เครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย

โดย

นายภากร ภัทราพรพิสิฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย

โดย

นายภากร ภัทราพรพิสิฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศา
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

A STUDY OF EVALUATION TOOLS OF BUILDING INFORMATION MODELING IN CONSTRUCTION INDUSTRY IN THAILAND

BY

MR. PHAKORN PHATTRAPORNPISIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ARCHITECTURE

ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE AND PLANNING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2014

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นายภากร ภัทราพรพิสิฐ

เรื่อง

เครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง
ในประเทศไทย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2558

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร. ทิพย์สุดา จันทร์แจ่มหล้า)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร. ชาวี บุษยรัตน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ดร. สฤกกา พงษ์สุวรรณ)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(นาย กิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน	นายภากร ภัทราพรพิสิฐ
ชื่อปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร. ชาวี บุษยรัตน์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งหมายศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling) ขององค์กรออกแบบและรับเหมาก่อสร้างในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการใช้งาน กระบวนการหรือเครื่องมือชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในแต่ละองค์กร ปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ชี้วัดประสิทธิภาพ และค่าน้ำหนักความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Uses) เพื่อการชี้วัดที่เหมาะสมในแต่ละสายการทำงานที่ต่างกันในบริบทของประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าการวัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM โดยทั่วไปผู้ใช้กว่าครึ่งถึง 54 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ใช้งาน BIM ใช้ค่าตอบแทนจากการลงทุน (Return on investment) หรือ ROI ในการประเมินผลการใช้งาน BIM ในช่วงปลายของโครงการ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่เป็นมูลค่าโครงการและมีผู้ใช้งานเพียง 13 เปอร์เซ็นต์ ที่มีวิธีการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการใช้งาน ทั้งนี้ผู้ใช้งานอีก 33 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีการวัดผลอย่างเป็นรูปธรรม สำหรับในปัจจุบัน รูปแบบการวัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM ในองค์กรมีเครื่องมือที่ช่วยในการชี้วัดอยู่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น I-CMM, COBIT, CMMI, P-CMM, CSCMM เป็นต้น

โดยงานวิจัยนี้ใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มองค์กรตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์เชิงสถิติเกี่ยวกับค่าน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM และเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษาเพื่อวิเคราะห์เชิงบรรยายเกี่ยวกับรูปแบบการชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งานในองค์กร เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือที่มีปัจจัยชี้วัดที่เหมาะสมกับบริบทการทำงาน และค่าระดับน้ำหนักที่เหมาะสมในแต่ละสายการทำงานในองค์กรออกแบบและรับเหมาก่อสร้างในประเทศไทย ให้ผลลัพธ์ของการประเมินออกมาเป็นเชิงปริมาณ ซึ่ง

จะสามารถใช้ในการจัดลำดับ (Benchmarking) ในด้านต่าง ๆ ได้ เพื่อค้นหาจุดอ่อนจุดแข็งขององค์กร ในการทำความเข้าใจและประเมินศักยภาพของการทำงานกับการปรับใช้เทคโนโลยีในองค์กร ทั้งนี้ยังก่อให้เกิดมาตรฐานที่จะช่วยผลักดันให้เกิดการทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร สามารถนำเสนอเครื่องมือต้นแบบสำหรับใช้ชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Use) ด้วยปัจจัยชี้วัด 15 ข้อ โดยผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager) สามารถระบุค่าระดับประสิทธิภาพและเลือกปัจจัยชี้วัดในแต่ละ BIM Use ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานในโครงการเพื่อนำมาใช้ในการคำนวนคะแนน และสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลในเชิงปริมาณได้โดยมีทางเลือกในการรับทราบผลคือ ด้านสถานะของอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ด้านความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager) และด้านความคาดหวังของเจ้าของ (Owner) ทั้งนี้เครื่องมือได้ถูกนำไปใช้งานจริงในกลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย พบว่ามีผลตอบรับการใช้งานอยู่ในระดับพึงพอใจ

คำสำคัญ: แบบจำลองข้อมูลอาคาร, การประเมินผล, การใช้ประโยชน์

Thesis Title	A STUDY OF EVALUATION TOOLS OF BUILDING INFORMATION MODELING IN CONSTRUCTION INDUSTRY IN THAILAND
Author	Mr. Phakorn Phattrapornpisit
Degree	Master of Architecture
Major Field/Faculty/University	Architecture Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Dr. Chawee Busayarat
Academic Years	2014

ABSTRACT

This research is aimed to study Thai architectural and construction service providers' Building Information Modeling (BIM) usage. The study focus on the usage survey, quality measuring procedures or tools within each organization, quality control factors, and BIM usage comparing between the two types of service providers (architectural and construction) in Thailand. Based on the BIM quality measurement in this study, it can be summarized that 54 percent of BIM users utilize Return on Investment or ROI to measure the quality of BIM usage at the end of their projects in term of project total costs. Merely 13 percent of BIM users utilize quality measurement during the projects. However, 33 percent of its users do not have concrete measuring procedure or tool. BIM usage measurement consists of a number tool including I-CMM, COBIT, CMMI, P-CMM, and CSCMM.

This study collected and statistically analyzed the data from samples of organizations using quantitative research method as well as collecting data from case studies for qualitative analyzing perspective. The result can be used to develop appropriate measuring tools for both architectural and construction service providers in Thailand. The tools can provide quantitatively measurable result which can also be used in benchmarking ranking, organization strengths and weaknesses indication,

and measuring the quality of technology usages within each organization which lead to development of standards, thus resulting in service's efficiency.

The results from BIM research and development project lead to introduction of the prototype which is used to measure BIM usage. The prototype relies on 15 factors indicated by BIM Manager which allows it to customize values and choose BIM use factors based on the type of project being worked on. The results are computed and shown in the form of graph. The graph allows the user to compare any measurable norms and choose to observe the status of construction industrial in Thailand, expectations of BIM managers, and expectations of the project owner. This evaluation tool has been run on by BIM user in the construction industry in Thailand. It was found that there was an active response on customer satisfaction levels.

Keywords: Building Information Modeling, Evaluation, BIM Uses

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมดูแลวิทยานิพนธ์อย่างใกล้ชิด และ อาจารย์ ดร.ทิพย์สุดา จันทร์แจ่มหล้า ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำในขั้นตอนการทำวิจัยและนำเสนอแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยเป็นอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สฤกกา พงษ์สุวรรณ ที่กรุณาให้เกียรติมาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และสนับสนุนข้อมูลในฐานะของผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย และขอกราบขอบพระคุณ คุณกิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ ที่กรุณาให้เกียรติมาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในฐานะผู้เชี่ยวชาญพิเศษด้านการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ที่ได้ช่วยเหลือแนวทางการพัฒนาเครื่องมือประเมิน การตีความข้อมูลสนับสนุนที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและติดตามการดำเนินงานวิจัยอย่างใกล้ชิด

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ทุกภาคสาขาที่ได้ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย การทำงานและการดำเนินชีวิตในอนาคต

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำ ปรึกษาและคอยช่วยเหลือกัน ซึ่งมีส่วนให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ท่านได้ให้มาศึกษายังสถาบันแห่งนี้ คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจจนสามารถสำเร็จดังเป้าหมายที่ตั้งใจได้

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อทุก ๆ ท่านที่ได้กล่าวนามข้างต้น และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มิได้กล่าวนาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสำรวจ และให้ทำการสัมภาษณ์ ทุก ๆ องค์กรที่ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงดังเป้าหมายด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นายภากร ภัทราพรพิสิฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(12)
สารบัญภาพ	(13)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขั้นตอนการวิจัย	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวคิด แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง	7
2.2 สัดส่วนกลุ่มผู้ใช้งานแนวคิด แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในปัจจุบัน	9
2.3 ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร	11
2.4 แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้ BIM ในองค์กรของผู้ประกอบการ	1
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร	17

2.6 ปัญหาและอุปสรรค ในการปรับใช้เทคโนโลยีในองค์กร 21
2.7 เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง 22
2.7.1 CMMI (Capability Maturity Model Integration) 22
2.7.2 I-CMM (Interactive Capability Maturity Model) 24
2.7.3 COBIT (Control Objects for Information and related Technology) 25
2.7.4 P-CMM (People Capability Maturity Model) 26
2.7.5 CSCMM (Construction Supply Chain Maturity Model) 27
2.7.6 Indiana University BIM Proficiency Matrix 27
2.7.7 Knowledge Retention Maturity Levels 28
2.7.8 LESAT (Lean Enterprise Self-Assessment Tool) 28
2.7.9 P3M3 (Programme and Project Management Maturity Model) 28
2.7.10 PM (Project Management Process Maturity Model) 29
2.7.11 SPICE (Standard Process Improvement) 29
2.7.12 Supply Chain Management Process Maturity Model 29
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 34

3.1 แบบแผนการวิจัย 34
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 35
3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
3.2.2 ศึกษาเครื่องมือประเมินและปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการทำงาน 35
3.2.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการสำรวจ 36
3.2.4 สร้างคำถามและจัดทำแบบสำรวจ 36
3.2.5 ตรวจสอบแบบสำรวจ 43
3.2.6 ขั้นตอนการนำแบบสำรวจไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง 43
3.2.7 สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ 43
3.2.8 พัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 44
3.2.9 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการสัมภาษณ์ 44
3.2.10 สร้างกระบวนการสัมภาษณ์ 44

3.2.11 ตรวจสอบกระบวนการสัมภาษณ์ 48
3.2.12 นำกระบวนการสัมภาษณ์ไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง 48
3.2.13 วิเคราะห์ข้อมูล 49

