบุ BIM Use นั้นจะทำการระบุ BIM Use ในแต่ละช่วง รวมถึงกำหนดฝ่ายที่เป็นแกนนำในการผลักดันให้การใช้ BIM Use ประสบผลสำเร็จ โดยมีตารางตัวอย่างแผนงานในการเลือกใช้ BIM Use ซึ่งจะถูกระบุในภาคผนวก ซ โดยตารางนี้ดัดแปลงมาจาก CIC (2010)

ตัวอย่างคู่มือนี้จะมีการนำ BIM Use มาใช้ดังที่แสดงในตารางที่ 6.4 ซึ่งตามวัตถุประสงค์แล้วจะมีการนำ BIM Use มาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองสามมิติเป็นหลัก จึงมีการนำ BIM Use มาใช้ 4 หลัก คือ design Authoring, design reviews, cost estimation และ clash detection จากนั้นจะทำการระบุฝ่ายที่เป็นแกนนำในการใช้ BIM Use นี้

ตารางที่ 6.2 รายละเอียดของแต่ละระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน

Criteria / LOI	BIM Use	Sharing information	Outcome/ Deliverable	BIM User
Non BIM (0)	No	Tradition	2D CAD	None
Preliminary BIM (1)	3D	2D CAD + BIM	2D CAD + BIM	1 stakeholder
Intermediate BIM (2)	3D and 4D /5D /6D	BIM (Segregate sharing)	BIM	More than 1 stakeholder
Advanced BIM (3)	nD	BIM (Centralize sharing)	BIM	All stakeholders

ตารางที่ 6.3 ระบุลักษณะเฉพาะของโครงการ

ลักษณะเฉพาะ	**รายละเอียด**
รูปแบบสัญญา หรือรูปแบบการจัดจ้าง	แบบออกแบบ ประกวดราคา ก่อสร้าง
ลักษณะและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง	Project type: อาคารเรียน Project complexity: อาคารสูงธรรมดาไม่มีความซับซ้อนในการก่อสร้าง
โครงสร้างขององค์กรผู้ว่าจ้าง	ไม่มีฝ่าย BIM ในองค์กร
โครงสร้างพื้นฐานที่มีในปัจจุบัน	มีงบประมาณในการจัดทำไม่จำกัด แต่ขาดบุคคลากรและซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ในองค์กร

6.1.5 หน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย

เนื่องจากแนวทางที่จัดทำนั้นจะทำการระบุกระบวนการไปจนถึงจบช่วงออกแบบ อีกทั้งการจัดจ้างเป็นแบบ ออกแบบ ประกวดราคา ก่อสร้าง เพราะฉะนั้นฝ่ายที่เกี่ยวข้องนั้นจะมีเพียงผู้ออกแบบ และบุคลากรของเจ้าของโครงการ และเนื่องจากหัวข้อ 6.1.2 นั้นพบว่าภายในองค์กรของเจ้าของโครงการขาดความพร้อมจึงเลือกวิธีการจ้างบริษัทภายนอกเข้ามาทำตำแหน่งเพิ่มเติมอีกสองตำแหน่งคือ ผู้พัฒนาแบบจำลอง (BIM modeler) และ ผู้บริหารการใช้แบบจำลอง BIM (BIM manager) โดยการระบุหน้าที่หลักดังแสดงในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.4 แผนงานการเลือกใช้ BIM Use ในโครงการ

แผนงานการเลือกใช้ BIM Use				
BIM Uses ในแต่ละช่วง	ต้องการนำมาใช้หรือไม่ (Y/N/May be)	หน้าที่ความรับผิดชอบ		ข้อเสนอแนะ
		ฝ่ายที่เป็นแกนนำ	ฝ่ายช่วยเหลือ	
Planning Phase				
Programming	N			
Site Analysis	N			
Phase planning	May be			
Design Phase				
Design Authoring	Y	BIM modeler		
			Owner	Level of Detail needs defined
			All designers	Design 2D CAD
Design review	Y	BIM manager		
			Architect	Coordinator
Clash detection	Y	BIM manager		
			Owner	Scope needs defined
Multi-Phase				
Phase Planning	N			
Cost Estimation	Y	BIM manager		
			Owner	Scope needs defined

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.6 ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วง

องค์ประกอบของแบบจำลอง ได้จากการนำองค์ประกอบสิ่งก่อสร้างจาก CSI UniFormat นำไปตรวจสอบกับผู้ออกแบบในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปออกดังที่แสดงในตารางที่ 6.6 โดยแบ่งออกเป็นสาขางาน องค์ประกอบหลัก และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบกราฟิก (graphic) และแบบไม่ใช่กราฟิก (non-graphic)

ตารางที่ 6.5 หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ฝ่าย	หน้าที่	ช่วงเวลา
สถาปนิก	- ร่วมมือในการพัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception
	- ออกแบบด้านสถาปัตยกรรม (แบบสองมิติ)	Conceptualization, Criteria definition, Design
	- ประสานงานระหว่างกลุ่มผู้ออกแบบ และฝ่ายอื่นๆ	Conceptualization, Criteria definition, Design
วิศวกรโครงสร้าง	- ร่วมมือในการพัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception
	- ออกแบบด้านโครงสร้าง (แบบสองมิติ)	Criteria definition, Design
วิศวกรเครื่องกล	- ร่วมมือในการพัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception
	- ออกแบบด้านเครื่องกล (แบบสองมิติ)	Criteria definition, Design
วิศวกรไฟฟ้า	- ร่วมมือในการพัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception
	- ออกแบบด้านไฟฟ้า (แบบสองมิติ)	Criteria definition, Design
วิศวกร สิ่งแวดล้อม	- ร่วมมือในการพัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception
	- ออกแบบด้านระบบท่อ (แบบสองมิติ)	Criteria definition, Design
เจ้าของโครงการ	- วางแผนในการนำแนวคิด BIM มาใช้	Inception
	- ร่วมมือในการพัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception

ตารางที่ 6.5 (ต่อ) หน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ฝ่าย	หน้าที่	ช่วงเวลา
	- ระบุรายละเอียดสิ่งก่อสร้างที่ต้องการจะสร้าง	Conceptualization
	- อนุมัติแบบจำลองที่ถูกต้อง	Conceptualization, Criteria definition, Design
BIM Modeler	- พัฒนาแบบจำลองจากแบบสองมิติที่ได้จากกลุ่มผู้ออกแบบ	Design
	- แก้ไขแบบจำลองตามแบบสองมิติ	Design
BIM manager	- วางแผนในการนำแนวคิด BIM มาใช้	Inception
	- พัฒนาคู่มือการใช้แนวคิด BIM	Inception
	- ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	Design
	- ทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุเบื้องต้น	Design
	- ถอดปริมาณวัสดุจากแบบจำลอง	Design
	- คอยประสานงานระหว่างผู้พัฒนาแบบจำลอง และผู้ออกแบบ	Design
	- นัดประชุมในกรณีที่พบว่าแบบมีปัญหา	Design

ตารางที่ 6.6 องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
Architectural	Column	● Width ● Depth ● Height (Level to level)	● Type of materials ● Type of finishes - Plaster - Cladding
	Wall (ผนังก่อ)	● Width of wall ● Stack wall ● Split face and paint	● Type of materials
	Wall (precast)	● Width	● Type of materials

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
		● Thickness	● Material ● Plaster ● Cladding
	Curtain wall system	● Type of curtain wall ● Dimension of vertical mullion ● Dimension of horizontal mullion ● Space of vertical grid ● Space of horizontal grid	● Type of mullion - Vertical - Horizontal ● Type of panel
	Floor	● Thickness - Core boundary - Finishing	● Type of materials ● Type of finishes - Plaster - Cladding
	Door	● Height ● Width	● Type of material - Window frame - Window panel - Pane of glass - Composite - Tools ● Amount of hinges ● Size of hinges ● Knob ● Handle

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
			● Auto door ● Key card
	Window	● Height ● Width	● Type of material - Window frame - Window panel - Pane of glass - Composite - Tools ● Amount of hinges ● Size of hinges ● Handle
	Roof	● Thickness - Core boundary - Finishing	● Type of materials - Woods - Steels - Concrete - Shingle - Thermal insulation
	Stair	● Maximum Riser Height ● Maximum Tread Depth ● Maximum Run Width ● Top Rail Height	● Type of materials - Woods - Steels - Concrete - Balustrades - Railing - Vertical surface - Horizontal surface
	Ramp	● Ramp Max. Slope	● Type of materials

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
		(1/x) ● Shape ● Top Rail Height	- Woods - Steels - Concrete - Balustrades - Railing - Surface
	Ceiling	● Thickness ● Height offset From Level	● Type of installation - T-bar - Fixed ● Type of materials - Ceiling - Thermal insulation
	Sanitary ware	● Defaults from manufacturer ● New family	● Brand name ● Model ● Manufacturer
	Furniture	● Defaults from manufacturer ● New family	● Brand name ● Model ● Manufacturer
Structural	Beam	- Width - Depth - Length	- Type of materials
	Wall	- Thickness - Height - Length	- Type of materials
	Column	- Section area - Length	- Type of materials

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
	Floor	- Thickness - Area	- Type of materials
	Truss	- Length - Angle of truss - Shape - Framing type	- Type of materials
	Brace	- Width - Depth - Length	- Type of materials
	Foundation	- Type of Foundation - Thickness - Depth - Section area	- Type of materials
	Reinforcement Bar	- Length - Diameter - Rebar shape - Covering - Rebar orientation - Spacing - Rebar bending	- Type of Reinforcement Bar
Electrical	Switch and outlet	- Width - Length	- Type of switch and outlet
	Fire alarm system	● Width ● Length ● Height	- Type of fire alarm system - Number of fire alarm
	Main distribution	● Width	- Switchboard

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
	board, distribution board and load center	● Length ● Height	Voltage
	Lighting fixture	● Box Width ● Box Length	- Type of materials - Number of lighting fixture
	Cable tray	● Rung space ● Width ● Height ● Bend radius	- Type of materials - Steels - Aluminum
	Conduit	● Diameter ● Bend radius	- Type of materials - Steels - Aluminum - Poly Vinyl chloride (PVC) - Rigid Steel Conduit - Flexible Metal
	Electrical fixture	● Width ● Length ● Height	- Type of materials
<u>Mechanical (HVAC)</u> * Main equipment	Air-Cooled chiller/ Water-Cooled chiller	- Default form supplier	- Type - Cold capacity - Chilled water flow rate

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
			- Chilled water pressure drop - Suction – Discharge pipe
	Cooling tower	- Default form supplier	- Type - Water flow rate - Suction – Discharge pipe
	Chilled water pump/ Condenser water pump	- Default form supplier	- Type - Flow rate - Head - Suction – Discharge pipe
	Expansion tank, Water softener, Water filters, Heat exchange, Heat pump	- Default form supplier	-
	Air handling unit/ Fan coil unit	- Default form supplier	- Type - Cold capacity
	Ventilation Fan	- Default form supplier	- Type - Flow rate - External static pressure
*Piping system	Chilled water pipe	- Diameter - Insulation thickness	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.6 (ต่อ) องค์ประกอบ และแนวทางในการพัฒนาแบบจำลอง

Discipline	Element	Modeling Guideline	
		Graphic	Non-Graphic
	Condenser water pipe	- Diameter	-
	Make-up water pipe	- Diameter	-
	Refrigerant pipe	- Diameter	-
	Condensate drain pipe	- Diameter	-
*Duct system	Duct	- Width - Height	- Type
	Grille and Register	- Width - Height	- Type

<u>ระดับความละเอียดขององค์ประกอบในแบบจำลอง (Level of Development, LOD)</u>

ในการระบุความละเอียดของแบบจำลองในแต่ละช่วงเวลาของการออกแบบนั้นจะจัดทำเพียงงานระบบสถาปัตยกรรมเท่านั้น เนื่องจากทางด้านงานอื่นนั้นไม่มีการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาในแต่ละช่วงของการออกแบบ แต่จะใช้วิธีการนำแบบสองมิติที่ออกแบบเสร็จมอบให้แก่ BIM modeler ทำการพัฒนาแบบจำลองในช่วงสุดท้ายของโครงการก่อสร้างเลย แต่จะใช้การระบุว่าควรใส่รายละเอียดในแบบจำลองของช่วงออกแบบเท่าใดเท่านั้น

ระดับความละเอียดของแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลองด้านสถาปัตยกรรมนั้นมีตัวอย่างรายละเอียดแสดงในตารางที่ 6.7 ซึ่งจะแบ่งออกเป็นช่วงเวลาตามมาตรฐาน Omniclass ตารางที่ 31 พบว่าในช่วง conceptualization นั้นจะทำการพัฒนาโครงร่างสิ่งก่อสร้าง (Mass model) เพื่อมองลักษณะสิ่งก่อสร้างอย่างคร่าวๆ จากนั้นในช่วง criteria definition จะเป็นช่วงที่ประชุมหารือกับเจ้าของโครงการถึงลักษณะสิ่งก่อสร้างตามความต้องการของเจ้าของโครงการ เพราะฉะนั้นแบบจำลองนี้จะเน้นสารสนเทศเชิงภาพ โดยจะเป็นรูปร่างและตำแหน่งโดยประมาณ อาจมีการปรับแก้ตามความพอใจของเจ้าของงานพอได้รูปร่างและลักษณะสิ่งก็สร้างที่พอใจแล้วจะ

มีการนำไปออกแบบในช่วงออกแบบต่อไป ซึ่งแบบจำลองในที่นี้ควรจะมีความถูกต้องทั้งด้านขนาด ที่ตั้ง และรูปร่าง ส่วนข้อมูลที่แนบในแบบจำลองนั้นควรจะเพิ่มชนิดของวัสดุที่ใช้ ระบุสี หรือลักษณะการฉาบหรือขัดสี

ตารางที่ 6.7 ตัวอย่างระดับความละเอียดขององค์ประกอบของแบบจำลองด้านสถาปัตยกรรม

Stage / Element	Conceptualization phase	Criteria definition phase	Design phase
Architectural	Modeling Guideline	Modeling Guideline	Modeling Guideline
	Mass model Shape, location and orientation of building in site	-	-
Wall	-	Graphics : Approximate size, location and shape Non-Graphics (optional) : Type of materials, plaster, cladding	Graphics : Accurate size, location and shape Non-Graphics : Type of materials, plaster, cladding
Column	-	Graphics : Approximate size, location and shape Non-Graphics (optional) : Type of materials, plaster, cladding	Graphics : Accurate size, location and shape Non-Graphics : Type of materials, plaster, cladding

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.7 (ต่อ) ตัวอย่างระดับความละเอียดขององค์ประกอบของแบบจำลอ

Stage / Element	Conceptualization phase	Criteria definition phase	Design phase
Door	-	Graphics: Approximate location, size, and type. Non-Graphics (optional) : Amount of hinges, size of hinges, knob, and handle	Graphics: Accurate location, size, and type. Door assemblies modeled by type to include frame, panel, knob, handle Non-Graphics : Amount of hinges, size of hinges, knob, and handle

ระดับความละเอียดของแต่ละองค์ประกอบของแบบจำลองนี้จะไม่มีการใส่รายละเอียดที่มากไปเนื่องจากสิ่งก่อสร้างไม่มีความซับซ้อนในการก่อสร้างเป็นเพียงอาคารเรียนเท่านั้น เพราะฉะนั้นจะมีรายละเอียดในด้านงานต่างๆดังนี้

รายละเอียดส่วนรายละเอียดขององค์ประกอบแบบจำลองทางด้านงานโครงสร้างนั้น ในช่วงออกแบบจะไม่มีการใช่เหล็กเสริมในองค์ประกอบทั้งหมด และงานโครงสร้างเหล็กนั้นจะไม่ลงรายละเอียดถึงรอยเชื่อมต่อ น๊อต หรือสกรู

รายละเอียดขององค์ประกอบแบบจำลองทางด้านงานระบบนั้นจะแบ่งออกเป็นแบบจำลองสำหรับงานออกแบบ งานก่อสร้าง และงานบำรุงรักษา จะมีความแตกต่างกันบ้าง ตัวอย่างเช่น งานบำรุงรักษาควรมีรูปถ่ายจริงของอุปกรณ์ รายชื่อผู้ดูแลหรือหน่วยงานที่ดูแล และรายละเอียดการซ่อมบำรุงรักษา (เป็นรายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี) สำหรับอุปกรณ์หลัก เช่น เครื่องทำน้ำเย็น, หอผึ่งน้ำ, เครื่องเป่าลมเย็น, พัดลมระบายอากาศ และแผงสวิทช์ควบคุม เป็นต้น งานก่อสร้าง ควรแสดง hanger & support ของท่อน้ำ ท่อลม และอุปกรณ์หลัก ในขณะที่แบบจำลองของงานออกแบบ ไม่จำเป็นต้องแสดง ส่วนในด้านงานระบบท่อนั้นจะใส่เพียงท่อหลักๆ ที่มีขนาดใหญ่ และเป็นปัญหาหากมีการซ้อนทับกับงานระบบอื่นในการก่อสร้าง งานด้านไฟฟ้านั้นจะไม่มีการวาดสายไฟในแบบจำลองเนื่องจากสายไฟนั้นสามารถทำการหลบได้ในงานก่อสร้างจริง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความยุ่งยากให้แก่ผู้พัฒนาแบบจำลองโดยไม่จำเป็น

ข้อเสนอแนะ คือ ไม่ควรใส่รายละเอียดองค์ประกอบให้มากเกินไป ควรใส่ตามการใช้ประโยชน์ของแบบจำลอง อีกทั้งการใส่รายละเอียดที่มากเกินไปนั้นจะเป็นการเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการทำงานเพิ่ม รวมถึงอาจทำให้การนำแบบจำลองมาใช้งานหรือแก้ไขจะทำได้ยาก

6.2 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

ในขั้นตอนการดำเนินงานจะระบุขั้นตอนการดำเนินงานโดยรวมของกระบวนการออกแบบโดยใช้ BIM มาใช้ ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีการระบุหน้า และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย รวมถึงสารสนเทศที่มีการแลกเปลี่ยนในแต่ละช่วงอีกด้วย โดยขั้นตอนการดำเนินงานของตัวอย่างนี้ถูกระบุในภาพที่ 6.1 โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) เจ้าของโครงการเริ่มมีการระบุความต้องการในการสร้างสิ่งก่อสร้าง

(2) เจ้าของโครงการประชุมหารือกับสถาปนิกเกี่ยวกับแนวคิดในการสร้างสิ่งก่อสร้าง

(3) สถาปนิกทำการวาดโครงร่างของสิ่งก่อสร้าง

(4) เจ้าของโครงการทำการตรวจสอบแบบทางสถาปัตยกรรมเบื้องต้น หากมีการแก้ไขจะทำการแจ้งแก่สถาปนิก

(5) สถาปนิกแก้ไขตามความต้องการของเจ้าของโครงการ

(6) สถาปนิกเรียกประชุมผู้ออกแบบถึงรายละเอียดของสิ่งก่อสร้าง รวมถึงสอบถามเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายโดยประมาณของแต่ละระบบงาน

(7) สถาปนิกเริ่มออกแบบเบื้องต้น เมื่อสถาปนิกออกแบบเบื้องต้นเสร็จ ทำการส่งแบบไปให้ทางผู้ออกแบบด้านต่างๆ

(8) หากพบปัญหาในการขอเปลี่ยนแปลงแบบ ผู้ออกแบบจะทำการแจ้งผ่านทางสถาปนิก

(9) ผู้ออกแบบส่งแบบให้ทางสถาปนิกทำการรวบรวมแบบและส่งต่อให้ทางเจ้าของโครงการ

(10) เจ้าของโครงการทำการตรวจสอบแบบทั้งหมด หากมีการแก้ไขจะทำการแจ้งแก่สถาปนิก

(11) ผู้ออกแบบทำการแก้ไขแบบ จากนั้นส่งต่อให้ทางเจ้าของโครงการ

(12) เจ้าของโครงการส่งแบบให้แก่ทางผู้พัฒนาแบบจำลอง

(13) ผู้พัฒนาแบบจำลองทำการพัฒนาแบบจำลองทางด้านสถาปัตยกรรม และโครงสร้างก่อน

(14) ผู้บริหารแนวคิด BIM ทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุระหว่างแบบจำลองด้านสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง