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 50

4.1 ผลการสำรวจและสัมภาษณ์ 50
4.1.1 ผลการสำรวจแบบสำรวจ 50
4.1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ 51
(1.1) เพศของผู้ตอบแบบสำรวจ 51
(1.2) ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจ 51
(1.3) ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสำรวจ 52
(1.4) ตำแหน่งหน้าที่ของผู้ตอบแบบสำรวจ 52
(1.5) ประสบการณ์ในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ 53
(1.6) สถานะของธุรกิจในองค์กร 53
(1.7) ขนาดขององค์กรในธุรกิจออกแบบและรับเหมาก่อสร้าง 54
4.1.1.2 สถานะการประยุกต์ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทย 54
(2.1) การเป็นที่รู้จักของแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM 54
(2.2) แหล่งข่าวสารที่บริษัทได้รับเกี่ยวกับ BIM 55
(2.3) ความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคาร 56
(2.4) Software ที่ใช้งานในการพัฒนาโครงการ 56
(2.5) สถานะการใช้งานขององค์กรในการปรับใช้ BIM 57
(2.6) ระยะเวลาการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 58
(2.7) จำนวนโครงการที่มีการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 58
(2.8) ขอบเขตการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร 59
4.1.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร 59
(3.1) แนวคิดที่มีผลตอการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร 59
(3.2) ความสำคัญของแบบจำลองข้อมูลอาคาร 62
(3.3) ปัญหา-อุปสรรค ภายหลังจากการใช้งาน 64
(3.4) รูปแบบการประเมินการใช้งานในองค์กร 67

4.1.1.4 เป้าหมายและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร 67
(1) ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม (Architectural Firm) 68
(2) ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร (Structural Firm) 69
(3) ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร (Mechanical & Electrical Firm) 70
(4) ผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง (Contractor & CM) 71
(5) ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (Realestate Development) 72
4.2 การวิเคราะห์ ผลการสำรวจและสัมภาษณ์ 73
4.3 การพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 79
4.3.1 การพัฒนาปัจจัยชี้วัดการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 79
4.3.2 การพัฒนากระบวนการประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 94
4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนและกระบวนการทำงานของระบบ 97
4.3.2.2 คุณสมบัติความสามารถของระบบต้นแบบ 99
4.3.3 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 99
4.3.3.1 การแสดงผลของเครื่องมือ 99
4.3.3.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ 102

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 109

5.1 สรุปผลการศึกษาและการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งาน BIM 109
5.1.1 ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ (Process) 110
5.1.2 ด้านผลลัพธ์ที่ได้รับจากการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ (Result) 111
5.1.3 ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือต้นแบบ (Reliable) 112
5.1.4 ด้านความสามารถของเครื่องมือในการประเมิน (Performance) 113
5.1.5 ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied) 114
5.2 สรุปและอภิปรายผลงานวิจัยการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งาน BIM 116
5.2.1 ด้านขอบเขตการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในประเทศไทย 116
5.2.2 ด้านปัจจัยต่างที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 116
5.2.3 รูปแบบการประเมินผลและค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมกับประเทศไทย 117
5.2.4 เครื่องมือต้นแบบสำหรับประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 117
5.3 ข้อจำกัดจากผลการวิจัย (Limitation) 118

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต (Perspective) 119

รายการอ้างอิง 120

ภาคผนวก 123

ภาคผนวก ก ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษา 124
ภาคผนวก ข แบบสำรวจและแบบประเมินความพึงพอใจ 129
ภาคผนวก ค ตัวอย่างชุดคำสั่ง Macro ในระบบต้นแบบ 151

ประวัติผู้เขียน 154

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ลำดับความถี่ของประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร 17

2.2 ค่าน้ำหนักปัจจัยการชี้วัดการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร 18

2.3 ปัจจัยชี้วัดการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ตาม National BIM Standard 20

2.4 ปัญหาและอุปสรรคที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร 21

2.5 ตารางแสดงปัจจัยการประเมินประสิทธิภาพ 27 หมวดหมู่ของ BIMM 30

2.6 ตารางแสดงปัจจัยการวัด KPI ด้วย Balance Score Card 32

3.1 คำถามสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 38

3.2 คำถามสำรวจสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 39

3.3 จุดประสงค์การใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร 41

3.4 แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process) 45

3.5 แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านผลลัพธ์ (Result) 46

3.6 แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable) 46

3.7 แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance) 47

3.8 แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied) 47

4.1 ตารางแสดงการจัดลำดับแนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร 60

4.2 ตารางแสดงการจัดลำดับความคิดเห็นความสำคัญของแบบจำลองข้อมูลอาคาร 63

4.3 ตารางแสดงการจัดลำดับปัญหาและอุปสรรคจากการใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร 65

4.4 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารตามสถานะของงานก่อสร้าง 74

4.5 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการลำดับค่าน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM 76

4.6 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าระดับการเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ 80

4.7 ตารางแสดงการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการเมินการทำงาน 81

5.1 ตารางแสดงความพึงพอใจ ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ 111

5.2 ตารางแสดงความพึงพอใจ ด้านผลลัพธ์ที่ได้รับจากการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ 112

5.3 ตารางแสดงความพึงพอใจ ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือต้นแบบ 113

5.4 ตารางแสดงความพึงพอใจ ด้านความสามารถของเครื่องมือในการประเมินการใช้งาน 114

5.5 ตารางแสดงความพึงพอใจ ด้านการนำไปใช้ต่อ 115

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงแนวโน้มการนำแบบจำลองข้อมูลอาคารเข้ามาใช้งานในองค์กร 10
2.2 แสดงค่าระดับปัจจัยของเครื่องมือชี้วัด CMMI 23
2.3 แสดงกระบวนการคำนวนค่าระดับของปัจจัยในเครื่องมือชี้วัด I-CMM 25
2.4 แสดงกรอบของปัจจัยในเครื่องมือชี้วัด COBIT 26
2.5 แสดงค่าระดับของเครื่องมือชี้วัด P-CMM 27
2.6 แสดงปัจจัยของเครื่องมือชี้วัด IU BIM Proficiency Matrix 28
2.7 แสดงกลุ่มปัจจัยของเครื่องมือชี้วัด P3M3 29
4.1 แผนภูมิแสดงอัตราการตอบรับแบบสำรวจ 50
4.2 แผนภูมิแสดงเพศของผู้ตอบแบบสำรวจ 51
4.3 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจ 51
4.4 แผนภูมิแสดงระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสำรวจ 52
4.5 แผนภูมิแสดงตำแหน่งหน้าที่ของผู้ตอบแบบสำรวจ 52
4.6 แผนภูมิแสดงประสบการณ์การทำงานในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ 53
4.7 แผนภูมิแสดงสถานะขององค์กรในอุตสาหกรรมก่อสร้างของผู้ตอบแบบสำรวจ 54
4.8 แผนภูมิแสดงขนาดขององค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ 54
4.9 แผนภูมิแสดงการเป็นที่รู้จักของแบบจำลองข้อมูลอาคาร 55
4.10 แผนภูมิแสดงการรับข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองข้อมูลอาคาร 55
4.11 แผนภูมิแสดงถึงการให้ความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคาร 56
4.12 แผนภูมิแสดงถึงการใช้งาน Software เพื่อการพัฒนาโครงการสถาปัตยกรรม 57
4.13 แผนภูมิแสดงถึงการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในโครงการสถาปัตยกรรม 57
4.14 แผนภูมิแสดงถึงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารจนถึงปัจจุบัน 58
4.15 แผนภูมิแสดงจำนวนโครงการที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร 58
4.16 แผนภูมิแสดงขอบเขตการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร 59
4.17 แผนภูมิแสดงแนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร 60
4.18 แผนภูมิแสดงความคิดเห็นด้านความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร 63
4.19 แผนภูมิแสดงปัญหาและอุปสรรคภายหลังจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร 65
4.20 แผนภูมิแสดงรูปแบบการประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร 67

4.21 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จาก BIM ในกลุ่มผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม 68
4.22 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จาก BIM ในกลุ่มผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร 69
4.23 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จาก BIM ในกลุ่มผู้ออกแบบงานระบบอาคาร 70
4.24 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จาก BIM ในกลุ่มผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง 71
4.25 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จาก BIM ในกลุ่มผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ 72
4.26 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จาก BIM ตามช่วงของงานก่อสร้าง 75
4.27 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จาก BIM ตามตำแหน่งวิชาชีพในองค์กร 78
4.28 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Intro“ 99
4.29 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “BIM Use“ 100
4.30 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Performance Level“ 100
4.31 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Indicator“ 101
4.32 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Area of Interest“ 101
4.33 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Evaluation“ 102
4.34 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Intro“ 103
4.35 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “BIM Use“ 103
4.36 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Performance Level“ 104
4.37 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Indicator“ 104
4.38 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Area of Interest“ 105
4.39 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Evaluation“ 106
4.40 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ความคาดหวัง และคะแนน 106
4.41 ผลจากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้างกับคะแนนที่ได้ 107
4.42 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Performance Chart“ 107

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
BIM	Building Information Modeling/ แบบจำลองข้อมูลอาคาร
CAAD	Computer Aided in Architectural Design/ คอมพิวเตอร์เพื่องานออกแบบสถาปัตยกรรม
CAD	Computer Aided Design/ คอมพิวเตอร์เพื่องานออกแบบ
CFD	Computational Fluid Dynamics/ คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของไหล
GIS	Geographic information system/ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
GPS	Global Positioning System/ ระบบบอกตำแหน่งบนพื้นผิวโลก
KPI	Key Performance Indicator/ ดัชนีชี้วัดผลงานหรือความสำเร็จของงาน
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design/ เกณฑ์สาหรับการประเมินอาคารเขียว
NBS	National BIM Standard/ มาตรฐานการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารสากล
NIBS	National Institute of Building Sciences/ สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ
ROI	Return on Investment/ ผลตอบแทนการลงทุน

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบการทำงานแบบสองมิติในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยเกิดขึ้นในหลายลักษณะ เนื่องจากการทำงานร่วมกันหลายฝ่ายทั้ง สถาปนิก วิศวกร และผู้รับเหมา ในการก่อสร้างอาคารโดยแต่ละฝ่ายมีข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการสื่อสารกันเองภายในองค์กรและการส่งต่อข้อมูลข้ามฝ่าย ข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน (Updated) และมีความถูกต้องเพื่อลดข้อขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นในการทำงาน เช่น การตรวจสอบหาข้อผิดพลาดของแบบก่อสร้าง แบบก่อสร้างแต่ละแผ่นมักจะคลาดเคลื่อน ในบางกรณี มีการแก้ไขส่วนใดส่วนหนึ่งแต่ไม่ได้แก้ไขในส่วนอื่นๆ ให้ครบถ้วน มีผลต่อหน้างานทำให้สูญเสียเวลาในการตรวจสอบและใช้ทรัพยากรบุคคลจำนวนมากในแต่ละกระบวนการ หรือ กรณีการประกอบแบบก่อสร้าง (Combine) ในระบบการทำงานแบบสองมิติที่มีการรวม แบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบงานระบบต่าง ๆ โดยปกติจะไม่สามารถหาข้อผิดพลาดหรือจุดที่ชิ้นส่วนซ้อนทับกัน (Crash) ของงานแต่ละส่วนได้ด้วยมุมมองสองมิติ ซึ่งเทคโนโลยีที่คาดหวังว่าจะสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้คือ แนวคิดการจัดการข้อมูลอาคารในระบบแบบจำลองสามมิติผ่านซอฟแวร์เพื่องานออกแบบในชื่อ BIM (Building Information Modeling) คือการพัฒนาซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ทางด้านการออกแบบ ในรูปแบบของการบันทึกข้อมูล (Information) ลงไปในวัตถุสามมิติและสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไปเพื่อให้สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นมาใช้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับการพูดถึงอย่างแพร่หลายในวงการก่อสร้างของไทย ซึ่งสถานะของการใช้งานในปัจจุบัน ยังคงอยู่ในการตรวจสอบหาข้อเท็จจริงของผู้ใช้งานถึงประโยชน์และประสิทธิภาพที่จะเกิดขึ้นในโครงการ โดยได้มีการนำมาใช้กันในบริษัทชั้นนำทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ ซึ่งระบบการทำงาน BIM ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องในปัจจุบันได้มีซอฟแวร์ที่สนับสนุนแนวคิดนี้มากมาย เช่น Autodesk (Revit), Bentley (Bentley Architect), Graphisoft (ArchiCAD) เป็นต้น (ทรงพล ยมนาค, 2553)

ทั้งนี้การวัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM โดยทั่วไปผู้ใช้กว่าครึ่งถึง 54% ของผู้ใช้งาน BIM ทั่วโลกใช้ค่าตอบแทนจากการลงทุน (return on investment) หรือ ROI ในการประเมินผลการใช้งาน BIM ในช่วงปลายของโครงการ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่เป็นมูลค่าโครงการและมีผู้ใช้งานเพียง 13% ที่ใช้วิธีการตรวจสอบในระหว่างการใช้งาน ทั้งนี้ผู้ใช้งานอีก 33 % ที่เหลือไม่มีการวัดผลอย่างเป็นรูปธรรม (MCRA, 2009: 8) จากตัวเลขข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายของผู้ใช้งานเมื่อต้องการ

หากระบวนการชี้วัดข้อมูล ประเมินข้อมูล หรือการเปรียบเทียบข้อมูลในรูปแบบการใช้งานที่ต่างกัน ซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะใช้วิธีวัดผลจาก ROI เป็นหลัก สำหรับในปัจจุบันนี้ รูปแบบการวัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM ในองค์กรมีเครื่องมือที่ช่วยในการชี้วัดอยู่หลากหลายแบบ ตัวอย่างเช่น I-CMM, COBIT, CMMI, P-CMM, CSCMM (Succar, 2009) ซึ่งเกิดจากความต้องการของตลาดที่ต้องการเข้าใจถึงอุปสรรค ปัญหา จุดแข็งจุดอ่อน สำหรับการบริหารองค์กรในกรอบการทำงานด้วย BIM แต่ทั้งนี้เครื่องมือที่กล่าวมาข้างต้นไม่สามารถทำการชี้วัดการใช้ประโยชน์จาก BIM ตามลักษณะการใช้งานที่เฉพาะทางของแต่ละองค์กรในประเทศไทย และไม่มีการให้ค่าระดับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละ BIM Use ที่มีการใช้งานต่างกัน ซึ่งปัจจัยเบื้องต้นที่สามารถแบ่งประเภทของการวัดได้ เช่น ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data Richness) การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Life-cycle Views) ขั้นตอนและกระบวนการเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Change Management) บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้ (Roles or Disciplines) ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร (Business Process) การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล (Timeliness/ Response) วิธีการเข้าถึงข้อมูล (Delivery Method) ความสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงกราฟฟิคและแบบก่อสร้าง (Graphical Information) ความสามารถในการระบุตำแหน่งข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Spatial Capability) ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง (Information Accuracy) ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability IFC Support) (NIBS, 2011)

การใช้ประโยชน์จาก BIM สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่มีตัวชี้วัดที่มีความชัดเจนสามารถเห็นผลลัพธ์ของประโยชน์ที่ได้รับหรือปัญหาที่มองไม่เห็นได้อย่างทันที ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการยังคงตั้งข้อสงสัยและคาดเดากันไปในประสิทธิภาพการใช้งาน หรือผลประโยชน์ที่จะได้รับว่าคุ้มค่าหรือไม่ในการลงทุนนำ BIM เข้ามาปรับใช้ในองค์กร (ธนัชชา สุขขี, 2554: 90) รวมถึงการยอมรับในอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่มีการตอบรับถึงเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ และการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ถูกบังคับใช้โดยผู้ประกอบการ ซึ่งกรอบการทำงานที่สมดุลสำหรับการใช้งาน BIM ควรจะพิจารณาทั้งด้านการเงิน ROI และ การบริหารจัดการ Management (Succar, 2010) ตัวชี้วัดและมาตรฐานในการประเมินผลการปฏิบัติงานโดยรวมและผลประโยชน์ที่ได้รับจาก BIM จะสามารถเป็นหลักการในการปรับปรุงให้เข้ากับรูปแบบการนำไปใช้ที่แตกต่างกันในภาคอุตสาหกรรมการก่อสร้าง หรือแม้แต่ขนาดของโครงการที่ต่างกัน จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะศึกษารูปแบบการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน BIM ในองค์กรก่อสร้างโดยให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นเชิงปริมาณโดยใช้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่เหมาะสมกับแต่ละสายอาชีพ ซึ่งสามารถใช้ในการจัดลำดับ Benchmarking ในด้านต่าง ๆ ได้ เพื่อค้นหาจุดอ่อนจุดแข็งขององค์กร ในการทำความเข้าใจและประเมินศักยภาพของการทำงานกับการปรับใช้เทคโนโลยีในองค์กร เพื่อผลักดันให้เกิดการทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน BIM ในมุมมองของผู้ใช้งานและผู้ประกอบการ

1.2.2 เพื่อศึกษาขอบเขตการใช้งาน BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ในประเทศไทย

1.2.3 เพื่อศึกษารูปแบบการประเมินผล และค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมในการประเมินผลการทำงานของแต่ละสายอาชีพที่มีการใช้งาน BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

1.2.4 พัฒนาเครื่องมือประเมินผลการทำงานที่นำไปสู่การใช้งาน BIM อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาเฉพาะบริษัทที่มีการปรับใช้ BIM ของแต่ละภาคธุรกิจ 1. ออกแบบสถาปัตยกรรม 2.ออกแบบโครงสร้าง 3.ออกแบบงานระบบ 4.รับเหมาก่อสร้าง 5.พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ โดยจะทำการศึกษาจากบริษัทขนาดกลางขึ้นไป โดยมีทุนจดทะเบียนบริษัทที่มีมูลค่าตั้งแต่ 1 ล้านบาทขึ้นไปสำหรับบริษัทภาคธุรกิจออกแบบ และ 10 ล้านบาทขึ้นไปสำหรับบริษัทภาคธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง โดยมีการใช้งาน BIM ในโครงการอย่างน้อย 1 โครงการ และมีภูมิลำเนาตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้น

1.3.2 ช่วงเวลาในการทำวิจัยระหว่าง เดือน มกราคม 2558 – เมษายน 2558 โดยในขณะที่ทำการศึกษามีบริษัทที่ระบุว่ามีการใช้งาน BIM ที่ได้ทำการคัดเลือกไว้จำนวนทั้งสิ้นทั้งหมด 78 บริษัท แบ่งเป็นบริษัทออกแบบสถาปัตยกรรมที่มีการใช้ BIM จำนวน 27 บริษัท บริษัทออกแบบงานวิศวกรรม และรับเหมาก่อสร้างที่มีการใช้ BIM จำนวน 38 บริษัท และบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ที่มีการใช้ BIM จำนวน 13 บริษัท

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ผู้ที่กำลังใช้งานหรือเริ่มต้นใช้งาน BIM สามารถนำกระบวนการชี้วัดและปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพนำไปปรับใช้ในการทำงานเพื่อพัฒนาศักยภาพของตนเองและองค์กร

1.4.2 เพื่อให้สามารถเห็นภาพรวมของอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยที่มีการประยุกต์ใช้ BIM และสามารถนำผลการสำรวจขอบเขตการใช้งาน BIM ในประเทศไทยมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นหรือข้อเสนอแนะสำหรับองค์กรที่จะนำ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) มาประยุกต์ใช้

1.4.3 ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างสามารถนำรูปแบบการประเมินผล และค่าเฉลี่ยน้ำหนักของแต่ละสายอาชีพไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการสำหรับใช้เทคโนโลยี BIM ในองค์กร เพื่อผลักดันให้เกิดการใช้งานในองค์กรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงองค์กรอื่นๆที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลลัพธ์นี้ไปใช้ในการชี้วัดและเปรียบเทียบ ศักยภาพของอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ที่มี BIM เป็นเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนได้

1.4.4 การพัฒนาเครื่องมือประเมินผลการทำงานด้วย BIM สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยได้จริง และมีความเหมาะสมต่อการทำงานด้วยแบบจำลองข้อมูลอาคาร ตรงต่อความต้องการใช้งานข้อมูลในการนำไปใช้ต่อและการแสดงผลลัพธ์ที่เข้าใจได้ง่าย