(15) ผู้บริหารแนวคิด BIM ทำการส่งปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบการชนกันของวัตถุให้สถาปนิก จากนั้นสถาปนิกจะทำการแจ้งแก่ผู้ออกแบบในประเด็นการเปลี่ยนแปลงแบบ

(16) ผู้พัฒนาแบบจำลองทำการพัฒนาแบบจำลองทางงานระบบต่างๆ รวมทั้งทำการแก้ไขแบบจำลองที่ผู้ออกแบบได้ทำการแก้ไขมา

(17) ผู้บริหารแนวคิด BIM ทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุระหว่างงานด้านต่างๆ

(18) ผู้บริหารแนวคิด BIM ทำการส่งปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบการชนกันของวัตถุให้สถาปนิกอีกครั้ง จากนั้นสถาปนิกจะทำการแจ้งแก่ผู้ออกแบบในประเด็นการเปลี่ยนแปลงแบบ

(19) ผู้พัฒนาแบบจำลองทำการแก้ไขแบบจำลองที่ผู้ออกแบบได้ทำการแก้ไขมา

(20) ผู้บริหารแนวคิด BIM ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอีกครั้ง หากไม่มีการแก้ไขแล้วจะทำการแจ้งแก่ทางผู้ออกแบบ

(21) ผู้ออกแบบนำแบบที่แก้ไขถูกต้องแล้วนำไปให้นักประมาณราคาทำการถอดปริมาณและประมาณราคา ในขณะเดียวกันผู้บริหารแนวคิด BIM จะนำแบบจำลองมาทำการถอดปริมาณเพื่อใช้ตรวจสอบกับของทางผู้ออกแบบ

(22) เจ้าของโครงการทำการตรวจสอบ BOQ ที่ได้จากผู้ออกแบบอีกครั้ง หาก BOQ ถูกต้องก็สามารถนำแบบ รายการประกอบแบบ ไปใช้ในกระบวนการประกวดราคาต่อไป

ซึ่งจากขั้นตอนที่กำหนดสามารถระบุการแลกเปลี่ยนสารสนเทศแต่ละขั้นตอนแบ่งออกเป็นสารสนเทศที่ใช้อ้างอิง (reference information) สารสนเทศขาเข้า (input) และสารสนเทศขาออก (output) โดยมีการระบุประเภทเอกสารด้วยโดยใช้สัญลักษณ์ P แทน เอกสาร, 2D แทน แบบสองมิติ, และ M แทน แบบจำลอง BIM นอกจากนั้นยังมีการใช้สัญลักษณ์จากตารางที่ 6.8 แทนแต่ละฝ่าย สรุปการแลกเปลี่ยนสารสนเทศแสดงในตารางที่ 6.9

ตารางที่ 6.8 สัญลักษณ์แทนแต่ฝ่าย

ผู้รับผิดชอบ	
ARCH	สถาปนิก
O	เจ้าของโครงการ
CE	วิศวกรโยธา
BM	ผู้บริหารการใช้งาน BIM
MEP	วิศวกรเครื่องกล (M) วิศวกรไฟฟ้า (E) วิศวกรระบบ (P)
MO	ผู้พัฒนาแบบจำลอง
EST	ผู้ประมาณราคา

ตารางที่ 6.9 ระบุสารสนเทศในกระบวนการดำเนินงาน

No.	Party	Reference information	Input	type	Output	type
(1)	O	ข้อมูลพื้นที่จากการสำรวจ	ความต้องการของบุคลากรของเจ้าของโครงการ	P	ลักษณะสิ่งก่อสร้างที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	P
(2)	O & ARCH	ข้อมูลพื้นที่จากการสำรวจ	ลักษณะสิ่งก่อสร้างที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง	P	ลักษณะสิ่งก่อสร้างที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่ถูกต้อง	P
(3)	ARCH	-	ลักษณะสิ่งก่อสร้างที่ต้องการ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่ถูกต้อง	P	แบบโครงร่างของสิ่งก่อสร้าง	2D/M
(4)	O	-	แบบโครงร่างของสิ่งก่อสร้าง	2D/M	รายการที่ต้องทำการแก้ไข	P

ตารางที่ 6.9 (ต่อ) ระบุสารสนเทศในกระบวนการดำเนินงาน

No.	Party	Reference information	Input	type	Output	type
(5)	ARCH	-	รายการที่ต้องทำการแก้ไข	P	แบบโครงร่างของสิ่งก่อสร้างที่ถูกต้อง	2D/M
(6)	All designers	-	แบบโครงร่างของสิ่งก่อสร้างที่ถูกต้อง	2D/M	รายละเอียดของสิ่งก่อสร้างในแต่ละด้าน	P
(7)	ARCH	-	แบบโครงร่างของสิ่งก่อสร้างที่ถูกต้อง	2D/M	แบบงานสถาปัตยกรรม (Schematic design)	2D
			รายละเอียดของสิ่งก่อสร้างในแต่ละด้าน	P		
(8)	All designers	-	แบบงานสถาปัตยกรรม (Schematic design)	2D	แบบงานแต่ละระบบต่างๆ (Schematic design)	2D
					BOQแต่ละระบบโดยประมาณ	P
(9)	ARCH	-	แบบงานระบบต่างๆ (Schematic design)	2D	แบบทุกระบบ (Schematic design)	2D
			BOQ โดยประมาณ	P	BOQ ทุกระบบโดยประมาณ	P
(10)	O	-	แบบทุกระบบ (Schematic design)	2D	รายการชี้แจ้งแก้ไขแบบ	P

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.9 (ต่อ) ระบุสารสนเทศในกระบวนการดำเนินงาน

No.	Party	Reference information	Input	type	Output	type
(10)	O	-	BOQ ทุกระบบ โดยประมาณ	P	รายการชี้แจ้งแก้ไข BOQ	P
(11)	All designers	-	รายการชี้แจ้งแก้ไขแบบ	P	แบบทุกระบบ (Detail design)	2D
			รายการชี้แจ้งแก้ไข BOQ	P	BOQ ทุกระบบ	P
(12)	O	-	แบบทุกระบบ (Detail design)	2D	แบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง (Detail design)	2D
			BOQ ทุกระบบ	P		
(13)	MO	Model element & LOD	แบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง (Detail design)	2D	แบบจำลองสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง	M
(14)	BM	Scope of work	แบบจำลองสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง	M	รายการปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ	P
(15)	ARCH, CE	-	รายการปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ	P	แบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	2D
(16)	MO	Model element & LOD	แบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	2D	แบบจำลองสถาปัตยกรรม และโครงสร้าง (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	M

ตารางที่ 6.9 (ต่อ) ระบุสารสนเทศในกระบวนการดำเนินงาน

No.	Party	Reference information	Input	type	Output	type
			แบบงานระบบ MEP (Detail design)	2D	แบบจำลองงานระบบ MEP	M
(17)	BM	Scope of work	แบบจำลองทุกด้าน	M	รายการปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ	P
(18)	All designers	-	รายการปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ	P	แบบทุกด้าน (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	2D
(19)	MO	-	แบบทุกด้าน (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	2D	แบบจำลองทุกด้าน (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	M
(20)	BM	-	แบบจำลองทุกด้าน (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	M	แบบจำลองทุกด้าน (ตรวจวอบความถูกต้องแล้ว)	M
(21)	EST	ราคากลาง	แบบทุกด้าน (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	2D	BOQ อย่างละเอียด	P
	BM		แบบจำลองทุกด้าน (ตรวจวอบความถูกต้องแล้ว)	M	BOQ ที่ได้จากแบบจำลอง	P

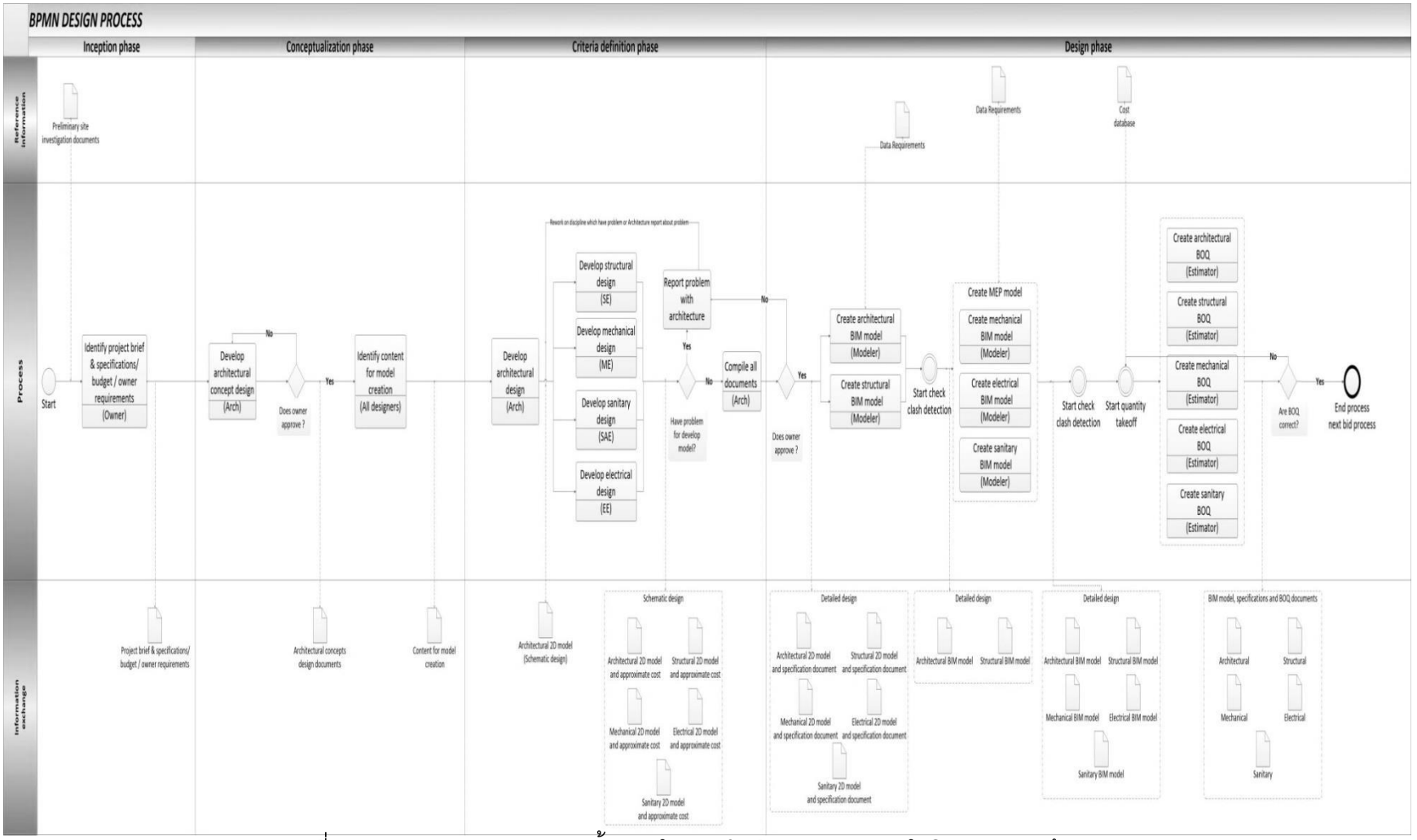
ตารางที่ 6.9 (ต่อ) ระบุสารสนเทศในกระบวนการดำเนินงาน

No.	Party	Reference information	Input	type	Output	type
(22)	O	-	แบบทุกด้าน (แก้ไขความถูกต้องแล้ว)	2D	แบบพร้อมรายการประกอบแบบ	P
			BOQ อย่างละเอียด	P		
			แบบจำลองทุกด้าน (ตรวจสอบความถูกต้องแล้ว)	M		

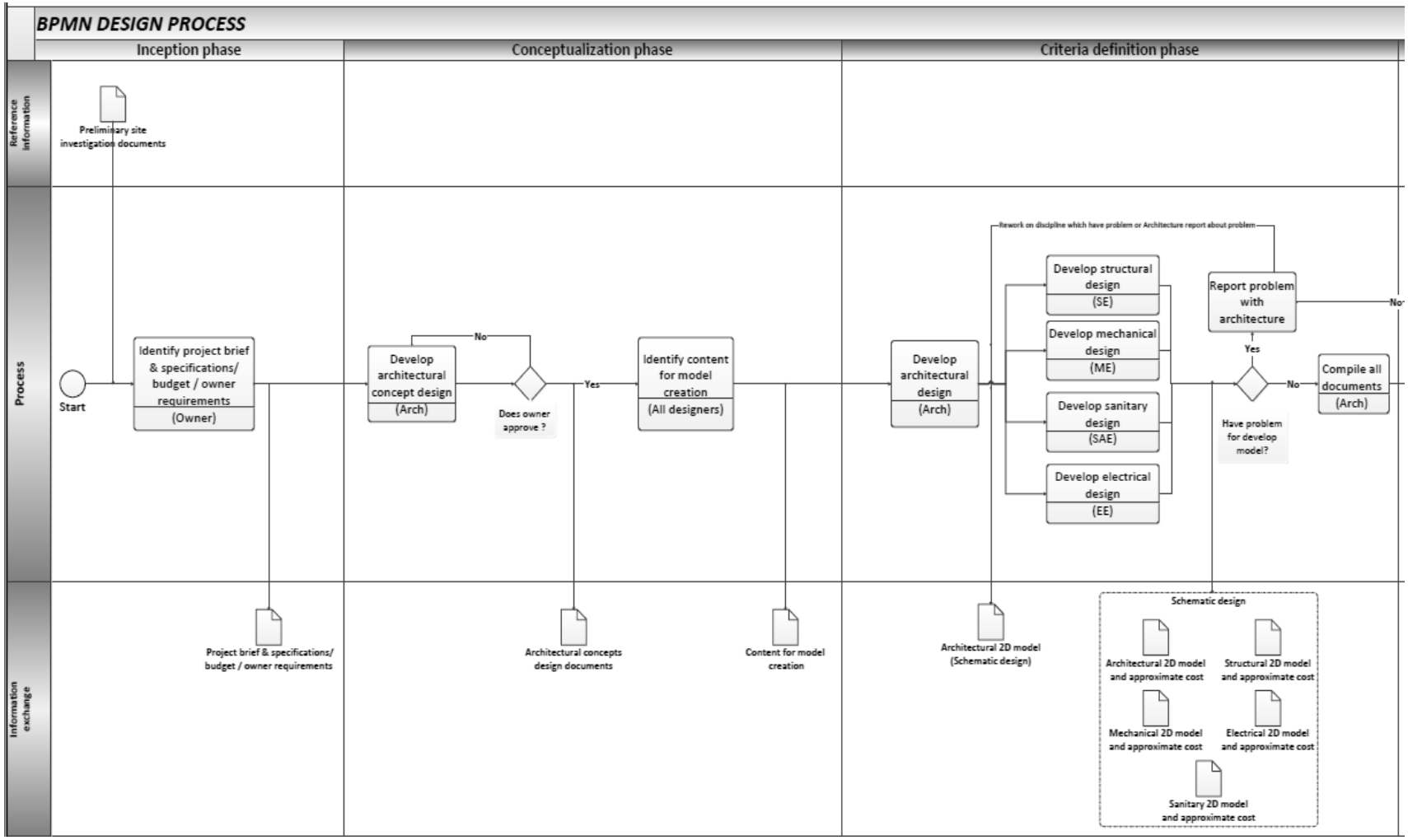
6.3 สรุปท้ายบท

คู่มือที่พัฒนาขึ้นเป็นตัวอย่างนี้เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างผู้วิจัย และผู้ออกแบบภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีเจ้าของโครงการตั้งวัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ว่าต้องการสารสนเทศที่นำมาใช้ในช่วงดูแลรักษาสิ่งก่อสร้าง ส่วนผู้ออกแบบนั้นต้องการเพิ่มประสิทธิภายในการออกแบบ โดยจัดตั้งวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการเป็นวัตถุประสงค์หลัก และจากการหารือกันในฝ่ายผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการนั้นมีความเห็นในการเลือกระดับในการใช้ BIM ว่าทางมหาวิทยาลัยนั้นยังไม่เคยดำเนินกระบวนการแนวคิดนี้มาก่อน อีกทั้งยังขาดบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านนี้ จึงตัดสินใจเลือกระดับ LOI 1 เป็นการใช้แนวคิด BIM เบื้องต้น และทำการระบุลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้างที่พบเจอมากในมหาวิทยาลัย จากการระบุข้อมูลทุกด้านที่ได้กล่าวมาแล้วจากนั้นจึงทำการพัฒนาคู่มือที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในโครงการ

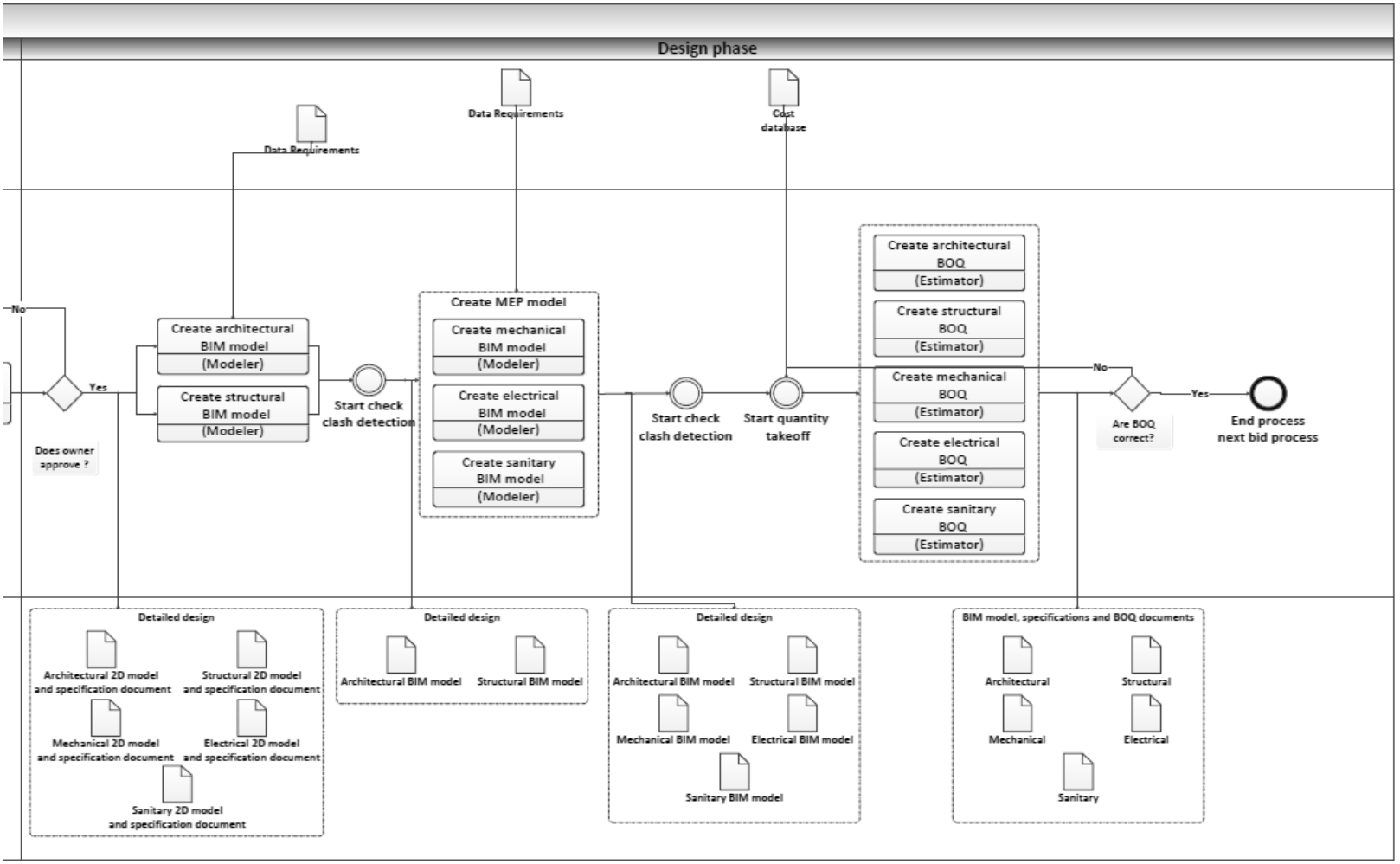
การพัฒนาคู่มือในการนำ BIM มาใช้นั้นควรประยุกต์ใช้กรอบที่นำเสนอในบทที่ 5 เพื่อที่จะได้คู่มือที่เหมาะสมแต่ละโครงการ อย่างที่กล่าวในเบื้องต้นว่ารายละเอียดของแต่ละคู่มือนั้นจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการใช้งาน รวมไปถึงลักษณะเฉพาะในโครงการก่อสร้างนั้น