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการแนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สถานะการประยุกต์ใช้ ประโยชน์ ปัญหา อุปสรรค และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

1.5.2 ศึกษาเครื่องมือประเมินและปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบัน

1.5.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการศึกษา โดยบริษัทที่จะนำมาใช้ในการเก็บข้อมูล แบ่งเป็นบริษัทตาม 5 สาขาอาชีพที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้น จำนวน 78 แบบสำรวจที่ได้รับการตอบกลับ มีจำนวนทั้งสิ้น 44 บริษัท

1.5.4 ดำเนินการออกแบบคำถามและจัดทำแบบสำรวจ เพื่อสำรวจสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในประเทศไทย และระดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์จาก BIM

ในด้านต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชาชีพโดยใช้การศึกษาปัจจัยจากเครื่องมือที่มีในอดีตและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1.5.5 ตรวจสอบแบบสำรวจโดยกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบแบบสำรวจก่อนการใช้งาน

1.5.6 นำแบบสำรวจไปใช้ในการสำรวจสถานะการใช้งาน และค่าน้ำหนักของการใช้ประโยชน์จาก BIM ในแต่ละสายอาชีพในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีการใช้ BIM ด้วยการสำรวจจากกลุ่มเป้าหมายตามขอบเขตงานวิจัยทางไปรษณีย์ทั้งหมด 78 แห่ง

1.5.7 สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ นำมาวิเคราะห์ผลสถานะการใช้งานและนำค่าน้ำหนักที่ได้จากการสำรวจ มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

1.5.8 พัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ภายใต้การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager)

1.5.9 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการศึกษา โดยบริษัทที่จะนำมาใช้ในการเก็บข้อมูล แบ่งเป็นบริษัทตาม 5 สาขาอาชีพมีการใช้งาน BIM ในองค์กร (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้นจำนวน 5 บริษัท

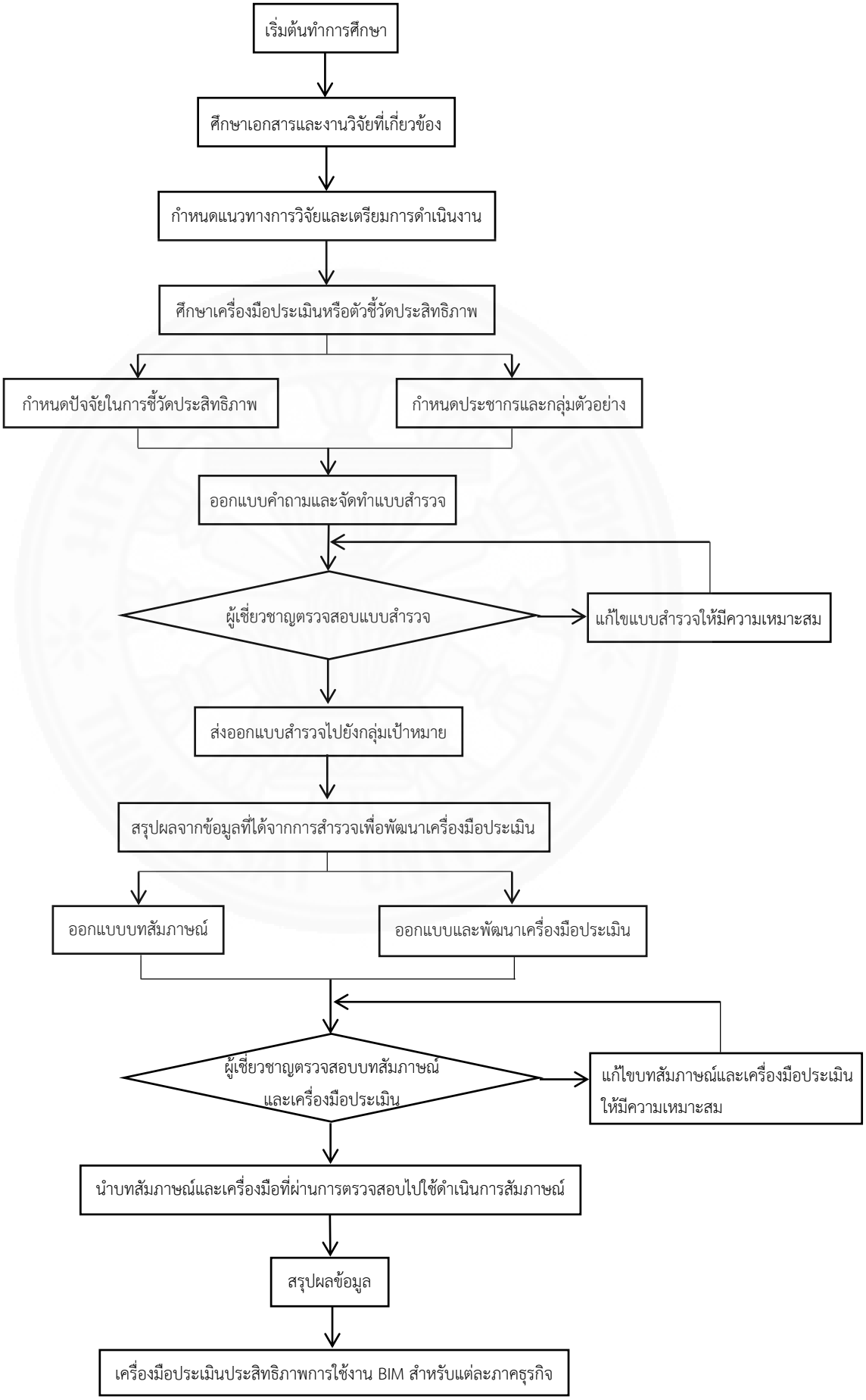
1.5.10 ออกแบบกระบวนการสัมภาษณ์ โดยกำหนดให้ผู้ดูแลการประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารทั้ง 5 สาขาวิชาชีพ ทดลองใช้งานเครื่องมือของทางผู้วิจัยและทำการประเมินเครื่องมือด้วยแบบประเมินความพึงพอใจและการสัมภาษณ์ถึงความคิดเห็นในการพัฒนาเครื่องมือ

1.5.11 ตรวจสอบกระบวนการสัมภาษณ์ โดยนำเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นและแบบประเมินความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager) ได้ทดลองใช้งาน ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลต่าง ๆ และทำการแก้ไขก่อนนำมาใช้งาน

1.5.12 นำกระบวนการสัมภาษณ์ไปใช้ในการสัมภาษณ์ ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารทั้ง 5 สาขาวิชาชีพ ได้ทำการทดลองใช้งานเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ของทางผู้วิจัย ซึ่งภายหลังจากการทดลองทางผู้วิจัยจะดำเนินการสัมภาษณ์และใช้แบบประเมินความพึงพอใจในมิติความพึงพอใจ 5 ด้าน ประกอบด้วย 1.ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process) 2.ด้านผลลัพธ์ (Result) 3.ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable) 4.ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance) 5.ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับผลการทดลอง

1.5.13 วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุถึงประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือประเมิน นำมาปรับปรุงและนำเสนอประโยชน์ ปัญหา อุปสรรค รวมถึงข้อจำกัดในการใช้งาน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

แบบจำลองข้อมูลอาคาร (Building Information Modeling) หรือ BIM คือ กระบวนการหรือขั้นตอนการการสร้างแบบจำลองของโครงการหรืออาคารที่เกิดจากการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ภายในโครงการเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างต่อเนื่องสำหรับการประกอบการตัดสินใจต่าง ๆ ในวงจรของโครงการ (AIA, 2012) ถือเป็นอีกหนึ่งยุคสมัยของวงการก่อสร้างในประเทศไทย ตั้งแต่การเขียนแบบด้วยมือและการพัฒนาแนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนทางด้านการออกแบบ ที่เรียกว่า Computer aided Design (CAD) ได้มีการพัฒนาควบคู่ไปกับความพยายามในการนำข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ มาใช้ร่วมกับข้อมูลอาคารในด้านต่าง ๆ เช่น ระบบเครื่องจักรกลอาคาร ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำประปา อย่างไรก็ตามแนวทางดังกล่าวยังมีข้อจำกัดซึ่งคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถพัฒนาได้เทียบเท่าความต้องการของผู้ใช้งาน แต่ภายในระยะเวลาไม่นานจำนวนผู้ใช้แนวคิด CAD เพิ่มมากขึ้นและถูกใช้ในการทำเอกสารก่อสร้าง และแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) มากกว่าการเขียนแบบลงกระดาษด้วยมือด้วยประโยชน์ที่หลากหลายกว่า (Autodesk, 2002: 1) ซึ่งในปี ค.ศ.1970 Building Information Modeling จึงถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งหลักการและข้อกำหนดแตกต่างจากการออกแบบด้วยระบบ CAD เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ CAD ต้องทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ของชิ้นส่วนด้วยตัวผู้ใช้เองในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการทำงานแบบ Object-based Parametric Modeling หรือแบบ BIM นั้นข้อมูลของทุกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ จากข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลอง แต่เนื่องจากในช่วงเวลานั้นจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างสูงมาก โดยเฉพาะประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ไม่เป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง มีเพียงอุตสาหกรรมการผลิตอากาศยานทางอวกาศเท่านั้น ที่ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์จากแนวคิดดังกล่าว (Eastman, 2008: 26-27)

BIM (Building Information Modeling) เป็นแนวคิดที่เริ่มขึ้นโดย Charles M. Eastman จาก Georgia Institute of Technology, USA ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีรากฐานของการพัฒนางานออกแบบบนคอมพิวเตอร์ โดยถูกนำมาใช้ในการพัฒนาซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ที่ช่วยทางด้านการออกแบบในรูปแบบของการบันทึกข้อมูล (Information) ลงไปในวัตถุสามมิติและสร้าง

ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกบันทึกลงไป เพื่อให้สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นมาใช้สำหรับการวิเคราะห์งานออกแบบและก่อสร้างได้ ซึ่งสามารถอธิบายจุดเด่นของการทำงานด้วยระบบ BIM ได้ดังนี้