ภาพที่ 6.1 แผนภาพ BPMN แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานออกแบบในโครงการก่อสร้าง



ภาพที่ 6.2 แผนภาพ BPMN แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานออกแบบในโครงการก่อสร้าง (ขยาย)



ภาพที่ 6.2 (ต่อ) แผนภาพ BPMN แสดงขั้นตอนในการดำเนินงานออกแบบในโครงการก่อสร้าง (ขยาย)

บทที่ 7
บทสรุป

7.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบอาคารอย่างเหมาะสม โดยนำเสนอผ่านกรอบในการนำ BIM ไปใช้ (BIM implementation framework) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ องค์ประกอบที่จำเป็น และขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ ขั้นตอนงานวิจัยนี้เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นในการพัฒนากรอบในการนำ BIM ไปใช้ โดยข้อมูลนั้นได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และบทสัมภาษณ์จากฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างที่นำ BIM มาใช้ หลังจากนั้นจึงทำการพัฒนากรอบขึ้น กรอบที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้จะถูกนำไปสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขให้กรอบนี้เหมาะสมและสามารถนำมาใช้จริงได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทุกท่านนั้นมีประสบการณ์ในการวางแผนงานเริ่มต้นการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM ในโครงการ หลังจากทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว จากนั้นผู้วิจัยจึงนำกรอบนี้ไปประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาเพื่อเป็นการยืนยันว่ากรอบนี้สามารถนำไปใช้ได้จริง จากการประยุกต์จึงทำให้ได้แนวทางในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างกรณีศึกษา

งานวิจัยนี้สามารถแบ่งผลลัพธ์ออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลและกรอบในการนำ BIM ไปใช้

7.1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้นได้จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการพัฒนากรอบในการนำ BIM ไปใช้ โดยสามารถสรุปออกมาได้ 3 ประเด็นหลัก คือ

(1) ปัญหาที่พบในกระบวนการออกแบบ

จากการวิเคราะห์กระบวนการออกแบบในปัจจุบันนั้นพบว่าปัญหาที่พบมากคือ การสื่อสารระหว่างฝ่ายและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแต่ละฝ่ายที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดจากการ

แลกเปลี่ยนที่สับสนวุ่นวาย ขาดสื่อกลางที่ทำให้ทุกฝ่ายเห็นภาพตรงกันชัดเจน การแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยนำแนวคิด BIM มาใช้

แต่การที่จะนำ BIM มาใช้นั้นไม่ใช่แค่การซื้อซอฟต์แวร์เท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบุคลากรซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญที่ให้การดำเนินสำเร็จลุล่างได้ จากการศึกษาและสัมภาษณ์เบื้องต้นนั้นพบว่าในการนำ BIM มาใช้นั้นมีปัญหาติดขัดอยู่มาก สามารถสรุปปัญหาออกเป็น 3 ด้านหลัก คือ

(1) ด้านบุคคลากร หรือฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาด้านนี้ถือว่าเป็นปัญหาหลักของการนำแนวคิดนี้มาใช้ เพราะสิ่งนี้คือสิ่งสำคัญที่ขับเคลื่อนให้การดำเนินงานประสบผลสำเร็จ ปัญหาส่วนใหญ่คือการต่อต้านไม่ยอมนำ BIM มาใช้เนื่องจากกลัวการเปลี่ยนแปลงกลัวว่าจะเป็นการเพิ่มภาระให้ตนเองยังไม่เห็นประโยชน์จากการดำเนินงานในลักษณะนี้

(2) ด้านกระบวนการหรือเทคนิคการทำงาน

จากการศึกษาในการนำแนวคิดนี้มาใช้ไม่ใช้เพียงการเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์เท่านั้นยังเป็นการปรับกระบวนการทำงานอีกด้วย จึงทำให้เกิดคำถามว่าใครต้องทำอะไร ทำอย่างไร ขอบเขตในการทำเท่าใด ถ้าหากไม่มีการระบุส่วนนี้ให้ชัดเจนอาจจะทำให้งานมีข้อผิดพลาดและไม่มีประสิทธิภาพได้

(3) ด้านทรัพยากร

ทรัพยากรในที่นี้คือ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ระบบเครือข่าย (server network) รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมในการทำงาน ปัญหาหลักในด้านนี้คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่เพิ่มขึ้นมา จึงเกิดคำถามตามมาว่าควรมีการกระจายค่าใช้จ่ายส่วนนี้แก่ทุกฝ่ายหรือไม่ และค่าใช้จ่ายที่เสียเพิ่มไปนั้นคุ้มค่าหรือไม่ อีกปัญหาหนึ่งคือทรัพยาการที่มีอยู่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะดำเนินงานได้หรือไม่

จากปัญหาที่ได้กล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการจัดทำแนวทางหรือคู่มือในการนำ BIM มาใช้ ซึ่งในปัจจุบันนั้นได้มีแนวทาง หรือคู่มือที่กล่าวถึงกระบวนการทำงานที่มีการแนวคิด BIM มาใช้ออกมาอย่างหลากหลาย แต่ละคู่มือนั้นมีความแตกต่างในรายละเอียดของเนื้อหา อีกทั้งจากการเข้าไปสังเกตการณ์ตามองค์กรที่มีการใช้ BIM พบว่ากระบวนการทำงานแต่ละโครงการมีลักษณะที่แตกต่างกัน ถึงแม้จะเป็นโครงการก่อสร้างภายในองค์กรเดียวกันกระบวนการทำงานยังมีความ

แตกต่างกัน จากข้อสังเกตที่พบจึงทำเกิดการวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดที่ทำให้ความแตกต่างเหล่านี้เกิดขึ้น

(2) ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบอาคาร

จากการสัมภาษณ์ และสังเกตการณ์ในโครงการก่อสร้างพบว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบอาคารที่มีการนำ BIM มาใช้นั้นเกิดจากปัจจัยเบื้องต้น 4 ปัจจัย คือ

(1) สัญญาหรือลักษณะการจัดจ้าง

สัญญาแต่ละประเภทจะทำให้ความรับผิดชอบของแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการนั้นแตกต่างกันออกไปรวมไปถึงลำดับขั้นตอนในการทำงานจะแตกต่างออกไป

(2) วัตถุประสงค์การใช้งาน

เป้าหมาย และวัตถุประสงค์ในการใช้ BIM นั้นออกเป็น 2 ประเภท คือ เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง และเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ซึ่งแต่ละองค์กรมีวัตถุประสงค์ในการนำ BIM มาใช้ที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น องค์กรประเภทผู้พัฒนาโครงการมุ่งเน้นไปที่การควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง (Improve budget control) หรือการพัฒนาระบบในการดูแลอาคาร (Improve facility data after building turnover) เป็นต้น

(3) ลักษณะ หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง

ลักษณะ หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้างจะส่งผลต่อลักษณะของผลลัพธ์ หากโครงการที่มีความซับซ้อนมากจำเป็นที่จะต้องลงรายละเอียดในแบบจำลองให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นเพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงาน หรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นศูนย์การค้าอาจต้องมีการเพิ่มรายละเอียดในแบบจำลองในด้านการบริหารเช่าพื้นที่เพื่อให้การทำงานสะดวกยิ่งขึ้น

(4) ทรัพยากร

ทรัพยากรที่กล่าวถึงนี้เป็นทรัพยากรที่มีอยู่ภายในองค์กร เพราะบางองค์กรยังไม่พร้อมลงทุนกับการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรทุกด้านพร้อมกัน จึงอาจต้องการกระบวนการทำงานที่เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่ ยกตัวอย่างเช่น หากบุคลากรที่มีในหน่วยงานยังไม่มีความพร้อมใน

การเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานอาจจะมีการจ้างบริษัทภายนอก (outsource) มาดำเนินงานแทนบุคลากรในบริษัท

(3) การวางแผนการนำ BIM มาใช้

จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานที่มีแนวคิด BIM มาใช้พบประเด็นที่น่าสนใจอีกหนึ่งประเด็น คือ การวางแผนในการใช้ BIM ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละโครงการ โดยการวางแผนนี้ควรคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในโครงการเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าทิศทางการใช้ BIM ควรเป็นอย่างไร ซึ่งการวางแผนควรมีการประชุมหารือกันกับทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ แต่แกนนำหลักควรจะเป็นผู้ว่าจ้าง หรือที่ปรึกษาโครงการ การวางแผนงานนี้รวมไปถึงการจัดทำคู่มือเพื่อใช้กำหนดว่าใครมีหน้าที่ทำอะไร ทำในช่วงใด รายละเอียดแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไร รายละเอียดในแบบจำลองแต่ละช่วงเป็นอย่างไร รวมไปถึงข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ช่วยให้แต่ละฝ่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลังจากการวิเคราะห์คู่มือ และแนวทางในใช้แนวคิด BIM และจากการเข้าไปเก็บข้อมูลตามหน่วยงาน พบว่าหากต้องการจัดทำแนวทางในการใช้ BIM นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่จำเป็นก่อนเพื่อให้แนวทางที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำมาใช้ได้จริง

7.1.2 กรอบในการนำ BIM ไปใช้

กรอบในการนำ BIM ไปใช้ (BIM implementation framework) เพื่อช่วยให้การจัดทำแนวทางทำได้โดยง่าย โดยกรอบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ และขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) องค์ประกอบที่จำเป็นในการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้

องค์ประกอบที่จำเป็นในการพัฒนาแนวทางการนำ BIM มาใช้ได้จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการสังเกตกระบวนการออกแบบที่เข้าไปเก็บข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

(1) ปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ ปัจจัยหลักที่ช่วยในการตัดสินใจ (main factor) ปัจจัยนี้เปรียบเสมือนตัวแปรหลักในการตัดสินใจว่าควรนำ BIM มาใช้อย่างไรในโครงการ พร้อมทั้งยังเป็นตัวกำหนดทิศทางกระบวนการทำงานที่จะเกิดขึ้น ปัจจัยหลักที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ

- วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการนำ BIM มาใช้
- การให้ความร่วมมือ และความเต็มใจในแบ่งปันสารสนเทศของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง

(2) ระดับของการนำ BIM ไปใช้งาน (level of BIM implementation, LOI) เป็นสิ่งที่ใช้กำหนดทิศทางว่ากระบวนการทำงานอย่างไรถึงจะเหมาะสมกับโครงการก่อสร้างนั้น ๆ โดยในงานวิจัยนี้แบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

- *LOI 0 (Non BIM)* คือ ระดับที่ยังไม่มีการนำ BIM ไปใช้งาน
- *LOI 1 (Preliminary BIM)* คือ ระดับที่เริ่มมีการนำ BIM ไปใช้งานในเบื้องต้น
- *LOI 2 (Intermediate BIM)* คือ ระดับที่มีการนำ BIM ไปใช้งาน แต่อาจมีบางขั้นตอนที่ยังใช้กระบวนการทำงานแบบเดิมอยู่
- *LOI 3 (Advanced BIM)* คือ ระดับที่มีการนำ BIM ไปใช้งานเต็มประสิทธิภาพ

(3) ลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง (characteristic of management) ลักษณะเฉพาะนี้ส่งผลต่อรายละเอียดของแนวทางหรือแผนในการใช้แนวคิด BIM ในโครงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้ระบุลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้างที่ควรนำมาพิจารณา ดังนี้

- รูปแบบสัญญา หรือรูปแบบการจัดจ้าง (type of contract)
- ลักษณะและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (project type and complexity)
- โครงสร้างขององค์กรผู้ว่าจ้าง (organization structure)
- การใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Use)
- โครงสร้างพื้นฐานที่มีในปัจจุบัน (infrastructure)

(4) เนื้อหาที่สำคัญต่อการนำ BIM มาใช้ในโครงการ พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แนะนำทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างถึงกระบวนการทำงานที่ควรปฏิบัติตาม รวมไปถึงผลลัพธ์ที่ควรจะได้ในแต่ละช่วงของโครงการก่อสร้าง งานวิจัยนี้ได้ระบุเนื้อหาหลัก ดังนี้

- ขั้นตอนการทำงาน (work process)
- หน้าที่ และความรับผิดชอบ (roles & responsibilities)
- การแลกเปลี่ยนสารสนเทศ (information exchange)
- ผลลัพธ์ในแต่ละช่วง (deliverable or outcome)

(2) ขั้นตอนการพัฒนาแนวทางในการนำ BIM มาใช้

เมื่อทำการระบุรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบแล้ว จากนั้นจึงนำองค์ประกอบมาเรียงเป็นขั้นตอนการทำงานเพื่อใช้งาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือการระบุวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการใช้ BIM และความพอใจในทำงานร่วมกันและการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

ขั้นตอนที่ 2 คือ การเลือกระดับการนำ BIM ไปใช้งานโดยจะพิจารณาจากปัจจัยที่ระบุในขั้นตอนแรก และความต้องการหรือความพร้อมของผู้ว่าจ้างเป็นหลัก

ขั้นตอนที่ 3 คือ พิจารณาลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง เพื่อช่วยในการพัฒนาแนวทางในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในโครงการให้เหมาะสมสำหรับโครงการนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 4 คือ พัฒนาแนวทางหรือแผนในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างที่เหมาะสมกับระดับการนำ BIM ไปใช้งานที่กำหนดไว้ และเหมาะสมกับลักษณะลักษณะเฉพาะของโครงการก่อสร้าง

จากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าว ขั้นตอนการเลือกระดับของการนำ BIM ไปใช้งานนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด โดยมีหลักในการเลือกระดับของการนำ BIM ไปใช้งานดังนี้

การเริ่มต้นในการตัดสินใจว่าควรนำแนวคิด BIM มาใช้มากน้อยในระดับใดในโครงการนั้นควรเริ่มจากภายในองค์กรของผู้รับจ้างเป็นหลัก โดยผู้รับจ้างกำหนดวัตถุประสงค์ และเป้าหมายในการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ จากนั้นประเมินความพร้อมในด้านบุคคลหรือทรัพยากรปัจจุบันภายในองค์กร หลังจากการประเมินภายในองค์กรแล้วจะเริ่มประเมินภายในโครงการว่าแต่

ละฝ่ายในโครงการนั้นมีวัตถุประสงค์ และเป้าหมายอย่างไร รวมไปถึงความพร้อมและความเต็มใจในการให้ความร่วมมือในด้านต่าง ๆ จากนั้นจึงทำการเลือกระดับที่ต้องการจะใช้ในโครงการนั้น ๆ

การเลือกระดับให้เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำหน้าที่ในการประเมิน การระบุคุณสมบัติผู้ประเมินระดับในการนำ BIM มาประยุกต์ใช้ในโครงการจึงเป็นประเด็นสำคัญอีกประเด็นหนึ่ง โดยในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการระบุคุณสมบัติของผู้ประเมินดังนี้

- บุคคลที่มีความรู้ และประสบการณ์ในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง
- บุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างภายในขององค์กร หรือหน้าที่ของแต่ละฝ่ายของผู้ว่าจ้าง
- บุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานตลอดวัฏจักรของโครงการก่อสร้าง
- บุคคลที่มีส่วนร่วมในการวางแผนในการนำ BIM มาประยุกต์ใช้
- บุคคลที่สามารถเข้าถึงทรัพยากรต่าง ๆ ในโครงการได้

กรอบที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีความแตกต่างกับคู่มือต่างประเทศอยู่มากในด้านวัตถุประสงค์การใช้งาน โดยวัตถุประสงค์ของคู่มือ BIM planning guide for facility owners guide นั้นมุ่งเน้นเพื่อช่วยให้องค์กรมีความพร้อมในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM แต่วัตถุประสงค์ของกรอบนี้ คือ การแนะแนวทางในการเริ่มต้นนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง (เสมือนการกำหนดระดับในการนำ BIM ไปใช้งานที่ชัดเจน) และกรอบนี้ไม่ได้ทำขึ้นเพื่อประเมิน หรือจัดเตรียมความพร้อมในการเปลี่ยนกระบวนการทำงานที่ใช้แนวคิด BIM ขององค์กร หรือภายในโครงการก่อสร้าง องค์กรที่นำกรอบนี้มาใช้ควรผ่านขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเชิงกลยุทธ์มาแล้ว และควรมีความรู้พื้นฐานเรื่อง BIM

แนวทางในการนำ BIM มาใช้ถูกพัฒนาขึ้นตามขั้นตอนภายในกรอบ โดยในแนวทางจะกล่าวถึง ขั้นตอนการดำเนินงาน ผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละช่วง หน้าที่และความรับผิดชอบของทุกฝ่าย รวมไปถึงรูปแบบการแลกเปลี่ยนสารสนเทศเพื่อให้ทุกฝ่ายเข้าใจและปฏิบัติตามแนวทางนี้

ตัวอย่างแนวทางที่จัดทำขึ้นในงานวิจัยนี้มีลักษณะเฉพาะตามลักษณะภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น หากต้องการพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมสำหรับโครงการก่อสร้าง ผู้จัดทำแนวทางควรนำกรอบการนำ BIM ไปใช้งานมาประยุกต์ใช้ โดยพิจารณาตามองค์ประกอบที่สำคัญและปฏิบัติตามขั้นตอนในการพัฒนาแนวทางที่ผู้วิจัยได้จัดทำไว้

7.2 ประโยชน์ของงานวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

(1) เพื่อให้ผู้ว่าจ้างและกลุ่มคนที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง หรือผู้ที่สนใจมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานที่นำ BIM มาใช้มากขึ้น

(2) สามารถนำกรอบนี้มาใช้เพื่อการเริ่มต้นในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง

(3) สามารถนำแนวทางที่พัฒนานี้มาใช้จริงกับกระบวนการออกแบบอาคารภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย

(1) เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลาจึงทำให้แนวทางที่พัฒนานี้จะสิ้นสุดแค่เพียงช่วงออกแบบที่มีแบบพร้อมสำหรับการประกวดราคาเท่านั้น

(2) ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบในปัจจุบันนั้นได้จากกระบวนการออกแบบจากโครงการก่อสร้างภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น จึงอาจทำให้เกิดความแตกต่างของกระบวนการออกแบบอาคารของโครงการก่อสร้างภายนอก

(3) การพัฒนากรอบการนำ BIM ไปใช้งานนั้นจะไม่มีการกล่าวถึงการประเมินระดับขั้นในการพัฒนาขององค์กร (maturity model) หรือการจัดทำ Road map

(4) ในงานวิจัยนี้ไม่นำด้านงบประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน หรือด้านการคุ้มทุน (return of investment) ของการใช้ BIM มาพิจารณา พร้อมตั้งสมมติฐานว่าองค์กรนั้นมีความพร้อมในด้านงบประมาณ

(5) เนื่องจากในปัจจุบันผู้เชี่ยวชาญภายในประเทศด้านการใช้ BIM มีจำนวนจำกัด จึงเป็นสาเหตุที่ผู้เชี่ยวชาญมีเพียง 4 ท่านในการตรวจสอบผลลัพธ์เท่านั้น

(6) เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีคู่มือ หรือแนวทางในการใช้ BIM ภายในประเทศ มีเพียงมาตรฐานการเขียนแบบจำลอง BIM ของสาขาสถาปัตยกรรมเท่านั้น ในงานวิจัยนี้จึงต้องอ้างอิงคู่มือจากต่างประเทศเป็นแนวทาง

(7) การใช้ BIM ในประเทศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อาจจะทำให้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นั้นไม่ตรงกับสถานการณ์ในปัจจุบัน

7.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง เป็นการช่วยกำหนดทิศทางในการนำแนวคิด BIM มาใช้ในโครงการจะเป็นในแนวทางแบบใด ซึ่งผลลัพธ์งานวิจัยนี้ไม่ได้ครอบคลุมทั้งวัฏจักรโครงการสร้างเป็นเพียงช่วงเริ่มต้นโครงการไปจนถึงจบกระบวนการออกแบบเท่านั้น เพราะฉะนั้นงานวิจัยในอนาคตควรจัดทำแนวทางในการใช้ BIM ในช่วงต่อไปให้ครบทั้งวัฏจักรโครงการก่อสร้าง อีกทั้งในโครงการก่อสร้างนี้มีฝ่ายที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ วิศวกร ผู้รับจ้างก่อสร้าง และผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้แต่ละฝ่ายนั้นมีความต้องการในการใช้งานที่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้นงานวิจัยในอนาคตควรมีการพัฒนาคู่มือที่เหมาะสมสำหรับแต่ละฝ่าย

ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะมีส่วนช่วยในการผลักดันให้มีการนำ BIM มาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมก่อสร้างภายในประเทศ และมีส่วนช่วยให้กระบวนการออกแบบในแต่ละโครงการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

AEC (UK) (2009). AEC (UK) BIM Standard. United Kingdom, AEC (UK).

AEC (UK) (2010). AEC (UK) BIM Standard for Autodesk Revit. United Kingdom, AEC (UK).

AEC (UK) (2011). AEC (UK) BIM Standard for Bentley Building. United Kingdom, AEC (UK).

AIA (2008). AIA Document E202 – 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit. USA.

AIA (2013). AIA Document E203 – 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit. USA.

Autodesk (2012) A framework for implementing a BIM business transformation.

BCA (2012). Singapore BIM Guide. Building and Construction Authority. Singapore.

BCA (2013). Singapore BIM Guide Version 2. Building and Construction Authority. Singapore.

BIMForum (2015). Level of Development Specification Version April 2015 (Draft for Public Comment). USA, BIMForum.

Bips (2007). Bips 3D Working Method. Denmark, Bips.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

BIS (2011). A report for the Government Construction Client Group. United Kingdom, The department of Business Innovation and Skills.

Bluentcad (2013). "BIM Services – An Overview." from http://www.bluentcad.com/services/revit-bim-services.html.

Building SMART Deutschland Anwenderhanbuc Datenaustausch BIM/IFC.

BuildingSMART Korea & Kyung Hee University (2011). National BIM Roadmap and Guidelines. Korea.

Business Information Technology Development & Construction Division Housing Department (2009). Building Information Modeling Standards Manual Development and Construction Division of Hong Kong Housing Authority. Hong Kong.

Chrisis, M. B. and et al. (2007). Capability Maturity Model (CMM). USA, Software Engineering Institute (SEI)

CIC (2010). Building Information Modeling Execution Planning Guide. USA.

CIC (2013). BIM planning guide for facility owners. USA.

CIC (2013). The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses. USA.

CIFE (2007). CIFE Technical Reports. USA, Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering.

Construction Innovation (CRC) (2009). National Guidelines for Digital Modeling. Australia.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department of Business Innovation & Skills (UK) (2009). Building Information Modeling (BIM) Working Party Strategy Paper. Business Innovation & Skills (UK). United Kingdom.

Department of Innovation Industry Science and Research (2010). Digital Modeling and The Build Environment. Innovation Industry Science and Research. Australia.

Eastman, C. and et al. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. USA.

Hamilton, T. L. (2012). BIM deployment: a process to adopt and implement a disruptive technology. Department of Science in engineering. USA, The University of Texas at Austin. **Master of Science in Engineering**.

Hergunsel, M. F. (2011). Benefits of building information modeling for construction managers and BIM based scheduling. Department of Science. USA, Worcester polytechnic institute. **Master of Science**.

Hong Kong Institute of Building Information Modeling (2011). BIM Project Specification. Hong Kong, Hong Kong Institute of Building Information Modeling.

Hooper, M. (2011). A Review of BIM Guidelines :Content, Scope & Positioning. Department of Science. Denmark, Technical University of Denmark. **Master of Science**.

Jernigan, F. E. (2008). BIG BIM Little BIM: The practical approach to building information modelling: integrated practice done the right way. USA.

Kalny, O. (2007). "BIM versus Wiki: The Analogy." from http://www.aecbytes.com/viewpoint/2007/issue_31.html.

Mom, M. and et al (2011). On decision making and technokogy-implementing factors for BIM adoption. International Conference on Construction Applications of Virtual Reality.

NIBS (2010). National Building Standard Version 1. Part 1: Overview, Principles, and Methodologies. USA.

OmniClass (2012). OmniClass A Strategy for Classifying the Built Environment. Table 31-Phases. USA.

Rohena, R. (2011). Building information management (BIM) implementation in naval construction. Department of Science. USA, The Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. **Master of Science**.

Senate Properties (2007). Senate Properties BIM Requirement. Finland, Senate Properties.

Statsbygg (2011). Statsbygg BIM Manual. Norway, Statsbygg.

Strafaci, A. (2008) What does BIM mean for civil engineers?

Succar, B. (2009). "Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders." Automation in Construction **18**: 357–375.

The Construction Users Roundtable (CURT) (2010). BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started. USA.

Won, J. and G. Lee (2010). Identifying the consideration factors for successful BIM projects. ICCCBE 2010.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Wong, A. K. D., et al. (-). "Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries."

Zahrizan and et al. (2014). "Exploring the Barriers and Driving Factors in Implementing Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian Construction Industry: A Preliminary Study." Journal – The Institution of Engineers, Malaysia **15**(1).

วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์ (2013). "BIM (Building Information Modeling)." from http://viwat2013.blogspot.com/2013/10/bim-building-information-modeling.html.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
ผลการสัมภาษณ์กระบวนการออกแบบที่ใช้โดยทั่วไป

- ผลจากการสัมภาษณ์สถาปนิก (กวีไกร ศรีหิรัญ, **สัมภาษณ์**, 25 มิถุนายน 2556)

ปัญหาการออกแบบสถาปัตยกรรมในปัจจุบัน

(1) ในการตัดรูปด้าน (elevation) หรือรูปตัด (section) ที่เป็นแบบสองมิตินั้นไม่ได้ทำได้โดยอัตโนมัติ ใช้นักเขียนแบบ (draft man) ในการตัดแบบจึงทำให้ไม่สามารถตรวจสอบแบบได้อย่างละเอียด ยกตัวอย่างเช่นเมื่อตัดที่เส้นกริด A (Gridline A) อาจจะไม่พบการชนกันของวัตถุ แต่เมื่อตัดที่เส้นกริด B (Gridline B) อาจเกิดการชนกันในตำแหน่งเดียวกัน

(2) เมื่อราคาเกินงบประมาณที่ตั้งไว้จึงต้องมีการปรับแก้แบบให้ตรงตามงบประมาณที่ตั้งไว้เกิน และเมื่อแก้ไขแบบเสร็จจะต้องมีการถอดปริมาณ และประมาณราคาใหม่ซึ่งจะทำให้เสียเวลาและทรัพยากร

(3) การสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบเป็นแบบสื่อสารกันอยู่สองฝ่าย ไม่มีสื่อกลางในการกระจายข้อมูลซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ข้อมูลตกหล่น

ปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อนำ BIM มาใช้

(1) การกระจายค่าใช้จ่ายของ BIM

(2) ควรมีคนกลางเพื่อรวบรวมและจัดการข้อมูลหรือไม่ และควรจะเป็นฝ่ายใดที่รับผิดชอบ

(3) ควรเริ่มใช้ BIM ตั้งแต่ช่วงไหนในช่วงการออกแบบควรตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นเลยหรือไม่

(4) ข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่เพียงพอที่จะทำ BIM หรือไม่

- ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ออกแบบโครงสร้างอาคาร (วัฒนชัย สมิทธากร, **สัมภาษณ์**, 13 มิถุนายน 2556)

ปัญหาการออกแบบในปัจจุบัน

(1) การกระจายข้อมูลไม่ทั่วถึงยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการแก้ไขแบบบางฝ่ายไม่ได้แก้ไขแบบตามเพราะไม่ได้รับการแจ้งการแก้ไขแบบจึงทำให้แบบที่ออกไปของแต่ระบบไม่ตรงกัน เมื่อมีการก่อสร้างจะต้องนำแบบมาแก้ไขใหม่

Chulalongkorn University

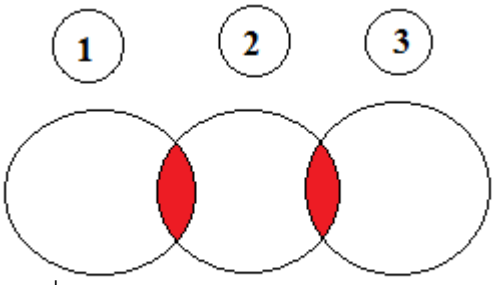
(2) เมื่อต่างฝ่ายต่างออกแบบในเวลาเดียวกัน แต่ละฝ่ายก็จะไม่สามารถรู้ว่าเกิดการชนกันของวัตถุที่ใดบ้างเพราะไม่มีการเห็นแบบของแต่ละระบบ จะมาเห็นอีกทีก็ต่อเมื่อมีการประชุมหรือเลยไปถึงช่วงการก่อสร้าง เมื่อถึงเวลาก่อสร้างจะต้องทำการแก้ไขหรือออกแบบเพิ่มเติม

(3) แบบทางสถาปัตยกรรมที่ได้มาเป็นแบบสองมิติบางครั้งทำให้เห็นภาพไม่ชัดเจนทำให้เมื่อออกแบบมาแล้วแบบผิดพลาดต้องมีการแก้ไข

<u>ปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อนำ BIM มาใช้</u>

(1) ข้อมูลต่าง ๆ ควรจะถูกระบุอยู่ช่วงไหน

(2) หากจะรวมสารสนเทศทั้งหมดอยู่ในที่เดียวอาจจะทำให้เกิดการผิดพลาดของคอมพิวเตอร์ได้ ควรจะแบ่งสารสนเทศเก็บย่อย ๆ หรือไม่ ดูว่าสารสนเทศส่วนใดใช้ในช่วงใด หรือมีสารสนเทศที่มีการซ้อนทับกันดังรูปที่ ก1



รูปที่ ก1 แสดงภาพการซ้อนทับของสารสนเทศ

Chulalongkorn University

หมายเหตุ (1) คือ ช่วงการออกแบบ

(2) คือ ช่วงการก่อสร้าง

(3) คือ ช่วงดูแลรักษาอาคาร (FM)

- ผลจาการสัมภาษณ์ เลขานุการในการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (เกรียงเดช สวนดี, **สัมภาษณ์**, 18 มิถุนายน 2556)

การสัมภาษณ์มุ่งเน้นที่กระบวนการในการเริ่มต้นโครงการก่อสร้าง และสารสนเทศในโครงการก่อสร้าง เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มารวบรวมจะสรุปได้ออกมาดังรูปที่ ก2

<u>อธิบายเพิ่มเติมจากรูปที่ ก2</u>

(1) ทางคณะต่าง ๆ จะแจ้งกับทางสำนักบริหารกายภาพว่าต้องการจะสร้างอาคาร

(2) มีการตั้งงบประมาณในการสร้างอาคาร

(3) เชิญอาจารย์ (ผู้ออกแบบ) ทางสถาปัตยกรรม พูดกับเจ้าของอาคารว่าต้องการอาคารรูปแบบใด พื้นที่ใช้สอยเป็นอย่างไร งบประมาณเท่าไร

(4) สถาปนิกร่างแบบโครงร่างให้กับผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างตรวจสอบ และทำการอนุมัติให้ออกแบบต่อไป

(5) สถาปนิกเริ่มออกแบบลงรายละเอียด (detail design) และปรึกษากับวิศวกรโครงสร้างเพื่อดูราคาการก่อสร้างโครงสร้างคร่าว ๆ

(6) สถาปนิกส่งแบบสถาปัตยกรรมในรูปแบบไฟล์ CAD และพิมพ์เขียว ให้แก่วิศวกรเพื่อออกแบบ โครงสร้าง ระบบไฟฟ้าและการสื่อสาร ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ และระบบประปาและสุขาภิบาล

(7) ในระหว่างการออกแบบเมื่อวิศวกรผู้ออกแบบในด้านต่าง ๆ ต้องการจะแก้ไขแบบจะแจ้งกลับมาทางสถาปนิกเท่านั้น และเมื่อทางสถาปนิกรับทราบและทำการแก้ไขแล้วจึงจะแจ้งไปทางวิศวกรด้านต่างเพื่อให้ทำการแก้ไขแบบ

(8) เมื่อการออกแบบเสร็จสิ้น ทางผู้ออกแบบระบบต่าง ๆ จะทำการส่งแบบและรายการแสดงปริมาณวัสดุ (Bill of Quantity, BOQ) มาให้กับทางสถาปนิก จากนั้นทางสถาปนิกจะทำการตรวจสอบ BOQ เพื่อไม่ให้ราคารวมเกินงบประมาณ

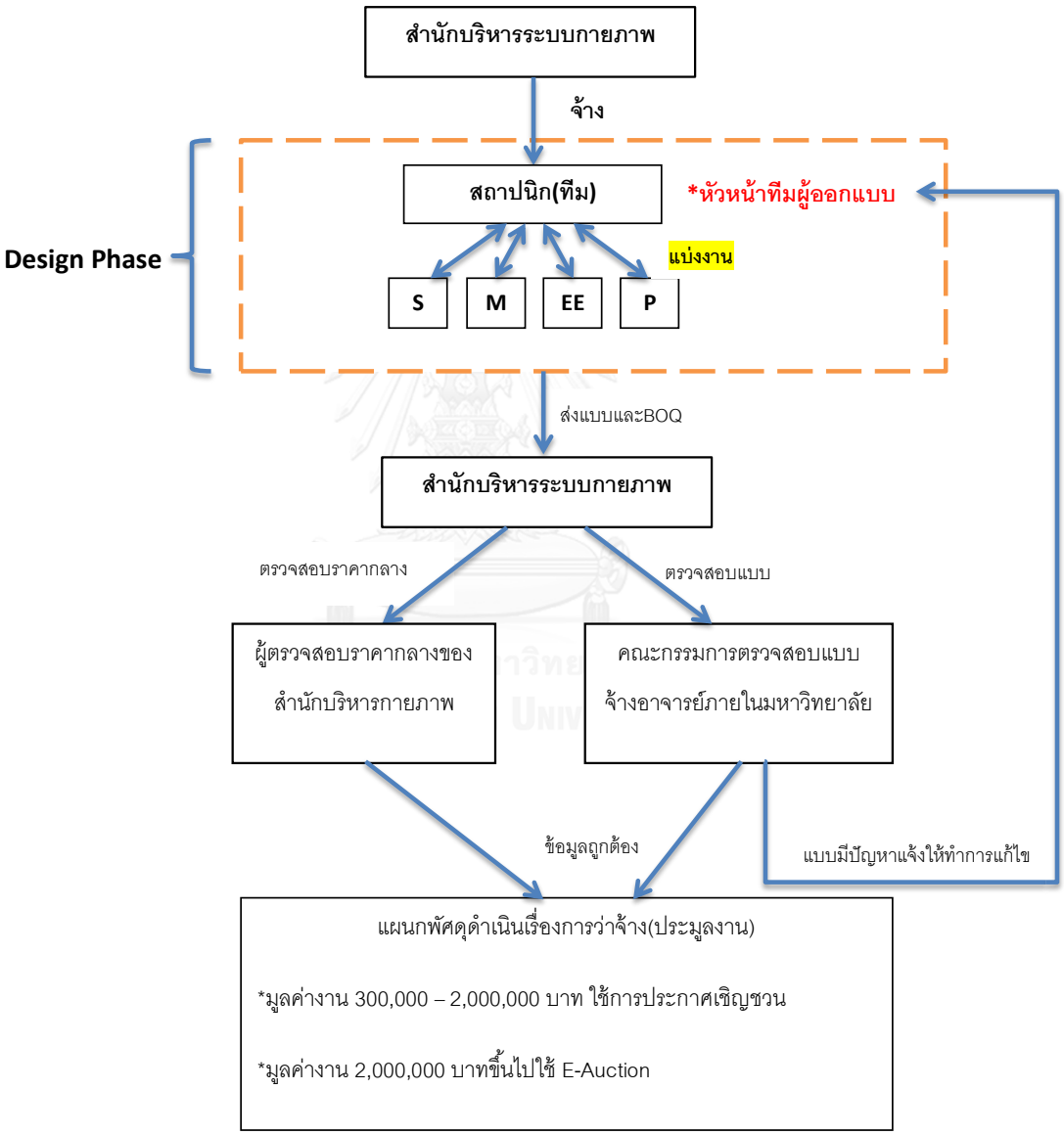
(9) ส่งแบบ และ BOQ ให้แก่สำนักงานบริหารกายภาพเพื่อดำเนินการต่อไป

<u>ช่วงการก่อสร้าง</u> : บริษัทที่ปรึกษาโครงการ (CM) ควบคุมงานก่อสร้างทำหน้าที่เป็นตัวแทนเจ้าของอาคาร สารสนเทศที่เกี่ยวข้องได้แก่ shop drawing รายงานประจำวัน (daily report) และการตรวจรับงานงวดสุดท้ายจะมีตรวจงานครั้งสุดท้าย (punch list)

<u>ช่วงการดูแลและบริหารสิ่งก่อสร้าง</u> : As built และ คู่มือการใช้งาน (manual) (ในปัจจุบัน คู่มือการใช้งานของระบบทุกประเภทเป็นเอกสารไม่ใช่รูปแบบอิเล็กทรอนิกส์)

สรุปจากการสัมภาษณ์เบื้องต้น

จากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นปัญหาหลักของการดำเนินงานนั่นก็คือการสื่อสารและแลกเปลี่ยนสารสนเทศระหว่างองค์กร อีกทั้งกระบวนการในการดำเนินงานในปัจจุบันทำให้การนำแนวคิดBIMมาประยุกต์ใช้ได้ยาก จึงควรมีการปรับปรุงขั้นตอนและกระบวนการเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน



รูปที่ ก 2 แสดงกระบวนการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มวางแผนจนไปถึงการประมูลงาน

ภาคผนวก ข
ผลการสัมภาษณ์กระบวนการออกแบบอาคารที่นำแนวคิด BIM มาใช้

งานวิจัยนี้ได้สัมภาษณ์เก็บข้อมูลจากบริษัททั้งหมด 16 บริษัท ทุกบริษัทมีความเกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง แต่ทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ ผู้ว่าจ้าง (owner), ผู้พัฒนาโครงการ (developer), ผู้ออกแบบไม่ว่าจะเป็นสถาปนิก และวิศวกรระบบต่างๆ (designer), ผู้รับจ้างก่อสร้าง (contractor), ที่ปรึกษาโครงการ (CM), และที่ปรึกษาด้าน BIM เนื่องจากบริษัทที่เข้าไปสัมภาษณ์ไม่ต้องการเปิดเผยข้อมูลจึงใช้เรียกเป็นประเภทบริษัทแทน คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ได้แก่

(1) ประสบการณ์ในการใช้แนวคิด BIM กี่ปี

(2) มีคู่มือหรือแนวทางในการใช้แนวคิด BIM ของตนเองหรือไม่

(3) ภายในบริษัทได้นำแนวคิด BIM มาใช้ในช่วงใดในโครงการก่อสร้าง

(4) วัตถุประสงค์ในการนำแนวคิด BIM มาใช้คืออะไร

(5) ขั้นตอนหรือกระบวนการปฏิบัติงานตามแนวคิด BIM เป็นอย่างไร

(6) องค์ประกอบ และระดับความละเอียดขององค์ประกอบแต่ละแบบจำลองเป็นอย่างไร

(7) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายละเอียดแต่ละบริษัทมีดังแสดงในตารางที่ ข 1 และสรุปผลสัมภาษณ์ของแต่ละบริษัทแสดงในตารางที่ ข 2