2.1.1 BIM เน้นลักษณะการสร้างชิ้นงานในแบบสามมิติเป็นหลัก และมีกลไกในการควบคุมขนาดและสัดส่วนต่าง ๆ ของวัตถุด้วยระบบพารามิเตอร์ (Parametric Object-Based) โดยควบคุมการทำงานผ่านมุมมองต่าง ๆ (View) ทั้งมุมมองที่เป็นสองมิติและสามมิติ และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของวัตถุใดๆ ในมุมมองก็จะส่งผลถึงมุมมองอื่นๆทั้งหมด ลดความผิดพลาดในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

2.1.2 กลุ่ม BIM ซอฟแวร์สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรม (Computer Aided in Architectural Design : CAAD) ที่พัฒนาขึ้นสำหรับอุตสาหกรรมออกแบบและก่อสร้าง โดยสถาปนิกและนักออกแบบเป็นหลักรวมถึงผู้รับเหมา เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมมากกว่าการทำงานแบบเดิมที่เน้นการเขียนแบบสองมิติและนำเสนองานเพียงอย่างเดียว

2.1.3 สามารถใช้เทคโนโลยี BIM เข้าร่วมกับกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานด้านการออกแบบและก่อสร้างด้วยการประมวลผลข้อมูลในด้านต่าง ๆ เช่น การถอดแบบวัตถุเพื่อการประมาณราคา (Cost Estimate) ลำดับขั้นตอนในการก่อสร้าง (Construction Phasing) เพื่อช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาทำงานให้น้อยลง

2.1.4 การลดการใช้ทรัพยากรบุคคล และค่าใช้จ่ายในการทำงานให้น้อยลง โดยการนำความสามารถของคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผลข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นให้มากขึ้น ทดแทนการใช้แรงงานในกระบวนการออกแบบ เพิ่มประสิทธิภาพในความถูกต้องของข้อมูล

2.1.5 BIM สามารถวิเคราะห์งานออกแบบในด้านต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์พื้นที่ (Area Analysis) การจัดการดินขุดดินถม (Cut and Fill) การวิเคราะห์อาคารในด้านการประหยัดพลังงาน (Energy Efficiency) การตรวจสอบทิศทางของแสงแดดที่มีผลกระทบต่อช่องเปิดอาคาร (Solar and Day Lighting Analysis) เป็นต้น

2.1.6 ความสามารถในการทำแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) รวมถึงแบบขยาย (Shop Drawing) และรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ความสามารถในการทำแบบก่อสร้างตามขั้นตอนของงานก่อสร้าง ในส่วนนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่ผู้ใช้งาน BIM เห็นถึงความสำคัญในการปรับใช้ และให้ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม

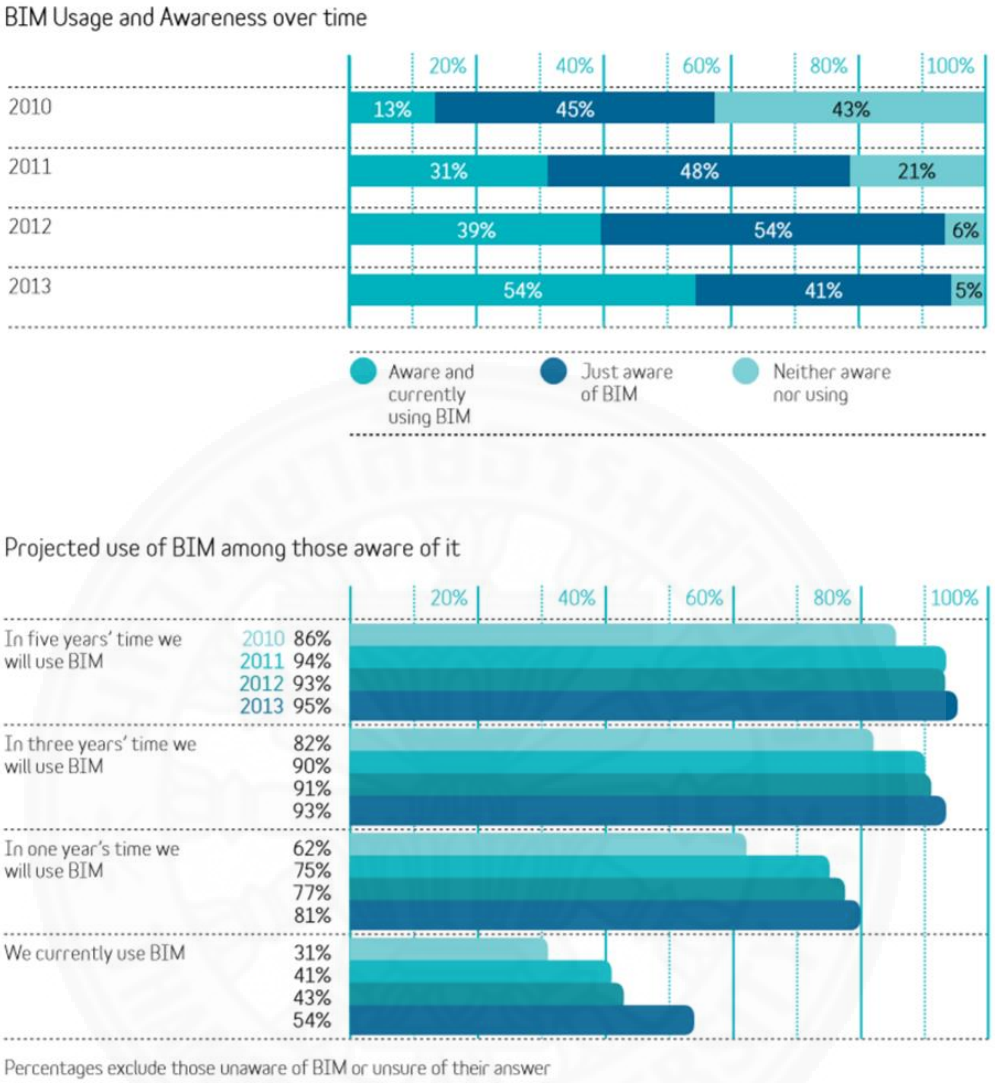
2.1.7 ส่งเสริมการทำงานในทีมงานขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นลักษระการทำงานแบบ Collaboration และประสานความร่วมมือในการควบคุมงานสถาปัตยกรรม ที่สร้างขึ้นร่วมกันผ่าน

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Networking) ผู้บริหารโครงการสามารถกำหนดสิทธิและสัดส่วนความรับผิดชอบในส่วนต่าง ๆ ของอาคารและชิ้นงานให้แก่ลูกทีมแต่ละคนได้ (Workset) รวมถึงการเชื่อมโยงไฟล์งานของชิ้นงานเข้าด้วยกันได้ (Link Model)

2.2 สัดส่วนกลุ่มผู้ใช้งานแนวคิด แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในปัจจุบัน

การใช้งานและการเป็นที่รู้จักของ BIM ในปัจจุบันนี้ ใกล้ความเป็นสากลอย่างมาก ซึ่งการสำรวจตัวเลขของผู้ที่ใช้งานและรู้จัก BIM ในประเทศอังกฤษ จากภาพที่ 2.1 นั้นได้เพิ่มขึ้นจาก 58 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2010 เป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2013 นี้มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของวงการก่อสร้างเท่านั้นที่ไม่รู้จัก BIM ในขณะที่ปี 2010 นั้น มีถึง 43 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ตอบแบบสำรวจไม่เคยได้ยินชื่อของ BIM (Adrian Malleson, 2014) อัตราการเพิ่มขึ้นของกลุ่มผู้ใช้งาน BIM นี้ ส่วนหนึ่งเป็นเพราะรัฐบาลได้รับคำสั่งให้ใช้ BIM สำหรับโครงการต่าง ๆ โดยในปี 2016 ในหลายประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ จะมีการบังคับใช้ BIM อย่างสากล ตัวเลขของการใช้งานและการเป็นที่รู้จักจะเพิ่มขึ้นอย่างสูง อีกส่วนหนึ่งคือผู้คนในวงการก่อสร้างส่วนใหญ่ให้การยอมรับอย่างแพร่หลาย

ในส่วนของประเทศไทย มีการสำรวจการใช้งานและการเป็นที่รู้จักของ BIM ในปี 2554 ซึ่งทางด้านบริษัทออกแบบที่ใช้งานหรือรู้จัก BIM มี 57.14 เปอร์เซ็นต์ และบริษัทรับเหมาที่ใช้งานหรือรู้จัก BIM มี 45.16 เปอร์เซ็นต์ (ธนัชชา สุขขี, 2554)



ภาพที่ 2.1 แสดงแนวโน้มการนำ แบบจำลองข้อมูลอาคาร เข้ามาใช้งานในองค์กร. จาก *BIM Survey: Summary of findings*, by National Building Specification (NBS), 2014, NBS National BIM Report, p. 13.