ตารางที่ ข 1 รายละเอียดของผู้ให้สัมภาษณ์

บริษัท	**ตำแหน่งผู้ให้สัมภาษณ์**	**ประสบการณ์ด้าน BIM**	**คู่มือหรือแนวทางด้าน BIM**
ผู้ว่าจ้าง1	เลขานุการในการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ สำนักบริหารระบบกายภาพ	ไม่มี	ไม่มี
ผู้พัฒนาโครงการ 1	Planning Manager	1 ปี	มี (ยังไม่สมบูรณ์)
	Manager Project Development		
	Project Engineer		
ผู้พัฒนาโครงการ 2	BIM consult	6 ปี	มี (ยังไม่สมบูรณ์)
ผู้พัฒนาโครงการ 3	Senior executive CEO business & operational strategy division	2 ปี	มี (ยังไม่สมบูรณ์)
	Innovative manager	2 ปี	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข 1 (ต่อ) รายละเอียดของผู้ให้สัมภาษณ์

บริษัท	**ตำแหน่งผู้ให้สัมภาษณ์**	**ประสบการณ์ด้าน BIM**	**คู่มือหรือแนวทางด้าน BIM**
ผู้ออกแบบ 1	BIM Manager	9 ปี	มี (มุ่งเน้นด้านการพัฒนาแบบจำลอง)
	Civil Engineer & BIM Supervision และ	10 ปี	
	Associate Director	5 ปี	
ผู้ออกแบบ 2	Architect	1 ปี	ไม่มี
ผู้ออกแบบ 3	Engineer(MEP)/Co-project team leader	1 ปี	ไม่มี
ที่ปรึกษาโครงการ 1	วิศวกรไฟฟ้าพลังน้ำ	3 ปี	มี (ยังไม่สมบูรณ์)
	BIM Manager		
ที่ปรึกษาโครงการ 2	รองผู้ควบคุมงาน	ไม่มี	ไม่มี
ที่ปรึกษาโครงการ 3	Project engineer	ไม่มี	ไม่มี
ผู้รับจ้างก่อสร้าง 1	Project Manager	4 ปี	ไม่มี

ตารางที่ ข 1 (ต่อ) รายละเอียดของผู้ให้สัมภาษณ์

บริษัท	**ตำแหน่งผู้ให้สัมภาษณ์**	**ประสบการณ์ด้าน BIM**	**คู่มือหรือแนวทางด้าน BIM**
ผู้รับจ้างก่อสร้าง 2	หัวหน้าอาวุโสสถาปนิก (ฝ่ายออกแบบ)	7 ปี	มี (มุ่งเน้นด้านการพัฒนาแบบจำลอง)
ผู้รับจ้างก่อสร้าง 3	Design & Coordination Manager	3 ปี	มี (ไม่สามารถนำมาใช้จริงได้)
ผู้รับจ้างก่อสร้าง 4	Assistant Manager	2 ปี	ไม่มี (อ้างอิงจากคู่มือต่างประเทศ)
ที่ปรึกษาด้านBIM 1	BIM Manager	8 ปี	มี (ยังไม่สมบูรณ์)
ที่ปรึกษาด้านBIM 2	เจ้าของบริษัท	6 ปี	มี (ยังไม่สมบูรณ์)
	Director of BIM Department	4 ปี	
	BIM Consultant	4 ปี	
	Senior Associate	3 ปี	

ตารางที่ ข2 สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้พัฒนาโครงการ 1 (25/06/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ใช้ในช่วงก่อนการก่อสร้าง/ ก่อนการประมูล เริ่มใช้จริงแล้ว **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. ตรวจสอบการชนกันของวัตถุ (clash detection) 2. ถอดปริมาณคร่าวๆ 3. จัดทำตารางแผนงานภาพรวม **<u>กระบวนการทำงาน</u>** มอบหมายให้ผู้ออกแบบจัดทำ BIM หากบางบริษัทออกแบบไม่สามารถขึ้นแบบจำลองเองได้จะต้องทำการจ้างคนภายนอกบริษัทมาพัฒนาแบบจำลองให้ เริ่มต้นทาง developer จะเริ่มคุยในการ set template ก่อน จากนั้นในช่วง detail design จะนำแบบจำลองของแต่ละระบบมาเข้าโปรแกรม Narviswork เพื่อตรวจสอบ clash detection ถ้าเกิดข้อขัดแย้งจะจดรายการไว้เพื่อแจ้งในการประชุมแบบ เพื่อบอกปัญหาที่เกิดและให้แต่ละฝ่ายนำกลับไปแก้ไข จากนั้นนำแบบจำลองมาตรวจสอบอีกรอบ และจัดประชุมอีกครั้งจนกว่าจะได้แบบที่สมบูรณ์ (ปกตินัดประชุมแบบ 2 สัปดาห์ครั้ง) **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** แบบจำลองด้านโครงสร้างไม่ใส่เหล็กเสริม ตรวจสอบการชนกันเพียงคอนกรีตและระบบท่อ ส่วนงานระบบจะขึ้นเฉพาะท่อที่ขนาดใหญ่มากเท่านั้น **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ในอนาคตอยากต่อยอดไปใช้ถึงช่วง FM แต่ต้องดูลักษณะสิ่งก่อสร้างก่อน เพราะคอนโดการดูแลรักษาตึกไม่มากเท่าศูนย์การค้า หรือ ตึกที่เป็นสถานศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้พัฒนาโครงการ 2 และที่ปรึกษาด้าน BIM 2 (31/08/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. เพื่อควบคุม budget 2. เพื่อการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ การดูแลรักษาอาคาร (อนาคต) **<u>กระบวนการทำงาน</u>** เริ่มต้นโดยให้ทีมออกแบบทำโดยใช้ BIM โดยมีแบ่งงานโดยใช้ระบบ work set ในโปรแกรม ระบบนี้เป็นการแบ่งการทำงานเพื่อให้งานต่อการจัดเก็บ เมื่อแบบเสร็จตามรายละเอียดที่กำหนด จากนั้นจะให้ CM check clash จากนั้นจะนัดประชุมทีมออกแบบเพื่อแก้ไขแบบเบื้องต้น เมื่อแก้ไขแบบเสร็จจะทำการตรวจตรวจสอบแบบจำลอง และทำการถอดปริมาณต่อไป **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** M1/ BOQ1 : ทำ feasibility, เริ่มทำแบบจำลองของทางสถาปัตยกรรม (schematic design), ตรวจสอบความเสี่ยง M2/ BOQ2 : จัดทำแบบเพื่อการก่อสร้างของทุกระบบงาน ไม่ใส่เหล็กเสริม ส่วนงานท่อและโครงเหล็กใส่ในแบบด้วย ส่วนรายละเอียดใดที่สามารถถอดปริมาณได้ทางอ้อมก็ไม่ต้องใส่ เช่น งานบัว M3/ BOQ3 : As built ตึกเสมือนที่ก่อสร้างจริง **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** consult ขององค์กรนี้ มีความต่าง ๆ จาก CM ซึ่งงาน CM นี้จะอยู่ในส่วนของ contractor มากกว่า ในขณะนี้ได้เริ่มทดลองใช้ BIM มาประยุกต์ในการก่อสร้างแล้ว (เริ่มต้นประมาณเดือนกันยายน) โดยมีแนวโน้มหลักในการช่วยทำ scheduling/clash detection และในส่วนของการ monitoring โครงการอยู่ในขั้นตอนการศึกษา

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้พัฒนาโครงการ 3 (29/01/2016, 12/02/2016)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** เริ่มออกแบบ (ปัจจุบัน) และตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ (ในอนาคต) **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1.ถอดปริมาณงานเพื่อคุม Budget และช่วยในการจัดเตรียมวัสดุ 2.ทำแบบจำลองสามมิติ เพื่อเข้าโปรแกรม Allplan ของโรงงาน precast 3.ทำให้ทุกคนเห็นภาพตรงกัน 4. วิเคราะห์ที่ดิน/ทำผังบ้านจัดสรร (ในอนาคต) 5.วางแผนการก่อสร้าง (ในอนาคต) **<u>กระบวนการทำงาน</u>** 1.บ้านจัดสรร (ทีมออกแบบภายใน) โดยส่วนใหญ่ทีมออกแบบยังใช้แบบ 2D แล้วส่งให้ทางทีม BIM ขึ้นแบบจำลองเพื่อใช้ถอดปริมาณงานและเตรียมวัสดุ จากนั้นส่งแบบไปทางโรงงานใช้ต่อไป ยังไม่มีการใช้แบบจำลองเพื่อการบริหารการก่อสร้าง แต่ตอนนี้กำลังผลักดันให้ทีมออกแบบส่งแบบเป็น BIM Model ทั้งหมด 2.คอนโด (ทีมออกแบบภายนอก) ในช่วงออกแบบทางองค์กรกำหนดว่าอยากได้แบบสุดท้ายเป็น BIM Model ทางผู้ออกแบบจะต้องทำการส่งแบบให้กับ BIM manager (outsource) ตรวจสอบความถูกต้องของแบบ **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ขึ้นอยู่วัตถุประสงค์ที่ใช้: เมื่อใช้ตอนโชว์ผลในที่ประชุมไม่ควรใช้แบบจำลองที่ละเอียดมาก แต่ถ้าเป็นทางโรงงานต้องการแบบจำลองที่มีความละเอียดมาก (> LOD 400) ส่วนฝ่ายอยากได้รูปแบบบ้านเพื่อลงโฆษณา

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้พัฒนาโครงการ 3 (29/01/2016, 12/02/2016)	**<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** * <u>หน้าที่หลักของ BIM manager</u> คือ 1.กำหนดว่าในแบบจำลองนั้นจะต้องมีรายละเอียดอะไรบ้าง (รายละเอียดจะต่างกันระหว่างคอนโด full precast กับ แบบคอนโดธรรมดา) 2.ช่วยวาด family ให้ผู้ออกแบบ 3.Check clash 4. สร้าง server ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล 5.หาวิธีถ่ายข้อมูลจากโปรแกรม Revit ไป Allplan ** <u>ปัญหาที่พบ</u> คือ 1. ในกรณีคอนโดผู้ออกแบบภายนอกขึ้นแบบจำลองไม่ได้จึงทำการจ้าง Modeler ภายนอกมาทำให้ซึ่งแบบที่ได้มามักจะนำมาใช้จริงไม่ได้เพราะ modeler ไม่มีความรู้เรื่องการออกแบบ 2. ผู้บริหารยังไม่เข้าใจวิธีการทำงานของ BIM ไม่รู้ว่า BIM ใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง 3. ผู้บริหารคิดว่าสามารถถอดปริมาณทุกอย่างได้อย่างละเอียด จึงทำให้ team BIM ถูกบีบให้ทำงานมากจนเกินไป 4.แผนกต่าง ๆ คิดว่าจะได้ข้อมูลทุกอย่างอัตโนมัติจากแบบจำลองจึงรอแต่ให้ทาง Team BIM ทำมาให้ทั้งที่จริงๆแล้วควรจะมีการแบ่งงานแต่ละแผนกให้ชัดเจน 5. แผนก BIM ก็คิดว่าตนเองทำงานมากขึ้นแต่ได้เงินเท่าเดิม จึงไม่ค่อยอยากรับงานเพิ่ม *** เนื้อหาที่ควรมี Guideline: LOD, Template, หน่วยวัดพร้อมอธิบายการคำนวณหาปริมาณบางอย่างที่ไม่ได้ใส่ในแบบจำลอง

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้ออกแบบ 1 (22/07/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ออกแบบ(โครงสร้างและงานระบบ) **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. clash detection 2. ถอดปริมาณคร่าวๆ 3. Visualization for owner and designer team 4. Energy analysis **<u>กระบวนการทำงาน</u>** สถาปนิกขึ้นBIM แบบจำลองสถาปัตยกรรมมาให้ ทางบริษัทจะขึ้นงานโครงสร้างและงานระบบ โดยในปัจจุบันผู้ออกแบบจะขึ้นในกระดาษและส่งมาให้แผนกพัฒนาแบบจำลอง (Draft man ในอดีต) ซึ่งแผนกพัฒนาแบบจำลองจะทำการรวมแบบ (แบบเสร็จสมบูรณ์มีรายละเอียดครบถ้วน) เพื่อตรวจสอบการชนกันของแบบแต่ละระบบจากนั้นจะแจ้งกลับผู้ออกแบบ ผู้ออกแบบจะทำการจัดประชุมเพื่อแก้ไขแบบที่มีปัญหาโดยใช้แบบจำลองในการประชุมเพื่อให้ทุกฝ่ายเห็นภาพตรงกัน จากนั้นผู้ออกแบบจะทำการแก้ไขแบบ และส่งแบบให้ผู้พัฒนาแบบจำลองเพื่อทำการพัฒนาแบบจำลองให้สมบูรณ์ที่สุด **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** <u>ช่วง Detail design</u> : งานโครงสร้าง ไม่ใส่เหล็กในแบบจำลอง จะใช้แบบ CAD แยกประเภทเสาคาน งานระบบ : ไม่ได้ลงรายละเอียดไปถึง hanging ตะปู น๊อต ส่วนไฟฟ้า จะเน้นไปที่จุดปลั๊ก ส่วนสายไฟอยู่ที่ลักษณะงานส่วนใหญ่จะไม่ระบุในแบบจำลอง งานระบบจะเน้นไปที่งานท่อลม ท่อน้ำต่างๆ ส่วนเครื่องกลส่วนใหญ่จะใส่เป็นอุปกรณ์พร้อมระบุรายละเอียดต่างๆ

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้ออกแบบ 1 (22/07/2015)	**<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** * หน้าที่ของBIM manager : 1. ดูแลเรื่องซอฟต์แวร์ให้ทันสมัยเสมอ และคอยแก้ปัญหาหากเกิดปัญหาที่ผู้ว่าจ้างไม่สามารถแก้ไขได้ 2. เริ่มต้นโครงการ (Set up project) 3. Set up template 4. คอยประสานงานกับฝ่ายต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้อง 5. ให้คำปรึกษาแก่ผู้ใช้โปรแกรม และคอยสอนเนื้อหารวมไปถึงเทคนิค ** ปัญหาของการออกแบบในปัจจุบัน คือ ปัญหาด้านการสื่อสารของผู้ออกแบบ ส่วนใหญ่จะมีการดูแบบของฝ่ายอื่นได้ในช่วงสุดท้ายของการส่งงานเท่านั้น อีกทั้งการดูแบบเป็นแบบสองมิติมองภาพได้ไม่ชัดเจน
ผู้ออกแบบ 2 (23/07/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ช่วงออกแบบที่มีการลงรายละเอียดแล้ว **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. เพื่อนำเสนอแก่ผู้ว่าจ้าง 2. เพื่อการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ **<u>กระบวนการทำงาน</u>** เริ่มต้นโดยทีมออกแบบออกแบบเป็นสองมิติ เมื่อลงรายละเอียดในแบบมากพอแล้วจึงทำให้นักพัฒนาแบบจำลอง (Modeler) ในบริษัท เพื่อขึ้นแบบจำลองจากนั้นจะทำการส่งแบบจำลองเป็นไฟล์ Revit ให้แก่ผู้ว่าจ้างเพื่อทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ ในการประชุมจะทำการจดบันทึกการแก้ไขแบบเพื่อแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้อง **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ลงรายละเอียดตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ส่วนใหญ่จะลงรายละเอียดถึงการฉาบทาสีโครงสร้าง แต่ส่วนของครุภัณฑ์ยังไม่มีการใส่เข้าไปในแบบจำลอง

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้ออกแบบ 2 (23/07/2015)	**<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ในบริษัทยังไม่มีการจัดตั้งแผนก BIM มีพนักงานเพียง 2 คนทำหน้าที่พัฒนาแบบจำลองเมื่อมีงานที่ผู้ว่าจ้างต้องการแบบจำลอง BIM
ผู้ออกแบบ 3 (23/07/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ออกแบบงานระบบ **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. เพื่อนำเสนอแก่ผู้ว่าจ้าง 2. เพื่อการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ **<u>กระบวนการทำงาน</u>** เริ่มต้นโดยทีมออกแบบออกแบบเป็นสองมิติ เมื่อลงรายละเอียดในแบบมากพอแล้วจึงทำการจ้างนักพัฒนาแบบจำลอง (Modeler) เพื่อขึ้นแบบจำลองจากนั้นจะทำการส่งแบบจำลองเป็นไฟล์ Revit ให้แก่ผู้ว่าจ้างเพื่อทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุ ในการประชุมจะทำการจดบันทึกการแก้ไขแบบเพื่อแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้อง **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ลงรายละเอียดไปที่งานระบบท่อเป็นหลัก เพื่อให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบการชนกันของวัตถุ **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ไม่มีการฝ่าย BIM ในบริษัท
ผู้ควบคุมงาน 1 (8/8/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ช่วงออกแบบ และก่อนการก่อสร้าง(ยังไม่มีการทำงานจริงจัดทำ case study เท่านั้น) **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. ตรวจสอบการชนกันของแบบ มองไปถึงเหล็กเสริมกับท่อ 2. เพื่อทำ shop drawing

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ที่ปรึกษา โครงการ 1 (8/8/2015)	3. เพื่อการปริมาณวัสดุ(คอนกรีต) เป็นหลัก 4.ช่วยในการก่อสร้างให้ช่างมีความเข้าใจกับแบบ **<u>กระบวนการทำงาน</u>** จาก Case study (โครงการประปาเมืองท่าขี้เหล็กในประเทศเมียนมาร์) ผู้ออกแบบออกแบบมาเป็นแบบสองมิติ (detailed design) จากนั้นส่งแบบมาทางศูนย์ BIM ให้ขึ้นแบบจำลอง และทำการตรวจสอบว่าแบบจำลองมีปัญหาไหม หากมีจะทำการจับภาพ (capture) ของแบบที่มีปัญหา ส่งกลับไปให้ผู้ออกแบบแก้ไข เนื่องจากโครงการนี้เป็นงานที่มีงานระบบมาก ในการพัฒนาแบบจำลองจึงต้องใส่รายละเอียดมาก เช่น งานโครงสร้างใส่เหล็กเสริมทั้งหมด งานท่อมองไปถึงข้อต่อและน็อต แต่ไม่มีการใส่ข้อมูลต่าง ๆ ลงไปในแบบจำลอง มุ่งเน้นใช้แบบจำลองเพื่อการทำ shop drawing เท่านั้น **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ช่วงออกแบบ LOD 300 (ใส่ถึงเหล็กเสริม) ช่วงก่อสร้าง Shop drawing LOD 400-500 ลงรายละเอียดถึงน๊อต/Slip (ไม่มีการสารสนเทศแนบในแบบจำลอง) **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ในประเทศไทย ยังขาดการผลักดันจากภาครัฐทำให้แต่ละฝ่ายยังไม่อยากใช้ เนื่องจาก Revit เป็นโปรแกรมใหม่ ทำให้พนักงานในองค์กรที่มีงานประจำอยู่แล้ว ไม่อยากทำงานมากขึ้น จึงใช้การฝึกนักศึกษาฝึกงานให้พัฒนาแบบจำลองจากนั้นเมื่อเรียนจบรับเข้าทำงานได้ทันที
ที่ปรึกษา โครงการ 2 (23/07/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ก่อนการก่อสร้าง **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. clash detection 2. ตรวจสอบว่าสามารถก่อสร้างได้หรือไม่

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ที่ปรึกษา โครงการ 2 (23/07/2015)	**<u>กระบวนการทำงาน</u>** ผู้ควบคุมงานนี้มีส่วนร่วมแค่ในการประชุมแบบเท่านั้น โดยมีหน้าที่หลักคือการจดบันทึกข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งให้คำปรึกษาด้านการก่อสร้างว่าเป็นไปได้หรือไม่ **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ไม่มีการระบุ
ที่ปรึกษา โครงการ 3 (20/1/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ระหว่างการก่อสร้างจนไปถึงการก่อสร้างเสร็จสิ้น **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** ใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างตามที่ระบุสัญญา **<u>กระบวนการทำงาน</u>** ทางบริษัทไม่ได้เป็นผู้จัดทำ BIM แต่เป็นหน้าที่ของทางผู้รับเหมาที่ต้องจัดหาแบบจำลอง BIM มาส่งเมื่อสิ้นสุดโครงการ และระหว่างโครงการผู้รับจ้างก่อสร้างได้ส่งแบบจำลองมาให้ทาง ที่ปรึกษาโครงการเป็นระยะ แต่แบบจำลองเหล่านั้นไม่สมบูรณ์ ทำให้ทาง ที่ปรึกษาโครงการ ไม่สามารถทดลองนำมาใช้ในการช่วยควบคุมงานก่อสร้างได้ **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ตามที่ระบุในสัญญา **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ทางที่ปรึกษาโครงการยังมองไม่เห็นประโยชน์ใดๆจาก BIM และในปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการศึกษาเพื่อนำ BIM มาประยุกต์ใช้งาน