2.3 ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ตามมาตรฐานการใช้งาน BIM

BIM Uses คือ การกำหนดรูปแบบการใช้ข้อมูลจาก BIM Model ซึ่งแบ่งออกเป็น 23 รูปแบบ (BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1, 2010) ซึ่งการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก BIM ในโครงการ สำหรับขั้นตอนของการวางแผนการทำงานร่วมกัน หรือการกำหนดแนวทางการทำงานร่วมกันจากหลายฝ่าย (BIM Execution Plan) ควรที่จะมีการระบุถึงทิศทางของความต้องการประโยชน์ ในการกำหนดขอบเขตการทำงานเพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ (BIM Goals) โดยแต่ละ BIM Uses มีคำจำกัดความเบื้องต้น ดังนี้

2.3.1 Existing Conditions Modeling

เป็นกระบวนการที่ทีมงานพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติภายใต้เงื่อนไขของพื้นที่ Site ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกภายใน Site เดิม หรือ ภายในสถานที่ที่มีผังบริเวณรูปแบบเฉพาะ สามารถที่จะใช้ BIM พัฒนาแนวทางในการบริหารจัดการได้ในหลายวิธี รวมทั้งปรับใช้ร่วมกับเลเซอร์สแกนและเทคนิคการสำรวจ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.3.2 Cost Estimation (Quantity Take-Off)

เป็นกระบวนการที่ BIM สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยในการตรวจสอบปริมาณที่ถูกต้องและประมาณการค่าใช้จ่ายตลอดวงจรของโครงการ กระบวนการนี้จะช่วยให้เห็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนของโครงการซึ่งสามารถช่วยลดการสูญเสียงบประมาณที่มากเกินไป เนื่องจากการปรับเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ในโครงการ สามารถช่วยในการประหยัดทั้งด้านเวลาและด้านเงิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในขั้นตอนของการออกแบบโครงการ

2.3.3 Phase Planning (4D Modeling)

เป็นกระบวนการที่รูปแบบ 4D (แบบจำลอง 3 มิติที่เพิ่มมิติด้านเวลา) นำมาใช้ในการวางแผนการ Renovation, Retrofit, Addition นอกจากนี้ยังสามารถแสดงลำดับการก่อสร้างและจำลองเหตุการณ์ในพื้นที่ก่อสร้างก่อสร้าง ทั้งนี้การสร้างแบบจำลอง 4 มิติคือการสร้างมุมมองภาพล่วงหน้า และเป็นเครื่องมือสื่อสารที่สามารถให้ทีมงานในโครงการ รวมทั้งเจ้าของโครงการเกิดความเข้าใจที่ตรงกันในความคืบหน้าของโครงการและแผนงานก่อสร้าง

2.3.4 Programming

เป็นกระบวนการที่ใช้งาน BIM ในเชิงพื้นที่ ซึ่งสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพและความถูกต้องในการประเมินผลการการออกแบบที่คำนึงถึงความต้องการเชิงพื้นที่ ช่วยให้ทีมงานโครงการสามารถทำการวิเคราะห์พื้นที่และเข้าใจความซับซ้อนของมาตรฐาน รวมถึงกฎระเบียบในการจัดสรรพื้นที่ เป็นการตัดสินใจที่สำคัญในช่วงของการออกแบบและนำคุณค่ามาสู่โครงการสูงสุด

2.3.5 Site Analysis

เป็นกระบวนการที่ BIM และเครื่องมือ GIS ถูกใช้ในการประเมินคุณสมบัติในพื้นที่ที่กำหนดเพื่อตรวจสอบค่าระดับของสถานที่ตั้งของ Site สำหรับโครงการ ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมใน Site จะถูกนำมาใช้ในการเลือกพื้นที่วางตำแหน่งอาคาร

2.3.6 Design Reviews

เป็นกระบวนการที่ใช้รูปแบบมุมมอง 3 มิติ ในการตรวจสอบด้านการออกแบบในหลายแง่มุม ตัวอย่างเช่น ความสวยงามของพื้นที่ รูปแบบสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เช่น layout, sightlines, lighting, security, ergonomics, acoustic, texture, color เป็นต้น ซึ่งสามารถสร้างในระดับความละเอียด (LOD) ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของโครงการ ตัวอย่างของการสร้างแบบจำลองที่มีรายละเอียดสูง แต่เป็นในส่วนเล็ก ๆ ของอาคาร เช่น façade อาคารสามารถวิเคราะห์ทางเลือกในการออกแบบและแก้ปัญหาการออกแบบรวมถึงวิธีการก่อสร้างได้

2.3.7 Design Authoring

เป็นกระบวนการที่กำหนดให้ผู้ที่เขียนแบบจำลองข้อมูลอาคาร อยู่ภายใต้สถานะต่าง ๆ (Architecture, Structure, MEP) ที่มีความสำคัญต่อการออกแบบอาคาร โดยผู้ที่เขียนแบบจำลองในขณะที่ทำการตรวจสอบหรือวิเคราะห์แบบจำลอง จะทำการเพิ่มข้อมูลลงไปในแบบจำลองมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ของการตรวจสอบและการวิเคราะห์แบบจำลองสามารถใช้สำหรับการตรวจสอบการออกแบบได้ ทั้งนี้การกำหนดสถานะของผู้เขียนแบบจำลอง คือก้าวแรกสู่ BIM และที่สำคัญคือการเชื่อมต่อรูปแบบ 3 มิติที่มีฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ ด้วยข้อมูลด้านคุณสมบัติ ปริมาณ วิธีการ ค่าใช้จ่ายและตารางเวลา

Engineering Analysis (Structural, Lighting, Energy, Mechanical, Other)

เป็นกระบวนการที่ซอฟแวร์ใช้แบบจำลอง เพื่อตรวจสอบวิธีการทางวิศวกรรมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดการออกแบบ ทั้งนี้การพัฒนาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการส่งต่อไปยังเจ้าของ หรือผู้ประกอบการเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบของอาคาร เช่น วิเคราะห์การใช้พลังงาน, การวิเคราะห์โครงสร้าง การวางแผนการอพยพฉุกเฉิน เป็นต้น การวิเคราะห์และจำลองประสิทธิภาพการทำงานอย่างมีนัยสำคัญสามารถปรับปรุงการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกและการใช้พลังงานในช่วงอายุการใช้งานอาคารในอนาคต

2.3.8 Engineering Analysis - Energy Analysis

การใช้ประโยชน์จาก BIM ในแง่สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการวิเคราะห์พลังงานเป็นขั้นตอนการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวก มากกว่าโปรแกรมจำลองพลังงานในอาคารที่ใช้รูปแบบการตั้งค่าทั่วไป ซึ่ง BIM สามารถให้ผลลัพธ์อย่างถูกต้องในการดำเนินการประเมินการใช้

พลังงานสำหรับการออกแบบอาคารในปัจจุบัน เป้าหมายหลักของประโยชน์การใช้ BIM นี้คือการตรวจสอบด้านพลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐานและแสวงหาโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในโครงการ

2.3.9 Engineering Analysis - Structural Analysis

กระบวนการในการสร้างแบบจำลองซึ่งการวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง มาตรฐานขั้นต่ำที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการตรวจสอบอย่างเคร่งครัด การวิเคราะห์การออกแบบโครงสร้าง การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ สำหรับการจำลองการทำงานที่ช่วยให้เห็นถึงความเป็นเป็นได้ในระหว่างการออกแบบและก่อสร้าง

2.3.10 Engineering Analysis - Lighting Analysis

กระบวนการในการสร้างแบบจำลองซึ่งการวิเคราะห์การออกแบบเพื่อที่จะตรวจสอบการทำงานของระบบไฟส่องสว่างสามารถใช้กับในร่มและกลางแจ้ง รวมถึงแสงธรรมชาติ จากการวิเคราะห์นี้จะสามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาปรับแต่งการออกแบบแสงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.11 Sustainability (LEED) Evaluation

เป็นกระบวนการที่โครงการ BIM ถูกประเมินบนพื้นฐานของ LEED หรือเกณฑ์อื่น ๆ ที่เน้นด้านความยั่งยืน กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของสิ่งอำนวยความสะดวกรวมถึงการวางแผนการออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินการ การใช้คุณสมบัติที่ยั่งยืนให้กับโครงการในการวางแผนและขั้นตอนการออกแบบตั้งแต่แรกเริ่มจะทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงค่าใช้จ่ายและระยะเวลาของการตัดสินใจ กระบวนการนี้ต้องครอบคลุมสาขาวิชามากขึ้น โดยการให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าต่อโครงการ นอกจากนี้ในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่มีขั้นตอนการอนุมัติ LEED จึงมีการเพิ่มเติมในส่วนของการคำนวณและการจำลองพลังงาน การคำนวณภายในสภาพแวดล้อมแบบบูรณาการ ความรับผิดชอบต่อสังคมที่มีการกำหนดแนวทางไว้อย่างดีและใช้งานร่วมกันได้อย่างชัดเจน

2.3.12 Code Validation

เป็นกระบวนการที่ซอฟแวร์ทำการตรวจสอบข้อกฎหมาย โดยใช้การตรวจสอบพารามิเตอร์ในแบบจำลองกับกฎหมายเฉพาะโครงการ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบรูปแบบการออกแบบที่ถูกต้อง

2.3.13 3D Coordination

เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ Communicate กันระหว่าง Discipline ตัวอย่างเช่น Clash Detection ที่ใช้ในการตรวจสอบในระหว่างขั้นตอนการประสานงานเพื่อ

ตรวจสอบข้อมูลความขัดแย้งโดยการเปรียบเทียบจากแบบจำลอง 3 มิติ ของแต่ละระบบ เป้าหมายของการตรวจสอบการซ้อนทับกัน คือการกำจัดความขัดแย้งในส่วนที่สำคัญก่อนการก่อสร้างจริง

2.3.14 Site Utilization Planning

เป็นกระบวนการที่ BIM ถูกใช้ในการแสดงกิจกรรม สิ่งอำนวยความสะดวก ถาวรและชั่วคราวบน Site ในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง นอกจากนี้ยังสามารถจะเชื่อมโยงกับตารางเวลาของกิจกรรมการก่อสร้างที่จะจำลองพื้นที่และกำหนดลำดับตามเวลา สามารถกำหนดทรัพยากรแรงงาน วัสดุที่มีการส่งมอบ และสถานที่ตั้งอุปกรณ์ เนื่องจากส่วนประกอบรูปแบบ 3 มิติ สามารถเชื่อมโยงโดยตรงกับตารางเวลาของการจัดการ Site

2.3.15 Construction System Design (Virtual Mockup)

เป็นกระบวนการที่ 3D ซอฟแวร์ถูกใช้เพื่อการออกแบบและวิเคราะห์การก่อสร้างรวมถึงวิธีการก่อสร้างที่ซับซ้อนเพื่อเตรียมการวางแผนก่อนก่อสร้าง