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้รับจ้าง 1 (2/7/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ใช้ในช่วงออกแบบและก่อสร้าง **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. จัดทำแบบก่อสร้าง 2.ช่วยให้ทุกฝ่ายมองเห็นเป้าหมายเดียวกัน (ช่วยเรื่องการมองภาพ) 3.ใช้ project simulation **<u>กระบวนการทำงาน</u>** แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. Turnkey (ออกแบบและก่อสร้าง) จ้างบริษัทออกแบบเป็น CAD หลังจากนั้นฝ่ายออกแบบจากนั้นนำมาพัฒนาแบบจำลองเอง เพื่อใช้ในการตรวจสอบแบบ และเตรียมแบบก่อสร้าง 2. ก่อสร้างเพียงอย่างเดียว เมื่อได้แบบระหว่างการประมูลจะนำมาขึ้นแบบจำลองเลยเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบ จากนั้นจะมองว่าโครงสร้างมีความซับซ้อนไหม หากมีจะทำการขึ้นแบบจำลองที่มีความละเอียดมาก เพราะต้องทำ Technical construction ส่งเจ้าของโครงการ **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ภาพรวม : LOD 100 (รูปร่างภายนอก) LOD 200 Design LOD 300 construction LOD 400 As built ช่วงออกแบบ : งานสถาปัตยกรรม เฟอร์นิเจอร์ในห้องไม่ระบุ งานโครงสร้างเหล็กเสริมไม่ใส่ลงในแบบจำลอง งานระบบทำแค่ท่อน้ำดีน้ำเสีย ไฟเตือนภัย เพราะสายไฟสามารถหลบเอาได้ที่หน้างาน **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ในการใส่ความละเอียดในแบบจำลองนั้นต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ในช่วงนั้น ๆ ว่ามีความจำเป็นหรือไหม คุ้มกับเวลาและค่าใช้จ่ายที่เสียไปไหม

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้รับจ้าง 2 (7/7/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ใช้ในช่วงออกแบบและก่อสร้าง **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. ช่วยให้ฝ่ายออกแบบสื่อสารกันตั้งแต่ตอนเริ่มออกแบบ เพราะการแก้แบบที่รายละเอียดน้อย ๆ ทำให้แก้ง่ายขึ้น 2. ช่วยให้ทุกฝ่ายเห็นภาพตรงกัน 3. ช่วยในเรื่องการนำเสนอสิ่งก่อสร้างให้กับเจ้าของโครงการ **<u>กระบวนการทำงาน</u>** Design Built : สถาปนิกขึ้นแบบจากกระดาษหรือโปรแกรมอื่น ๆ แล้วค่อยร่าง Mass Model จากนั้นอัพโหลดแบบจำลองขึ้นเครือข่าย (server) เพื่อให้งานโครงสร้าง และงานระบบเริ่มทำการออกแบบพร้อม ๆ กัน ใช้การประสานแบบจำลองเพื่อตรวจสอบแบบจำลองแต่ละระบบงาน แบบ real time ถ้ามีปัญหาอะไร จะมีการโต้ตอบกันใน chat room เพื่อถามหรือระบุปัญหา ผู้ออกแบบจะสร้างแบบจำลองเองแต่มี Modeler ช่วยในการสร้าง family ที่ยาก ๆ ให้ เฉพาะ Built : นำแบบที่ได้มาจากผู้ออกแบบ CAD นำมาขึ้นแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบว่าแบบที่ได้มาเป็นอย่างไร แล้วใช้ถอดปริมาณคอนกรีตคร่าว ๆ แต่เรื่องงานโครงสร้างเหล็กจะไม่ใส่หมด งานระบบจะดูงานท่อเป็นหลัก **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ช่วงออกแบบ LOD 200-300 แล้วแต่องค์ประกอบ และรูปแบบตึก เพราะว่าหากก่อสร้างยากจะวาดแบบจำลองละเอียดเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของงาน และเป็นการตรวจสอบแบบก่อสร้างไปในตัวเลย

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้รับจ้าง 2 (7/7/2015)	**<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** 1.ตามหลักแล้วผู้ออกแบบควรสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง เพราะเข้าใจงานตัวเองดีที่สุด 2.ที่นี่แยก BIM modeler ออกมาเพื่อใช้ขึ้น family ที่ designer ไม่สามารถวาดได้ 3.งานบางประเภทควรนำ CAD มาใช้ร่วมด้วยเพราะหากใช้แบบจำลองสามมิติอย่างเดียวอาจจะทำให้เสียเวลาและทรัพยากรมาเกินความจำเป็น 4.วิธีการช่วยในการสนับสนุนให้ผู้ออกแบบใช้ BIM หลักการคือทำอะไรก็ได้เพื่อให้ผู้ใช้สะดวกสบายที่สุดคือ (1) set template ให้ตั้งแต่แรกเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน (2) มี library บรรจุ Family ต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน (3) ควรมี Team BIM คอยช่วยเหลือเมื่อมีปัญหา
ผู้รับจ้าง 3 (8/8/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ช่วงก่อนก่อสร้าง และก่อสร้าง **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. Co-ordination 2. Clash detection 3. Shop drawing (not 100%) **<u>กระบวนการทำงาน</u>** ช่วงก่อนก่อสร้าง (เป็นการ Re-design จากแบบของผู้ออกแบบ) ได้แบบมาจากสถาปนิก ผู้ออกแบบโครงสร้าง แต่มีการเปลี่ยนแบบจึงต้องทำการ re design แต่ทางบริษัทก่อสร้างเฉพาะโครงสร้างจึงทำการออกแบบเฉพาะงานโครงสร้าง ได้ทำการจ้างบริษัทออกแบบส่งแบบเป็นสองมิติ จากนั้นทางนี้จะทำการขึ้นแบบจำลองเอง โดยทำการขึ้นแบบจำลองเองทั้งหมดสามแบบจำลอง คือ แบบจำลองสถาปัตยกรรม โครงสร้าง และรูปร่างภายนอกอาคาร (facade)

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้รับจ้าง 3 (8/8/2015)	ส่วนแบบจำลองของงานระบบ บริษัทที่ออกแบบงานระบบจะเป็นคนส่งมาให้ทางบริษัท เพราะทางบริษัทจะเป็นคนCheck clash โดยมีการจดรายการที่มีปัญหา แล้วทำการประชุมกันทุกอาทิตย์เพื่อปรับเปลี่ยนแบบให้เหมาะสม ในระหว่างนี้ก็จะเริ่มก่อสร้างไปด้วย ในการพัฒนาแบบจำลองโครงสร้าง ก็จะนำแบบจำลองมาจัดทำ shop drawing ด้วย เวลาที่มีการแก้ไขแบบจำลองทางสถาปัตยกรรม และโครงสร้างจะมีการแจ้งไปทางงานระบบทุกครั้ง **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ไม่มีการเสริมเหล็กในคอนกรีต ส่วนงานโครงเหล็กจะมอบหมายให้ผู้รับจ้างก่อสร้างรายย่อยที่ทำงานเหล็กเป็นผู้พัฒนาแบบจำลอง ส่วนงานสถาปัตยกรรมเป็นแค่เสา คาน พื้น หลังคา ฝ้า ไม่มีรายละเอียดตกแต่งภายในเพราะมีอีกบริษัทแยกออกไปทำ ความละเอียดประมาณ LOD 300 เนื่องจากงานเร่งจะไปพัฒนาแบบจำลองตามลำดับจะขึ้นที่ LOD 300 เลย **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** * มีคู่มือแต่ใช้ไม่ได้จริงส่วนใหญ่จะเป็นการแก้ปัญหาเองหน้างาน ** ควรจะมี BIM Manager ที่ดูแลเฉพาะด้านนี้ ** เนื่องจากตึกสูง 70 ชั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งไฟล์ในการเก็บแล้วใช้การเชื่อมต่อไฟล์กัน โดยจัดทำทีละ 15 ชั้น *** ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการสร้าง Family ทั้งหมดก่อนนำมาประกอบกันทำด้านสถาปัตยกรรมก่อนจากนั้นต่อด้วยโครงสร้าง

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ผู้รับจ้าง 4 (13/8/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ช่วงการประมูลงานและก่อสร้าง **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** 1. ช่วยให้ทุกฝ่ายมองเห็นเป้าหมายเดียวกัน (ช่วยเรื่องการมองภาพ) 2. Estimate roughly 3. Shop drawing (no 100%) **<u>กระบวนการทำงาน</u>** เมื่อได้แบบ 2D จากผู้ว่าจ้างจะนำมาพัฒนาแบบจำลองเพื่อหาปริมาณของคอนกรีตคร่าว ๆ และตรวจสอบความถูกต้องของแบบที่ได้ (จะพัฒนาแบบจำลองเฉพาะงานที่มีมูลค่ามาก หรือโครงการก่อสร้างที่ซับซ้อน) **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ความละเอียดโครงสร้างไม่ใส่เหล็ก แต่งานระบบลงไปถึงตัวน็อต สถาปัตยกรรม เฟอร์นิเจอร์เหมือนจริง **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** ปัญหาที่ Designer ไม่อยากใช้ BIM คือ รู้สึกว่าเป็นการเพิ่มภาระให้แก่ตนเอง เพราะในปัจจุบันแบบที่ส่งต่อมานั้นไม่มีความละเอียดพอที่จะสร้าง ส่วนใหญ่ปัดภาระมาให้ทางผู้รับจ้างก่อสร้าง และความยากของการปั้น Family * ในการจะเริ่มต้นใช้ BIM ที่ยากที่สุดคือ บุคลากร
ที่ปรึกษาด้าน BIM 1 (23/07/2015)	**<u>มีการใช้แนวคิด BIM ช่วงใด</u>** ออกแบบ (ช่วยเจ้าของโครงการวางแผนการใช้ BIM) **<u>วัตถุประสงค์ในการใช้แนวคิด BIM</u>** ตามที่ระบุในสัญญา

ตารางที่ ข2 (ต่อ) สรุปการสัมภาษณ์ด้านการใช้แนวคิด BIM ในปัจจุบัน

บริษัท	เนื้อหา
ที่ปรึกษาด้าน BIM 1 (23/07/2015)	**<u>กระบวนการทำงาน (ก่อนการเริ่มต้นโครงการ)</u>** ก่อนจะเริ่มต้นโครงการ สิ่งแรกที่ทำคือการจัดทำคู่มือเกี่ยวกับการทำ Project Execution Plan โดยมีเนื้อหาดังนี้ 1. BIM Use Workshop (เพื่อกำหนด BIM Use ที่จะใช้ในโครงการ) 2. BIM Use Description 3. BIM Phase process design 4.LOD 5. BIM modeling process (Quality Control, project coordinate) 6. BIM platforms (Software, version software, add-ins) 7. การจัดประชุมว่าควรมีการจัดประชุมในเรื่องใดบ้างใครมีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งตัวคู่มือของที่นี่จะเน้นไปทางการใช้โปรแกรม Revit และการส่งไฟล์เข้าสู่ระบบของเจ้าของโครงการ **<u>ระดับความละเอียดของแบบจำลอง</u>** ขึ้นอยู่กับผู้ว่าจ้างกำหนด **<u>เนื้อหาเพิ่มเติม</u>** * หน้าที่ของ BIM manager 1.คอยแก้ปัญหาเมื่อเกิดปัญหาที่เจ้าของโครงการไม่สามารถแก้ได้ 2. ช่วยพัฒนาคู่มือเพื่อใช้ในองค์กรหรือโครงการ 3. เข้าร่วมการประชุมเพื่อช่วยเจ้าของโครงการ 4. ให้คำปรึกษาแก่ผู้ใช้โปรแกรม และคอยสอนเนื้อหาต่าง ๆ ** คำแนะนำในการเริ่มต้นใช้ BIM ในโครงการ 1.set owner's goal & objective 2.choose optimal BIM Use 3. set process 4.define level of detailed in each party (reference : CIC)

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค เนื้อหาที่มีในคู่มือ และมาตรฐานในต่างประเทศ

Name	Country , year	Type	Main content					User				
			Project Definition & Planning	Technical Specification	Implementation Processes	Tools	Legal	Owner	Architect	Engineer	Contractor	Subcontractor
AEC (CAN) BIM Protocol	CA, 2012	SAG	x	x	x	x	x		x	x	x	
AEC (UK) BIM Protocol	UK, 2012	SAG		x					x	x		
AIA_E202	US, 2008	SAG		x			x	x	x	x		
BIM Guideline and Standards for AE	US, 2007	SSG		x					x	x		
BIM Project Execution Planning Guide	US, 2010	SAG	x	x	x			x	x	x	x	
COBIM-Common BIM Requirements 2012	FI, 2012	NG	x	x	x			x	x	x	x	x
CIC - BIM Protocol	UK, 2013	NG		x			x	x	x	x	x	

ตารางที่ ค (ต่อ) เนื้อหาที่มีในคู่มือ และมาตรฐานในต่างประเทศ

Name	Country, year	Type	Main content					User				
			Project Definition & Planning	Technical Specification	Implementation Processes	Tools	Legal	Owner	Architect	Engineer	Contractor	Subcontractor
Georgia Tech (GT) BIM Requirements & Guidelines for AEC	US, 2011	SAG	x	x	x				x	x	x	
ISO-Framework for BIM guidance	UK, 2012	NG			x		x	x	x	x	x	
IU BIM Guidelines and Standards	US, 2009	SAG		x	x	x	x	x	x	x	x	x
NBIMS	US, 2010	NS	x	x	x			x	x	x	x	x
National Guidelines for Digital Modelling	AU, 2013	NG	x	x	x	x		x	x	x	x	x
New York City Department of design and construction BIM Guidelines	US, 2012	SSG	x	x	x			x	x	x	x	x
Singapore BIM Guide (ver.1)	SG, 2012	NG	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Statsbygg BIM Manual 1.2	NO, 2013	NG	x	x	x			x	x	x		

ตารางที่ ค (ต่อ) เนื้อหาที่มีในคู่มือ และมาตรฐานในต่างประเทศ

Name	Country, year	Type	Main content					User				
			Project Definition & Planning	Technical Specification	Implementation Processes	Tools	Legal	Owner	Architect	Engineer	Contractor	Subcontractor
USACE, BIM Execution Plan, V.1.0	US, 2006	SAG	x		x	x	x	x	x	x		
VA BIM Guideline	US, 2010	SAG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

หมายเหตุ

NG คือ National guideline

SSG คือ Single-state guideline

SAG คือ Single-association guideline

ภาคผนวก ง
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานในการนำ BIM ไปใช้งาน

ผู้วิจัยสามารถสรุปปัจจัยทั้งหมด 11 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) องค์กร (organizations)

ลักษณะโครงสร้างขององค์กรนั้นเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยในการตัดสินใจว่าขั้นตอนในการนำ BIM ใช้ในองค์กรควรเป็นอย่างไรถึงจะเหมาะสม เนื่องจากการปรับกระบวนการทำงานให้เหมาะสมกับโครงสร้างขององค์กรนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายกว่าการปรับโครงสร้างขององค์กรให้เหมาะสมกับกระบวนการทำงาน อีกทั้งวิสัยทัศน์หรือเป้าหมายขององค์กรก็เป็นปัจจัยส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกระดับในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM เมื่อองค์กรได้พิจารณาองค์ประกอบต่างๆในองค์กรแล้วจึงมีการตัดสินใจว่าจะนำแนวคิดนี้มาปฏิบัติอย่างไร จะมีการจัดตั้งฝ่ายหรือตำแหน่งเพิ่มเติมภายในองค์กร (in-house) ในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM หรือจะจ้างบริษัทภายนอกมาดำเนินการแทน (outsourcing)

(2) วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการใช้แนวคิด BIM (BIM goals & objectives)

วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการใช้แนวคิด BIM นั้นปัจจัยอีกตัวที่ช่วยในการตัดสินใจว่าควรเลือกระดับขั้นในการพัฒนาใด วัตถุประสงค์และเป้าหมายนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ระดับ คือ วัตถุประสงค์ระดับองค์กร และวัตถุประสงค์ระดับโครงการก่อสร้าง การกำหนดวัตถุประสงค์ระดับองค์กรนั้นจะเกิดจากบุคลากรในองค์กรนั้น ส่วนวัตถุประสงค์ระดับโครงการก่อสร้างนั้นเกิดจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง ส่วนใหญ่แล้ววัตถุประสงค์หลักนั้นจะจากผู้ว่าจ้าง ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของผู้ว่าจ้างประเภทนักพัฒนาที่ดินคือ เพื่อพัฒนาระบบการควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง (improve budget control) หรือการพัฒนาระบบในการดูแลอาคาร (improve facility data after building turnover) โดยแต่ละประเภทขององค์กรนั้นจะมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป ปัจจัยนี้ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการวางแผนกระบวนการทำงาน

(3) การประยุกต์ใช้ (application)

การประยุกต์ใช้ในที่นี้อาจใช้คำว่า BIM Use ซึ่งปัจจัยนี้จะเป็นปัจจัยที่สืบเนื่องมากจากปัจจัยด้านวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการประยุกต์ใช้ BIM (BIM goals & objectives) หลังจาก

ที่กำหนดวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้ BIM แล้ว จากนั้นจะทำการเลือก BIM Use ที่ช่วยให้วัตถุประสงค์นั้นประสบความสำเร็จได้ เช่น วัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มคุณภาพในการออกแบบ BIM Use ที่ควรเลือกใช้คือ design authoring, design reviews เป็นต้น ปัจจัยด้านนี้จะส่งผลต่อลักษณะกระบวนการทำงานทั้งด้านขั้นตอนการทำงาน ด้านผลลัพธ์ที่ออกมาในแต่ละช่วง รวมไปถึงวิธีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ

(4) เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (tools)

เครื่องมือในที่นี้จะพูดถึง ซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ เครื่องข่าย (network) หลังจากการกำหนดการปฏิบัติตามแนวคิด BIM แล้ว แต่ก่อนที่จะทำการวางแผนการปฏิบัติงานควรมีการประเมินว่าเครื่องมือที่มีอยู่เป็นอย่างไร เครื่องมือนั้นเพียงพอที่จะนำมาใช้หรือไม่ ถ้าหากเครื่องมือที่มีอยู่ไม่เหมาะสมเลยควรจะต้องมีการปรับเปลี่ยนอะไรบ้าง ในบางครั้งการปรับเปลี่ยนนั้นควรเปลี่ยนทีละอย่างทำอย่างค่อยเป็นค่อยไป และคอยสังเกตว่าเครื่องมือที่เปลี่ยนไปนั้นทำงานร่วมกับเครื่องมือเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือใหม่ ส่วนใหญ่แล้วจะเลือกเปลี่ยนซอฟต์แวร์ก่อนเป็นอันดับแรกเนื่องจากการการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ต้องทำงานรวมกับแบบจำลองสามมิติแนบด้วยสานสนเทศที่จำเป็น จึงควรมีการเลือกซอฟต์แวร์ที่สามารถพัฒนาแบบจำลองนี้ได้

(5) ทีมงานในโครงการก่อสร้าง (project team)

ทีมงานในโครงการก่อสร้างประกอบด้วยผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้าง เป็นต้น สิ่งที่พิจารณาในปัจจัยด้านนี้คือ ความพร้อมของแต่ละฝ่ายไม่ว่าจะเป็นในด้านทักษะความสามารถด้านเครื่องมือ รวมไปถึงความพึงพอใจในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน และความพึงพอใจในการทำงานร่วมกัน ปัจจัยส่วนนี้หากไม่ได้มีการระบุคุณสมบัติของผู้รับจ้าง หรือระบุหน้าที่และความรับผิดชอบเกี่ยวกับการปฏิบัติตามแนวคิด BIM โดยตรง จะทำให้ปัจจัยนี้ส่งผลต่อการกระบวนการทำงานในด้านหน้าที่และความรับผิดชอบต่อแต่ขั้นตอน และในบางครั้งอาจส่งผลไปถึงผลลัพธ์ในแต่ละช่วงอีกด้วย