2.3.16 Digital Fabrication

เป็นกระบวนการที่ใช้ข้อมูลดิจิตอลในการกำหนดการผลิตของวัสดุก่อสร้างหรือประกอบการใช้ประโยชน์จากการสั่งผลิตแผ่นเมทัลชีทให้ได้ตามขนาด โครงสร้างเหล็กท่อต้นแบบสำหรับการออกแบบตามที่ต้องการ จะช่วยในการสร้างความมั่นใจว่าขั้นตอนของการผลิตจะมีความผิดพลาดน้อยที่สุด และจะมีชิ้นส่วนที่สูญเสียจากการตัดแต่งหน้างานน้อยที่สุด

2.3.17 3D Control and Planning (Digital Layout)

เป็นกระบวนการที่ใช้ข้อมูลควบคุมรูปแบบสิ่งอำนวยความสะดวกโดยอัตโนมัติ ควบคุมการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์และสถานที่ตั้ง ตัวอย่าง การใช้พิกัด GPS เพื่อตรวจสอบว่าการขุดความลึกที่เหมาะสมอยู่ในระดับเท่าใด

2.3.18 Record Modeling

บันทึกการสร้างแบบจำลอง เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสดงให้เห็นถึงการเป็นตัวแทนของอาคารจริงที่ถูกต้องของสภาพทางกายภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินของสิ่งอำนวยความสะดวก ในรูปแบบของการบันทึก ซึ่งในค่าระดับขั้นต่ำควรมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมหลัก โครงสร้างและงานระบบ เป็นการสร้างแบบจำลองตลอดโครงการรวมทั้งการเชื่อมโยงการดำเนินงาน การบำรุงรักษา ข้อมูลสินทรัพย์ ในการส่งมอบแบบจำลองให้กับเจ้าของหรือผู้จัดการสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งระบบการวางแผนพื้นที่อาจมีความจำเป็นในกรณีที่เจ้าของตั้งใจที่จะใช้ประโยชน์จากข้อมูลในอนาคต

2.3.19 Asset Management

เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ระบบบริหารจัดการองค์กร (organized management system) สามารถเชื่อมต่อแบบสองทางกับแบบจำลอง (record model) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาและจัดการการใช้งานอาคารและทรัพย์สิน ซึ่งทรัพย์สินในที่นี้ประกอบด้วย ตัวอาคาร ระบบอาคาร สภาพแวดล้อมโดยรอบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการการบำรุงรักษา ปรับเปลี่ยนและการจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์แต่เจ้าของโครงการและผู้ใช้งานภายใต้งบประมาณที่กำหนด ช่วยในการตัดสินใจทางการเงิน การวางแผนทั้งในระยะสั้น-ระยะยาวรวมถึงการออกแผนงานการสั่งซื้อ การบริหารจัดการทรัพย์สิน (Asset Management) สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองช่วยสำรวจที่ตั้งทรัพย์สินต่าง ๆ ในระบบการจัดการทรัพย์สิน ซึ่งมีส่วนช่วยในการพิจารณาค่าใช้จ่ายทีเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงทรัพย์สินในอาคาร ช่วยแยกค่าใช้จ่ายที่แท้จริงออกจากภาษีและการจัดการฐานข้อมูลให้ครอบคลุมสภาพปัจจุบันสามารถช่วยให้เห็นถึงมูลค่าของทรัพย์สินของบริษัทได้ ระบบการเชื่อมต่อแบบสองทางยังช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นภาพของทรัพย์สินจากแบบจำลอง ก่อนที่จะเข้าไปซ่อมบำรุง เป็นประโยชน์ในการลดเวลาในการปฏิบัติงาน

2.3.20 Building (Preventative) Maintenance Scheduling

เป็นกระบวนการใช้ข้อมูลที่กำหนดในองค์ประกอบหลักของอาคาร เช่น ผนัง พื้น หลังคาและรวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานระบบอาคาร เช่น งานระบบเครื่องกล งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาและใช้งานอาคาร เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานอาคาร ลดงานซ่อมบำรุงและลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการจัดการอาคาร

2.3.21 Building Systems Analysis

เป็นกระบวนการวัดประสิทธิภาพของอาคารโดยเปรียบเทียบกับรูปแบบการออกแบบอาคาร ซึ่งรวมถึงการวัดประสิทธิภาพการทำงานของงานระบบอาคาร และการใช้พลังงานของอาคาร แต่ไม่ครอบคลุมถึงการออกแบบเปลือกอาคารที่มีผลต่อการหมุนเวียนของอากาศ (Ventilated façade studies) การวิเคราะห์แสงสว่าง (Lighting Analysis) การวิเคราะห์การหมุนเวียนของอากาศทั้งภายในและภายนอกอาคาร (internal and external CFD airflow) และการวิเคราะห์ผลกระทบของแสงแดดต่อเปลือกอาคาร (solar analysis)

2.3.22 Space Management and Tracking

เป็นกระบวนการที่ BIM ถูกนำมาใช้จัดการและติดตามพื้นที่อย่างเหมาะสมกับทรัพยากรที่เกี่ยวข้องภายในสถานที่ รวมถึงข้อมูลสิ่งอำนวยความสะดวก จะช่วยให้ทีมผู้บริหารสิ่งอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์การใช้งานที่มีอยู่ของพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ใน

การวางแผนการจัดการ การเปลี่ยนแปลงควบคู่กัน จะเป็นประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการปรับปรุงโครงการ การบริหารจัดการพื้นที่และการติดตามเพื่อให้แน่ใจว่าการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมเชิงพื้นที่ตลอดชีวิตของสิ่งอำนวยความสะดวก

2.3.23 Disaster Planning

เป็นกระบวนการที่หน่วยงานกู้ภัยฉุกเฉินจะมีการเข้าถึงข้อมูลอาคาร ข้อมูล BIM จะให้ข้อมูลที่สำคัญในการลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัย เช่น แปลนและตำแหน่งอุปกรณ์จะบูรณาการผ่านการเชื่อมต่อแบบไร้สายและการตอบสนองฉุกเฉิน จะได้รับการเชื่อมโยงกับระบบโดยรวม BIM ควบคู่กับ BAS จะสามารถแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงตำแหน่งฉุกเฉินที่ตั้งอยู่ภายในอาคาร เส้นทางที่สามารถไปได้รวมถึงพื้นที่ที่เป็นอันตรายอื่น ๆ ภายในอาคาร

2.4 แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้ BIM ในองค์กรของผู้ประกอบการ

ประโยชน์ที่ได้รับ BIM นั้นถูกกล่าวขึ้นอย่างมากมายถึงประสิทธิภาพที่ได้รับภาย หลังการปรับเปลี่ยนการใช้งาน ในปี 2554 พบว่า อันดับความคิดเห็นสูงสุดมีความเห็นว่า ใช้ในการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้างและการประมาณราคา คิดเป็น 77.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเน้นไปที่การคิดมูลค่าโครงการ

ตารางที่ 2.1

ลำดับความถี่ของประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในองค์กร

ลำดับที่	ประโยชน์ที่ได้รับจาการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร	ความถี่
1	ทำให้สามารถเข้าใจแบบก่อสร้างได้มากขึ้น และสามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน	33.33
2	ใช้สร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ (3D Model)	66.67
3	ใช้ในการออกแบบ เขียนแบบก่อสร้าง (Shop Drawing, As-Built Drawing)	33.33
4	ถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ประมาณราคา	77.78
5	การนำเสนอผลงานในรูปแบบมุมมอง 3 มิติ มาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจของลูกค้า	22.22
6	เพื่อลดระยะเวลา ต้นทุนและทรัพยากรในการทำงาน	55.56
7	ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับเอกสารก่อสร้าง	22.22

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับความถี่ของประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในองค์กร

ลำดับที่	ประโยชน์ที่ได้รับจาการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร	ความถี่
8	ใช้ในการลำดับงานก่อสร้าง (Method Statement)	22.22
9	มีข้อมูลก่อสร้างจริง (As built Drawing) ที่ถูกต้องเชื้อถือได้ และเป็นแบบ 3 มิติ ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้สำหรับการบริหารจัดการอาคาร เช่น ทำแผนการบำรุงรักษาอาคาร แผนการประหยัดพลังงานหรือการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ เป็นต้น	11.11
10	ใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาดหรือข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง	44.44
11	เป็นการสร้างภาพพจน์ให้กับองค์กรในแง่ของเทคโนโลยีด้านการออกแบบ ก่อสร้าง	22.22
12	สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ในอนาคต	11.11
13	การจัดทำฐานข้อมูล (Family) สามารถนำไปใช้ในโครงการอื่นๆได้ และเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการทำงานที่ซ้ำซ่อนกัน หรือ ในรูปแบบเดียวกัน	11.11
14	การแก้ไขแบบให้เป็นปัจจุบัน (Update) ทำให้ทุกส่วนมีความสัมพันธ์กันได้รับการแก้ไขโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง	22.22
15	การเชื่อมโยงข้อมูลไปยังผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการโดยการใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารและฐานข้อมูลเดียวกัน ช่วยให้การประสานงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น	22.22
16	การวิเคราะห์อาคาร เช่น ด้านพลังงาน พื้นที่ประโยชน์ใช้สอยอาคาร เป็นต้น	22.22

หมายเหตุ. จาก การศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย, โดย ธนัชชา สุขขี, 2554, น. 88.