(6) กระบวนการทำงานและสารสนเทศ (process and Information)

ขั้นตอนในการทำงานและสารสนเทศในปัจจุบันส่งผลต่อกระบวนการที่จะทำการเปลี่ยนแปลง ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับแนวคิด BIM นั้นควรจะเริ่ม

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันแล้วทำการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ขั้นตอนในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เพราะการนำกระบวนการทำงานตามทฤษฎีมาใช้เลยอาจเป็นการยาก ส่วนด้านสารสนเทศนั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ในแต่ละช่วง เพราะบางสารสนเทศไม่สามารถนำไปใส่ได้เลยในช่วงแรกอาจต้องรอเพื่อให้สารสนเทศนี้มีข้อมูลเพิ่มเติมถึงจะนำไปใส่ในผลลัพธ์ในช่วงต่อไปได้

(7) ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง (associated risk)

ในการเริ่มต้นปฏิบัติงานตามแนวคิดใหม่นั้น ความเสี่ยงนั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะถูกนำมาช่วยในการตัดสินใจว่าควรจะมีการนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในองค์กรหรือไม่ หากจะนำมาประยุกต์ใช้ในองค์กรต้องระวังความเสี่ยงเรื่องใดบ้างที่จะเกิดขึ้น ความเสี่ยงที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุดคือ ความคุ้มค่าของการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ทุกฝ่ายยังมองว่าประโยชน์จากการเปลี่ยนกระบวนการทำงานให้สามารถประยุกต์ใช้ BIM นั้นไม่สามารถตีออกมาเป็นมูลค่าที่ชัดเจนได้ หากภายในองค์กรมองเห็นความเสี่ยงนั้นมีมากเกินไปอาจจะลดระดับในการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ภายในองค์กรโดยการเปลี่ยนถ่ายความเสี่ยง (risk transfer) หรือกระจายความเสี่ยงไปยังฝ่ายอื่นแทน

(8) รูปแบบสัญญาหรือลักษณะการจัดจ้าง (contract)

รูปแบบสัญญาหรือลักษณะการจัดจ้างนั้นเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อลักษณะกระบวนการปฏิบัติตามแนวคิด BIM ในโครงการไม่ว่าจะเป็นด้านขั้นตอนในการทำงาน ด้านหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย รวมไปถึงผลลัพธ์ในแต่ละช่วง ซึ่งในหัวข้อที่ 5.2 ได้มีการอธิบายขั้นตอนที่แตกต่างกันของทั้ง2 ประเภทคือ การจัดจ้างแบบ Design Bid Build และการจัดจ้างแบบ Design Build

(9) ระเบียบขั้นตอนและมาตรฐาน (protocol and standard)

หากหน่วยงานภาครัฐมีการพัฒนามาตรฐานในการปฏิบัติงาน หรือหากในองค์กรมีการพัฒนาระเบียบการขึ้นมาเพื่อใช้ในการควบคุมให้ทุกฝ่ายในโครงการก่อสร้างทำงานตามระเบียบการ จะทำให้ปัจจัยนี้ส่งผลต่อกระบวนการทำงานรวมไปถึงผลลัพธ์ในแต่ละช่วงในโครงการก่อสร้าง เช่นประเทศสิงคโปร์มีการออกระเบียบการสำหรับสิ่งก่อสร้างของหน่วยงานภาครัฐที่มีการ

ใช้งบประมาณในการก่อสร้างตามที่กำหนดไว้ต้องส่งแบบจำลอง BIM เพราะฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามระเบียบการที่ออกมาจะต้องมีการนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้โดยปริยาย

(10) ประเภทและความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้าง (type and complexity of building)

ลักษณะของสิ่งก่อสร้าง หรือความซับซ้อนของสิ่งก่อสร้างจะส่งผลต่อลักษณะของผลลัพธ์ ถ้าเป็นโครงการที่มีความซับซ้อนมากจำเป็นที่จะต้องลงรายละเอียดในแบบจำลองให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นเพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงาน หรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นศูนย์การค้าหรือตึกที่ต้องการบริหารอาคารตลอดเวลาอาจต้องมีการเพิ่มรายละเอียดในแบบจำลองในด้านการดูแลรักษาหรือการบริหารเช่าพื้นที่เพื่อให้การทำงานในช่วงดูแลบริหารอาคารสะดวกยิ่งขึ้น

(11) การศึกษาและการฝึกอบรม (education and training)

ปัจจัยด้านนี้เป็นปัจจัยที่แยกย่อยออกมาจากปัจจัยด้านองค์กร ปัจจัยด้านนี้จะส่งผลต่อความพร้อมบุคลากรในองค์กรที่มีต่อการปฏิบัติตามแนวคิด BIM เพราะหากต้องการที่จะให้บุคลากรภายในองค์กรสามารถทำงานนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นควรมีการพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม หลักสูตรในการฝึกอบรมนั้นควรมีหลากหลายหลักสูตรให้สอดคล้องต่อตำแหน่งงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ระดับขั้นการพัฒนาใช้ BIM (BIM maturity levels)

Jernigan (2008) กล่าวถึงการใช้งานแนวคิด BIM มีหลายหลายรูปแบบโดยอธิบายเป็นเมทริกซ์ (matrix) 2 แกน โดยแกนหนึ่งคือ ลักษณะการใช้งานว่ามีการใช้มากหรือน้อย หากมีการใช้มากจะเรียกว่า BIG BIM และ Little BIM ใช้เรียกแทนการใช้งานน้อย ส่วนอีกแกนที่สองนั้นคือมีการแลกเปลี่ยนหรือมีการทำงานร่วมกันของแต่ละฝ่ายหรือไม่ หากทำงานภายในฝ่ายเดียวให้เรียกว่า Closed BIM และ Open BIM ใช้เรียกแทนการทำงานที่มีการร่วมมือกันในแต่ละฝ่าย ดังแสดงในภาพที่ จ 1 นอกจากเมทริกซ์นี้ยังได้มีการกล่าวถึง maturity model เพื่อให้เห็นภาพในแต่ละระดับได้มากยิ่งขึ้น มีการแบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับแบ่งจากการใช้งาน BIM ว่าใช้ในลักษณะใดใช้ด้าน 2D, 3D, 4D scheduling, 5D cost estimating, หรือ 6D facility management และแบ่งจากวิธีการแลกเปลี่ยนสารสนเทศของแต่ละฝ่ายว่าเป็นอย่างไร โดยมีระดับดังนี้

- Level 0: Non BIM
- Level 1: Little Closed BIM
- Level 2: Little Open BIM or Big Closed BIM
- Level 3: Big Open BIM

Succar (2009) มีการกล่าวถึงระดับขั้นความสามารถในการใช้ BIM (BIM capability stage) คือความสามารถในการปฏิบัติงานโดยใช้ BIM โดยระดับขั้นความสามารถในการใช้ BIM เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญในแต่ละช่วงเพื่อให้ทุกฝ่ายในโครงการ หรือองค์กรบรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนด ซึ่งการกำหนดระดับ BIM capability ควรทำก่อนการดำเนินงาน เกณฑ์ในการแบ่งแต่ละระดับ คือ วิธีในการแลกเปลี่ยนสารสนเทศ และประเภทของแบบจำลอง ส่วนปัจจัยในการเลือกใช้ระดับนั้นคือ เทคโนโลยี, กระบวนการ และนโยบาย โดยมีการแบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้

- BIM Stage 0:The pre-BIM
- BIM Stage 1: Object-based modeling
- BIM Stage 2: Model-based collaboration

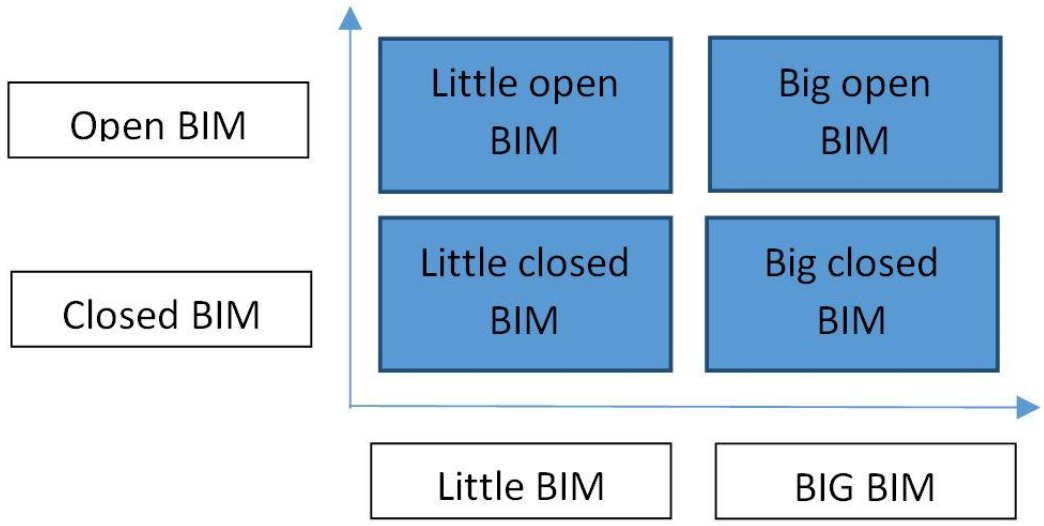
- BIM Stage 3: Network-based integration

The Department of Business Innovation and Skills, BIS (2011) ได้มีการระบุถึงระดับขั้นในการพัฒนาการใช้ BIM (BIM Maturity Levels) การคิดค้นระดับพัฒนานี้เพื่อช่วยยืนยันระดับความสามารถในการทำงานที่คาดหวัง รายละเอียดในแต่ละระดับขั้นจะกล่าวถึง การทำงานร่วมกันขอแต่ละฝ่ายโดยอธิบายถึงขั้นตอน อุปกรณ์ที่จำเป็น และเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองดังแสดงในภาพที่ จ2 ในการกำหนดระดับขั้นนี้ทำเพื่อให้ทุกฝ่ายใช้เป็นหลักยึดเมื่อมีการจะดำเนินงาน โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้

- Level 0: CAD
- Level 1: 2D & 3D
- Level 2: BIMs
- Level 3: iBIM

Mom and et al (2011) ได้กำหนดระดับความสามารถในการใช้ BIM (BIM adoption capability stages) จากการประยุกต์จาก Succar (2009) และ Taylor and Bernstein (2009) เพราะเห็นว่าการกำหนดระดับควรมีทั้งกรอบในการทำงาน และการใช้สารสนเทศร่วมกันที่ชัดเจนระดับความสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในระดับองค์กร และระดับโครงการก่อสร้างโดยแบ่งระดับขั้นออกเป็น 4 ระดับดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ จ 1 เมทริกซ์ของการใช้แนวคิด BIM

- AC 1: Visualization
- AC 2 : Coordination
- AC 3 : Adaptation
- AC 4 : Integration

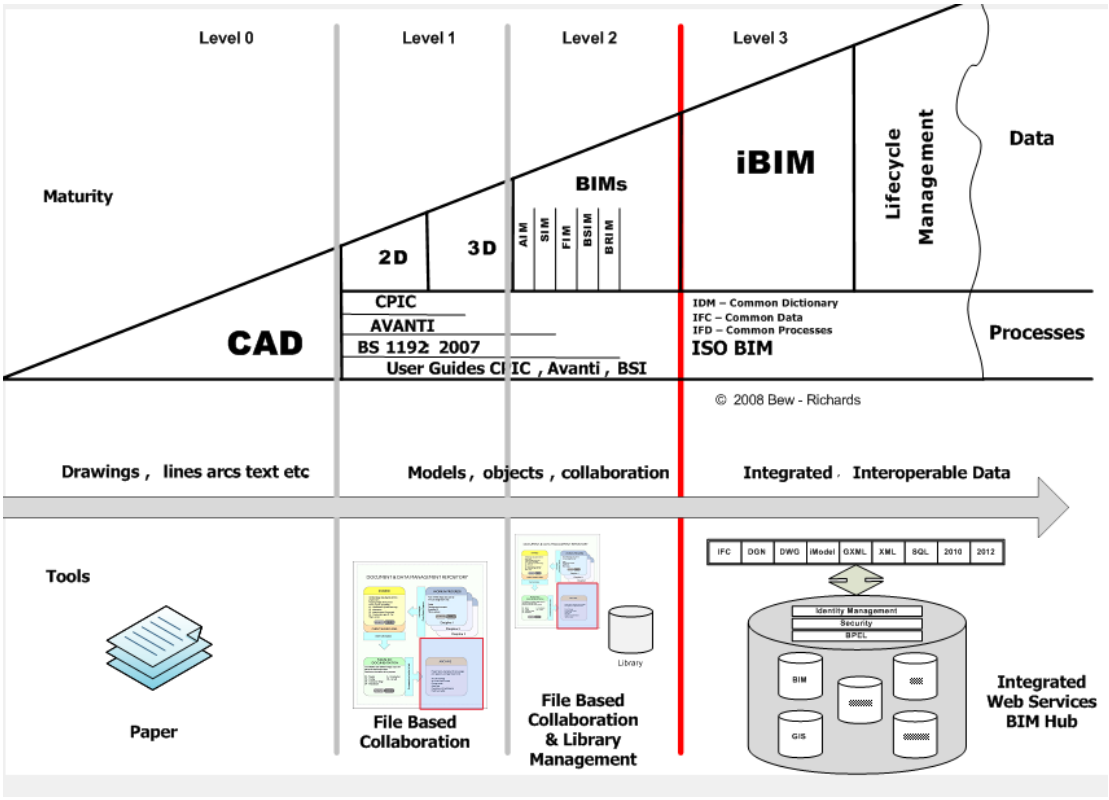
ทั้ง 4 แนวคิดในข้างต้นล้วนมีพื้นฐานจาก Capability Maturity Model (CMM) ของ Chrisis and et al. (2007) ระดับความสามารถในการพัฒนานี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องใดก็ได้ ซึ่งแบ่งระดับในการพัฒนาออกเป็น 5 ระดับคือ

- CL 0: Incomplete
- CL 1: Performed
- CL 2: Managed
- CL 3: Defined
- CL 4: Quantitatively managed
- CL 5: Optimizing

จากการวิเคราะห์ ผู้วิจัยพบว่า ทั้ง 4 แนวคิดมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งแยกแต่ละระดับ เกณฑ์ที่ถูกใช้ในการแบ่งระดับจากแนวคิดทั้งหมดนั่นก็คือ *รูปแบบผลลัพธ์ในแต่ละช่วง*ว่าออกมาเป็นรูปแบบใด เช่น แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เป็นต้น นอกจากเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยพบเกณฑ์ที่น่าสนใจจากแต่ละแนวคิดนั่นก็คือ *ลักษณะการทำงานร่วมกัน*ของแต่ละฝ่ายว่าเป็นการทำงานแบบแยกกันทำงาน หรือมีการทำงานร่วมกัน เกณฑ์ใน*ด้านการปฏิบัติตามแนวคิด BIM* นั้นเป็นเกณฑ์อีกตัวที่น่าสนใจ ซึ่งเกณฑ์นี้จะระบุว่าต้องการนำแนวคิด BIM มาใช้ในด้านใดบ้าง ยกตัวอย่างเช่น นำมาประยุกต์ใช้ด้านการวางแผนการก่อสร้าง (scheduling, 4D) นำมาประยุกต์ใช้ในด้านที่เกี่ยวกับคาใช้จ่าย (cost, 5D) หรือการประยุกต์ใช้ในด้านการดูแลบริหารสิ่งก่อสร้าง (facility management, 6D) และเกณฑ์ที่พบอีกตัวหนึ่งคือ *วิธีการกระจาย หรือแลกเปลี่ยนสารสนเทศ*

ข้อสังเกตที่พบจากทั้ง 4 แนวคิด คือ การแบ่งระดับจะใช้เกณฑ์เพียง 2-3 ตัวในการแบ่งระดับ ซึ่งทำให้เกิดคำถามตามมาว่าเกณฑ์นั้นเพียงพอในการแบ่งระดับหรือไม่ ควรมีการนำเกณฑ์ที่พบมารวมกันเพื่อเพิ่มความชัดเจนในการแบ่งระดับหรือไม่

จะเห็นได้ว่าทั้ง 4 แนวคิดได้มีการแบ่งระดับการนำ BIM ไปใช้งานออกเป็น 4 ระดับ ระดับแรก คือระดับที่ยังไม่มีการนำ BIM มาประยุกต์ใช้ ระดับที่ 2 เริ่มนำ BIM มาใช้ ระดับที่ 3 เป็นระดับที่มีการใช้ BIM ในหลายขั้นตอนในโครงการก่อสร้าง ส่วนระดับสุดท้ายเป็นการนำ BIM มาใช้ในทุกขั้นตอนของโครงการก่อสร้าง



ภาพที่ จ 2 ระดับขั้นในการพัฒนาการใช้แนวคิด BIM (BIS, 2011)

ตารางที่ จ สรุประดับในขั้นในการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM

Name of theory	Level/ Stage	Description
Maturity Model (Jernigan, 2008)	Level 0	No collaboration. Only 2D CAD drafting.
	Level 1 (Little Closed BIM)	Typically comprises a mixture of 3D CAD and 2D CAD drafting. 3D CAD for concept work and 2D for drafting of statutory approval documentation and production information. No collaboration between disciplines.
	Level 2 (Little Open BIM/ Big Closed BIM)	Collaboration comes in the form of exchanging information; design information is shared through a common file format. Software used by each discipline should be capable to export to or import from one of the common file formats, such as IFC.
	Level 3 Big Open BIM	Full collaboration between all disciplines by means of using a single shared project model stored in central repository.
BIM Capability Stages (Succar, 2009)	The pre-BIM	Traditional practice
	BIM Stage 1	Refers to the migration from 2D to 3D and object-based modeling and documentation. The BIM model is still single-disciplinary and the deliverables are mostly CAD document
	BIM Stage 2	Progresses from modeling to collaboration and interoperability. Stage 2 requires integrated data communication and data sharing between the stakeholders to support this collaborative approach

ตารางที่ จ (ต่อ) สรุประดับในขั้นในการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM

Name of theory	Level/ Stage	Description
	BIM Stage 3	This stage is the transition from collaboration to integration and it reflects the real underlying BIM philosophy. At this stage, project lifecycle phases dissolve substantially and players interact in real time to generate real benefits from increasingly virtual workflows. BIM Stage 3 models become interdisciplinary nD models.
BIM Maturity Levels (BIS, 2011)	Level 0 (CAD)	Unmanaged CAD probably 2D, with paper (or electronic paper)
	Level 1 (2D&3D)	Managed CAD in 2 or 3D format with a collaboration tool providing a common data environment. Commercial data managed by standalone finance and cost management packages with no integration
	Level 2 (BIMs)	Managed 3D environment held in separate discipline “BIM” tools with attached data. Integration on the basis of proprietary interfaces. The approach may utilize 4D program data and 5D cost elements as well as feed operational systems.
	Level 3 (iBIM)	Fully open process and data integration enabled by “web services” compliant with the emerging IFC / IFD standards
BIM adoption capability stages (Mom and et al, 2011)	AC 1: Visualization	The first BIM stage refers to creating images, diagrams, animations, or simulations to communicate aspects such as design intents and options, construction sequences, site logistics, construction methods, and/or site

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ (ต่อ) สรุประดับในขั้นในการประยุกต์ใช้แนวคิด BIM

Name of theory	Level/ Stage	Description
		safety.
	AC 2: Coordination	The second BIM stage refers to the improvement of communication efficiency by sharing electronic model files across disciplines.
	AC 3: Adaptation	The third BIM stage, refers to the adjustment of a new technology, process and work environment to the organization's own sub-organizations and the gradual diffusion of the use of the technology throughout the entire organization
	AC 4: Integration	BIM stage refers to making maximum use of technology deployment by pooling resources and expertise from different sources after internal capitalization and stabilization at the adaptation stage.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ
สรุปผลการตรวจสอบกรอบที่พัฒนาขึ้น

ตาราง ฉ รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลตรวจสอบความถูกต้อง

รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ	เนื้อหา
ลำดับ Expert 1 **ประเภทบริษัท** BIM Consult **ตำแหน่งงาน** ที่ปรึกษาด้าน BIM **ประสบการณ์ด้านBIM** 3-6 ปี **ประสบการณ์ทำงานในการวางแผนการปฏิบัติใช้ BIM** 0-3 ปี	Overview framework 1. LOI นั้นจำเป็นไหม เหมือนเป็นการตัดสินใจซ้ำซ้อน 2. ควรมีการระบุขอบเขตและนิยามของกรอบนี้ให้ดี Main factor 1. สำหรับ BIM goals นั้นควรจะมีการจัดลำดับความสำคัญ เพราะไม่สามารถเลือกเพียง goal ใดเพียงอันเดียว 2. ส่วน Collaboration นั้นอาจจะไม่ใช้ ปัจจัยที่ต้องตัดสินใจเพราะมันจะถูกโยงกับ BIM goals อยู่แล้ว LOI 1. LOI ในมุมมองนี้อาจจะมองแค่เพียง Software เพียงอย่างเดียว (ควรจะมอง Process การทำงานด้วย) 2. LOI definition ด้าน sharing ข้อมูลดูไม่ใช้ น่าจะมองเป็น Phase การทำงาน 3. ลักษณะของการใช้ BIM ควรมองเป็นมิติด้านการทำงาน (nD) มากกว่า Characteristic of management 1.Type of contract มีผลมากต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก 2. BIM Use ควรจะถูกระบุก่อนตั้งแต่ช่วง Main factor BIM guideline หัวข้อเนื้อหาเกือบครบถ้วน แต่ควรใส่การวางแผนในการประชุมร่วมกันว่าควรพบกันในช่วงเวลาใดบ้าง

ตาราง ฉ (ต่อ) รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลตรวจสอบความถูกต้อง

รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ	เนื้อหา
ลำดับ Expert 2 **ตำแหน่งงาน** สถาปนิก (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) **ประสบการณ์ด้านBIM** 5 ปี **ประสบการณ์ทำงานในการวางแผนการปฏิบัติใช้ BIM** 1 ปี	Overview framework ควรระบุคุณสมบัติของผู้ที่มีส่วนร่วมในการวางแผนให้ชัดเจน Main factor ปัจจัยหลักทั้ง 2 ตัวนั้นต้องเกิดมาจากผู้รับจ้างเป็นหลัก ส่วนปัจจัยของผู้ออกแบบนั้นส่วนใหญ่เกิดจากระเบียบการจากผู้ว่าจ้าง LOI 1.ให้มีการเปลี่ยนการมองว่ามีการใช้ BIM หรือไม่เป็นการมองมิติในการใช้ BIM เช่น ใช้เป็น 3D+time, 3D+cost เป็นต้น 2.ต้องกำหนดนิยามหรือทำตารางสรุปแยกแต่ LOI ให้ชัดเจน Characteristic of management ควรมีการมองถึงความพร้อมของทีมงานเป็นหลัก ในบางครั้งผู้ออกแบบมีเพียงสถาปนิกใช้ระบบนี้อย่างเดียว ผู้ออกแบบอื่นไม่ยอมใช้จำให้ยากในการใช้งาน BIM guideline 1.เนื้อหาในเรื่องผลลัพธ์ต้องระบุ Template ของแบบจำลองให้ชัดเจน เพราะหากใช้ Template แตกต่างกันจะทำให้การรวมแบบจำลองผิดพลาดได้ 2.ในส่วนของหน้าที่และความรับผิดชอบต้องแยกให้ชัดเจน เช่น ใครจะเป็นคนตรวจสอบแบบจำลอง เป็นต้น

ตาราง ฉ (ต่อ) รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลตรวจสอบความถูกต้อง

รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ	เนื้อหา
ลำดับ Expert 3 **ตำแหน่งงาน** Project manager **ประสบการณ์ด้านBIM** 1 ปี **ประสบการณ์ทำงานในการวางแผนการปฏิบัติใช้ BIM** 1 ปี	Overview framework ควรมีการตั้งวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้างก่อน แล้วค่อยดูของฝ่ายในโครงการ Main factor ควรมีปัจจัยด้านงบประมาณ และด้านการคืนทุนด้วย เพราะจำเป็นต่อผู้ที่ออกค่าใช้จ่าย LOI 1.ระบุตำแหน่งหน้าที่ หรือคุณสมบัติผู้ที่จะประเมินให้ชัดเจน เพราะไม่ใช่ใครก็ได้ที่จะสามารถประเมินได้ 2.เรื่องการแลกเปลี่ยนสารสนเทศถือว่าเป็นองค์ประกอบหลักในการตัดสินใจ Characteristic of management 1.สิ่งที่ระบุในสัญญาว่าจะให้ใครทำอะไรเป็นสิ่งที่จำเป็น 2.ส่วนด้านความพร้อมของแต่ละฝ่ายนั้นอยู่ที่ทางฝ่ายนั้นแก้ปัญหา แต่อาจจะมีการช่วยเหลือหากฝ่ายนั้นเพิ่งเริ่มต้นในการทำ BIM guideline 1.ควรมีการระบุเนื้อหาของการตั้งชื่อไฟล์เพราะในปัจจุบันยังใช้การส่งไฟล์ไปมาบางครั้งเกิดความสับสน 2.ควรมีการระบุการจัดเก็บไฟล์เช่นไฟล์ Input Output process 3.ระบุ Project based point & Survey based point ให้ชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ฉ (ต่อ) รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลตรวจสอบความถูกต้อง

รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ	เนื้อหา
ลำดับ Expert 4 **ตำแหน่งงาน** ที่ปรึกษาด้าน BIM **ประสบการณ์ด้านBIM** 8 ปี **ประสบการณ์ทำงานในการวางแผนการปฏิบัติใช้ BIM** 2 ปี	Overview framework 1.กรอบนี้หากเป็นสัญญาแบบ DBB ผู้รับจ้างก่อสร้างจะมีสิทธ์ช่วยในการวางแผนหรือไม่ หรือต้องปฏิบัติตามที่ผู้ว่าจ้างระบุ 2.การกำหนดวัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM เป็นสิ่งแรกควรปฏิบัติ Main factor 1.การแชร์สารสนเทศจากผู้ออกแบบมาสู่ผู้ว่าจ้างเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการทำงานของผู้รับจ้างมาก ผู้ว่าจ้างควรกำหนดออกมาเป็นกฎเกณฑ์ 2.แบ่งปัจจัยในการตัดสินใจของเจ้าของงาน และแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างให้ชัดเจน LOI 1.อาจต้องมีการระบุว่าจะนำแนวคิด BIM มาใช้เพื่ออะไร จะเป็นการกำหนดระดับได้ดีที่สุด 2.ระดับที่กำหนดควรมีมากกว่า 3 ระดับเพราะจะทำให้แยกระดับได้ไม่ละเอียด 3. ก่อนการประเมินระดับ LOI นั้นควรมีการประเมินภายในองค์กรด้าน ทรัพยากร (Resource), ความสามารถ (Competency) และ ประสบการณ์ (Experience) Characteristic of management ในด้าน Project team นั้นควรระบุคุณสมบัติมาตั้งแต่ก่อนจ้างงาน หรือหากจะนำมาใช้ประเมินนั้นควรจะเป็นผู้รับจ้างที่เข้ามาทำงานร่วมกันโดยที่ไม่ได้ประกวดราคามาก

ตาราง ฉ (ต่อ) รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ และสรุปผลตรวจสอบความถูกต้อง

รายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญ	เนื้อหา
	<u>BIM guideline</u> 1.ควรมีการจัดทำ Template แนวทางไว้เพื่อสะดวกต่องานหยิบไปใช้งาน 2.เนื้อหาควรระบุถึง BIM plate form คือ เรื่องการกำหนดซอฟต์แวร์ รุ่นของซอฟต์แวร์และโปรแกรมเพิ่มเติม (Add-ins) ต่าง ๆ 3.เนื้อหาควรระบุถึงกระบวนการพัฒนาแบบจำลองให้ละเอียดเช่น การเชื่อมต่อไฟล์ (Linked file) และการตรวจสอบแบบจำลอง (QC)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช
ตัวอย่างตารางระบุหน้าที่ และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย

ตาราง ช ตัวอย่างตารางระบุหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละฝ่าย (ดัดแปลงจาก BCA, 2012)

วัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM	BIM Man-ager	สมาชิกในโครงการที่เกี่ยวข้องในการเติมเต็มวัตถุประสงค์ A - ผู้เขียนแบบจำลอง, U - ผู้ใช้แบบจำลอง						
		ARH	SE	MEP	C	SC	FM	อื่น
แนวคิดการออกแบบ การศึกษาจำนวนอาคารหรือรูปแบบอื่นๆ ของข้อมูลที่ดำเนินการแทนกับตัวบงชี้ มิติ ,พื้นที่ ปริมาณ, สถานที่ตั้ง								
1. สมาชิกทุกคนที่ได้รับการแต่งตั้งในช่วงนี้เห็นด้วยกับ วัตถุประสงค์ กระบวนการดำเนินงาน และผลลัพธ์ของโครงการ <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> แผนการดำเนินงาน BIM ตกลง และลงนามโดยบุคคลที่เกี่ยวข้อง								
2. สร้างไซต์งานแบบจำลอง BIM สำหรับการศึกษาไซต์งานจัดทำแผนแม่บท และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ - วิเคราะห์ไซต์งาน - ใช้ได้รับอนุญาตการวางแผน โครงร่างในกรณีที่จำเป็น <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> แบบจำลองไซต์งาน								
3. สร้างและเปรียบเทียบ แบบจำลอง BIM								

วัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM	BIM Man-ager	สมาชิกในโครงการที่เกี่ยวข้องในการเติมเต็มวัตถุประสงค์ A - ผู้เขียนแบบจำลอง, U - ผู้ใช้แบบจำลอง						
		ARH	SE	MEP	C	SC	FM	อื่น
- พื้นที่ว่างและปริมาณ - จำนวนของแบบจำลองขึ้นอยู่กับจำนวนของทางเลือกในแนวคิดการออกแบบ <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> แบบจำลองโครงร่าง (Mass model)								
4. สร้างและจัดเก็บเอกสารขั้นสุดท้ายของแบบจำลอง BIM ที่ได้รับอนุญาตในช่วงแนวคิดการออกแบบก่อน								
5. พัฒนาเป็นแบบแผนและขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น								
แบบแผนและการออกแบบเบื้องต้น **Schematic /Preliminary Design** ส่วนอาคารทั่วไปหรือระบบที่มีการประมาณขนาด รูปร่าง สถานที่ การวาง แนว และปริมาณ คุณสมบัติที่ไม่เป็นเลขาคณิตอาจจะมีเตรียมไว้								
6. การพัฒนา บำรุงรักษาไว้และ ปรับแบบจำลองขนาดใหญ่นั้นให้เป็นปัจจุบัน - ในการเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งระเบียบ <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u>								

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM	BIM Man-ager	สมาชิกในโครงการที่เกี่ยวข้องในการเติมเต็มวัตถุประสงค์ A - ผู้เขียนแบบจำลอง, U - ผู้ใช้แบบจำลอง						
		ARH	SE	MEP	C	SC	FM	อื่น
แบบจำลองงานสถาปัตยกรรม								
7. การพัฒนา และ ปรับแบบจำลอง BIM ทางโครงสร้างให้เป็นปัจจุบันโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลองทางสถาปัตยกรรม - วิเคราะห์แบบโครงสร้างอาคารเบื้องต้น - ในการเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งระเบียบ <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> แบบจำลองงานโครงสร้าง								
8. การพัฒนาและ ปรับแบบจำลอง BIM ทางงานระบบให้เป็นปัจจุบันโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลองทางสถาปัตยกรรม - วิเคราะห์แบบงานระบบเบื้องต้น - ในการเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งระเบียบ <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> แบบจำลองงานระบบ								
9. ดำเนินการประสานงานระหว่างการออกแบบทางสถาปัตยกรรมและแบบจำลอง BIM โครงสร้าง <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u>								

วัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM	BIM Man-ager	สมาชิกในโครงการที่เกี่ยวข้องในการเติมเต็มวัตถุประสงค์ A - ผู้เขียนแบบจำลอง, U - ผู้ใช้แบบจำลอง						
		ARH	SE	MEP	C	SC	FM	อื่น
- รายงานการประสานงานการออกแบบขั้นเบื้องต้น (แบบจำลองทางสถาปัตยกรรมและโครงสร้างเท่านั้น)								
10. แก้ไขการประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการระหว่างแบบจำลอง BIM ทางสถาปัตยกรรมและโครงสร้าง <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> การประมาณค่าใช้จ่ายเบื้องต้น								
11. นำมาประยุกต์ใช้และได้รับการอนุมัติการวางแผนขั้นตอนการให้รายละเอียดในการออกแบบเป็นชุดที่มีรายละเอียดมากกว่าการออกแบบเบื้องต้นของส่วนอาคารทั่วไปหรือระบบที่มีการประมาณขนาด รูปร่าง สถานที่ และปริมาณคุณสมบัติที่ไม่เป็นเรขาคณิตอาจจะมีเตรียมไว้								
12. เก็บรักษาไว้และปรับปรุงแบบจำลองทางสถาปัตยกรรมให้เป็นปัจจุบัน - ในการเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งระเบียบ - ในการเตรียมการเพื่อการยื่นประมูล <u>ข้อเสนอแนะการส่งมอบ</u> แบบจำลองทางสถาปัตยกรรม								

วัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM	BIM Man-ager	สมาชิกในโครงการที่เกี่ยวข้องในการเติมเต็มวัตถุประสงค์ A - ผู้เขียนแบบจำลอง, U - ผู้ใช้แบบจำลอง						
		ARH	SE	MEP	C	SC	FM	อื่น
ช่วงการก่อสร้าง องค์ประกอบ BIM เป็นรูปแบบที่มีการผลิตและการประกอบรายละเอียดที่สมบูรณ์และเหนือกว่าการออกแบบรายละเอียดของขั้นตอนที่ใช้หรือมีประโยชน์สำหรับงานก่อสร้าง นองจากนี้อาจจะมีรายละเอียดแสดงในภาพวาด 2D CAD เพื่อเติมเต็มระดับขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดของรายละเอียด Note: เจ้าของแบบจำลอง BIM ที่กล่าวถึงในขั้นตอนนี้อยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างเท่านั้น								
13. ผู้รับจ้างก่อสร้างจะเริ่มต้นและทำการปรับปรุงแบบจำลอง BIM (Detailed Design BIM Model) อย่างต่อเนื่องให้เป็นปัจจุบัน (update) เพื่อให้เป็นแบบจำลองที่เสมือนการสร้างจริง (As-Built BIM Model) ผู้ว่าจ้างจะระบุความต้องการของการสร้างแบบจำลองของ BIM ที่เสมือนการสร้างจริง (As-Built BIM Model)								
แบบเสมือนการสร้างจริง องค์ประกอบ BIM จะคล้ายกันในระดับของรายละเอียดในขั้นตอนการออกแบบ								

วัตถุประสงค์การใช้แนวคิด BIM	BIM Man-ager	สมาชิกในโครงการที่เกี่ยวข้องในการเติมเต็มวัตถุประสงค์ A - ผู้เขียนแบบจำลอง, U - ผู้ใช้แบบจำลอง						
		ARH	SE	MEP	C	SC	FM	อื่น
รายละเอียดแต่ปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันตามการเปลี่ยนแปลงของการก่อสร้าง								
14.ที่ปรึกษาทำการยืนยันว่าถ้าแบบจำลองเสมือนจริง (As-Built) สอดคล้องกับแบบจำลอง BIM ที่ได้รับการตรวจสอบและรับการอนุมัติจากหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง การจัดการทรัพยากร องค์ประกอบ BIM คือแบบจำลองที่เหมือนส่วนของอาคารที่ถูกสร้างขึ้นจริง หรือ ระบบ และ แบบเสมือนการสร้างจริงทำหน้าที่แทนในส่วนของอาคารที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว								
15.รวบรวมข้อมูลที่สร้างขึ้นของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญในองค์ประกอบของแบบจำลอง BIM สำหรับการจัดเตรียมในการจัดการทรัพยากร <u>ข้อแนะนำ</u> แบบจำลองเสมือนจริงชุดสุดท้ายเตรียมพร้อมสำหรับการจัดการพื้นที่ว่าง การบำรุงรักษาอาคาร การแก้ไขเพิ่มเติมระหว่างการครอบครองโดยผู้จัดการทรัพยากร หรือ เจ้าของอาคาร								

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมายเหตุ ARH คือ สถาปนิก

SE คือ วิศวกรโครงสร้าง

MEP คือ วิศวกรระบบ

C คือ ผู้ว่าจ้าง

SC คือ ผู้ว่าจ้างรายย่อย

FM คือ ผู้ดูแลสิ่งก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างตารางระบุการใช้ BIM Use ในแต่ละช่วง

ตาราง ซ ตัวอย่างตารางระบุการใช้ BIM Use ในแต่ละช่วง (ดัดแปลงจาก CIC, 2010)

แผนงานการเลือกใช้ BIM Use						
BIM Uses ในแต่ละช่วง	ต้องการประยุกต์ใช้หรือไม่ (Y/N/May be)	**หน้าที่ความรับผิดชอบ**			มีการจัดทำแผนขั้นตอนหรือไม่	ข้อเสนอแนะ
		ฝ่ายที่เป็นแกนนำ	ฝ่ายที่เพิ่มเติมเข้ามา	ประสบการณ์ของแต่ละฝ่าย		
Planning Phase						
Programming						
Site Analysis						
Phase Planning (4D Modeling)						
Cost Estimation						
Existing Conditions Modeling						
Design Phase						
Design Authoring						
Engineering Analysis						
Phase Planning (4D Modeling)						
Design Reviews						
LEED Evaluation						
Code Validation						
Cost Estimation						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ซ (ต่อ) ตัวอย่างตารางระบุการใช้ BIM use ในแต่ละช่วง (ดัดแปลงจาก CIC, 2010)

แผนงานการเลือกใช้ BIM Use						
BIM Uses ในแต่ละช่วง	ต้องการประยุกต์ใช้หรือไม่ (Y/N/May be)	**หน้าที่ความรับผิดชอบ**			มีการจัดทำแผนขั้นตอนหรือไม่	ข้อเสนอแนะ
		ฝ่ายที่เป็นแกนนำ	ฝ่ายที่เพิ่มเติมเข้ามา	ประสบการณ์ของแต่ละฝ่าย		
Existing Conditions Modeling						
Construction Phase						
Site Utilization Planning						
3D Control and Planning						
3D Design / MEP Coordination						
3D Construction System Design						
Digital Fabrication						
Phase Planning (4D Modeling)						
Cost Estimation						
Existing Conditions Modeling						
Operations Phase						
Record Model						
Building System Analysis						
Building Maintenance						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ซ (ต่อ) ตัวอย่างตารางระบุการใช้ BIM use ในแต่ละช่วง (ดัดแปลงจาก CIC, 2010)

แผนงานการเลือกใช้ BIM Use						
BIM Uses ในแต่ละช่วง	ต้องการประยุกต์ใช้หรือไม่ (Y/N/May be)	**หน้าที่ความรับผิดชอบ**			มีการจัดทำแผนขั้นตอนหรือไม่	ข้อเสนอแนะ
		ฝ่ายที่เป็นแกนนำ	ฝ่ายที่เพิ่มเติมเข้ามา	ประสบการณ์ของแต่ละฝ่าย		
Scheduling						
Asset Management						
Disaster Planning						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว กนกวรรณ เรืองปิ่น เกิดปี พ.ศ. 2532 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2554 จากนั้นทำการเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในปีการศึกษา 2555 ในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์การบริหารโครงการก่อสร้าง ภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University