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในองค์กร

ค่าระดับประสิทธิภาพในการใช้ BIM ด้านต่าง ๆ ซึ่งเกณฑ์คะแนนสำหรับการประเมินของแต่ละปัจจัยในแต่ละด้านจาก National BIM Standard ประกอบด้วยระดับสถานะทั้งหมด 10 ระดับ จากทั้งหมด 11 ปัจจัย (NIBS, 2007)

ตารางที่ 2.2

ค่าน้ำหนักปัจจัยการชี้วัดการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ตาม National BIM Standard

ประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้	ค่าน้ำหนัก
1. ความสมบูรณ์ของข้อมูล	84 %
2. การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ	84 %
3. ขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงาน	90 %
4. บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้	90 %
5. ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร	91 %
6. การตอบสนองความต้องการใช้งานข้อมูล	91 %
7. วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบจำลอง	92 %
8. ความสมบูรณ์ของขอ้มูลกราฟิกและแบบก่อสร้าง	93 %
9. ความสามารถในการระบุตำแหน่งและข้อมูลทางภูมิศาสตร์	94 %
10. ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง	95 %
11. ความสามารถในการทำงานร่วมกัน	96 %

หมายเหตุ. จาก National BIM Standard, by National Institute of Building Sciences (NIBS). *2007.*

2.5.1 ด้านที่ 1 ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data Richness) หมายถึง การระบุถึงความสมบูรณ์ของข้อมูลพร้อมนำไปใช้ และแนวทางการบริหารจัดการข้อมูลพื้นฐานไปจนถึงข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการทำงาน และการจัดการองค์ความรู้ภายในองค์กร

2.5.2 ด้านที่ 2 การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Life-cycle Views) หมายถึง การระบุในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานที่มีการใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารไปใช้

2.5.3 ด้านที่ 3 ขั้นตอนและกระบวนการเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Change Management) หมายถึง การระบุถึงขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงานจากวิธีเดิมเป็นวิธีการทำงานที่มีการนำแบบจำลองข้อมูลอาคารไปใช้

2.5.4 ด้านที่ 4 บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้ (Roles or Disciplines) หมายถึง บทบาทที่บุคลากรสามารถสนับสนุนและพัฒนาการประยุกต์ใช้ เพื่อให้ทุกคนสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างราบรื่น โดยไม่มีขั้นตอนการสร้างข้อมูลที่ซ้ำซ้อน

2.5.5 ด้านที่ 5 ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร (Business Process) หมายถึง รูปแบบการทำงานเดิมก่อนการประยุกต์ใช้ มีการกำหนดให้สามารถสร้างและเก็บข้อมูลที่นำไปใช้ในแบบจำลองได้ โดยไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่ม

2.5.6 ด้านที่ 6 การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล (Timeliness/ Response) หมายถึง ความรวดเร็วในการตอบสนองความต้องการข้อมูลและคุณภาพความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ

2.5.7 ด้านที่ 7 วิธีการเข้าถึงข้อมูล (Delivery Method) หมายถึง วิธีการใช้งานแบบจำลองโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดในคลังข้อมูลขององค์กรทำให้บุคลากรทุกคนสามารถดึงข้อมูลไปใช้ได้ทันที

2.5.8 ด้านที่ 8 ความสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงกราฟฟิกและแบบก่อสร้าง (Graphical Information) หมายถึง ข้อมูลกราฟิกที่ใช้สื่อสารในแบบจำลองข้อมูล

2.5.9 ด้านที่ 9 ความสามารถในการระบุตำแหน่งข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Spatial Capability) หมายถึง การใช้การระบุตำแหน่งร่วมกับแบบจำลอง ทำให้สามารถวิเคราะห์ที่ตั้งในด้านพลังงาน และความถูกต้องในการรวมงานระหว่าง งานสถาปัตย์ งานโครงสร้าง และงานระบบ

2.5.10 ด้านที่ 10 ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง (Information Accuracy) หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำสูงสุด

2.5.11 ด้านที่ 11 ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability IFC Support) หมายถึง ความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันที

ตารางที่ 2.3

ปัจจัยชี้วัดการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ตาม National BIM Standard

Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	G Change Management	D Business process	F Timeliness/ Response	E Delivery Method	H Graphical Information	I Spatial Capability	J Information Accuracy	K Interoperability/ IFC Support
1	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Response Info manually re-collected - Slow	Single Point Access No IA	Primarily Text - No Technical Graphics	Not Spatially Located	No Ground Truth	No Interoperability
2	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-collected	Single Point Access w/ Limited IA	2D Non-Intelligent As Designed	Basic Spatial Location	Initial Ground Truth	Forced Interoperability
3	Enhanced Data Set	Add Construction/ Supply	Two Roles Partially Supported	Aware of CM and Root Cause Analysis	Some Bus Process Collect Info	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	Network Access w/ Basic IA	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	Spatially Located	Limited Ground Truth - Int Spaces	Limited Interoperability
4	Data Plus Some Information	Includes Construction/ Supply	Two Roles Fully Supported	Aware CM, RCA and Feedback	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available In BIM	Network Access w/ Full IA	NCS 2D Intelligent As Designed	Located w/ Limited Info Sharing	Full Ground Truth - Int Spaces	Limited Info Transfers Between COTS
5	Data Plus Expanded Information	Includes Constr/Supply & Fabrication	Partial Plan, Design&Constr Supported	Implementing CM	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In BIM	Limited Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent As-Builts	Spatially located w/Metadata	Limited Ground Truth - Int & Ext	Most Info Transfers Between COTS
6	Data w/Limited Authoritative Information	Add Limited Operations & Warranty	Plan, Design & Construction Supported	CM Capability	Few BP Collect & Maintain Info	All Response Info Available In BIM	Full Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent And Current	Spatially located w/Full Info Share	Full Ground Truth - Int And Ext	Full Info Transfers Between COTS
7	Data w/ Mostly Authoritative Information	Includes Operations & Warranty	Partial Ops & Sustainment Supported	Implemented	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services w/IA	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground Truth	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	Implementing CM and Root Cause Analysis	All BP Collect & Maintain Info	Limited Real Time Access From BIM	Web Enabled Services - Secure	3D - Current And Intelligent	Part of a more complete GIS	Full Computed Areas & Ground Truth	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-Cycle Roles Supported	CM and RCA capability implemented	Some BP Collect&Maint In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC Access	4D - Add Time	Integrated into a complete GIS	Comp GT w/Limited Metrics	Most Info Uses IFC's For Interoperability
10	Full Knowledge Management	Supports External Efforts	Internal and External Roles Supported	Implementing CM & RCA and feedback	All BP Collect&Maint In Real Time	Real Time Access w/ Live Feeds	Netcentric SOA Role Based CAC	nD - Time & Cost	Integrated into GIS w/ Full Info Flow	Computed Ground Truth w/Full Metrics	All Info Uses IFC's For Interoperability

© NIBS 2007

หมายเหตุ. จาก National BIM Standard, by National Institute of Building Sciences (NIBS), 2007.

2.6 ปัญหาและอุปสรรค ในการปรับใช้เทคโนโลยีในองค์กร

ปัญหา-อุปสรรค ภายหลังจากการประยุกต์ใช้งาน BIM ในปี 2554 พบว่า อันดับความคิดเห็นสูงสุดมีความเห็นว่า การขาดบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและมีประสบการณ์ในการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร คิดเป็น 88.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นในแง่ของการให้ความรู้แก่คนในองค์กร

ตารางที่ 2.4

ปัญหา – อุปสรรค ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับที่	ปัญหา – อุปสรรค ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร	ความถี่
1	ขาดบุคคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวณการทำงานและมีประสบการณ์ในการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร	88.89
2	ขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร	55.56
3	ผู้บริหารยังขาดความรู้ความเข้าใจในประสิทธิภาพและกระบวนการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร อย่างจริงจัง	33.33
4	ผู้ที่ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่ยอมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและมีความรู้สึกต่อต้านกับลักษณะการทำงานหรือเทคโนโลยีในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการปรับตัวค่อนข้างมาก	55.56
5	ค่าลิขสิทธิ์ของ Software และการเพิ่มประสิทธิภาพของ Hardware มีราคาค่อนข้างสูง	55.56
6	ขาดบุคลากรที่จะมาให้ความรู้และฝึกอบรมเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของแบบจำลองข้อมูลอาคาร อย่างจริงจัง	22.22

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ปัญหา – อุปสรรค ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับที่	ปัญหา – อุปสรรค ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร	ความถี่
7	ด้านการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้ที่ใช้งานร่วมกัน (Work Set) อีกทั้งกลุ่มผู้ใช้งาน (User Group) ในประเทศไทยยังมีน้อย	22.22
8	การประสานงานระหว่างผู้รับเหมาช่วงเกี่ยวกับการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร	11.11
9	การใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร มีความยากและค่อนข้างซับซ้อน	22.22
10	ขาดการสนับสนุนทางด้านฐานข้อมูล (Families) ที่จัดทำขึ้นจากผู้ผลิต Software โดยตรง เพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการทำงานโครงการ	22.22

หมายเหตุ. จาก การศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย, โดย ธนัชชา สุขขี, 2554, น. 90.

2.7 เครื่องมือและปัจจัยสำหรับตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบมีความหลากหลาย ซึ่งเกิดจากองค์กรต่าง ๆ มีความต้องการที่ต่างกันและรูปแบบของผลลัพธ์เพื่อการนำไปใช้ต่อในรูปแบบที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะการบริหารจัดการองค์กร การบริหารจัดการด้านไอทีจำเป็นต้องมีการวัดประสิทธิภาพของการดำเนินการทางด้านต่าง ๆ อาทิเช่นการวัดประสิทธิภาพการบริหารโครงการด้านไอที ซึ่งจะประกอบด้วยตัวชี้วัดในแต่ละด้าน เพื่อให้ทราบถึงระดับของประสิทธิภาพในแง่มุมต่าง ๆ

2.7.1 CMMI (Capability Maturity Model Integration) จัดทำโดย Software Engineering Institute, Carnegie Melon University, USA เป็นเครื่องมือต้นแบบของหลายๆ เครื่องมือวัดประสิทธิภาพ เช่น I-CMM ซึ่ง NIBS นำมาปรับปรุงให้เข้ากับการใช้งาน BIM มากยิ่งขึ้น ซึ่งหลักการของ CMM ก็คือ ความสำเร็จในการทำงานใดๆ ในอนาคตของบริษัทหรือหน่วยงาน ขึ้นอยู่กับระดับวุฒิภาวะความสามารถในการทำงานของบริษัทหรือหน่วยงานนั้นในทำนองเดียวกันวุฒิภาวะ

ความสามารถของบริษัทหรือหน่วยงานนั้น ขึ้นอยู่กับผลการทำงานในอดีตของบริษัทหรือหน่วยงาน CMM ซึ่งมีการพัฒนาต้นแบบระดับความสามารถออกมาเป็น 5 ระดับ ดังนี้

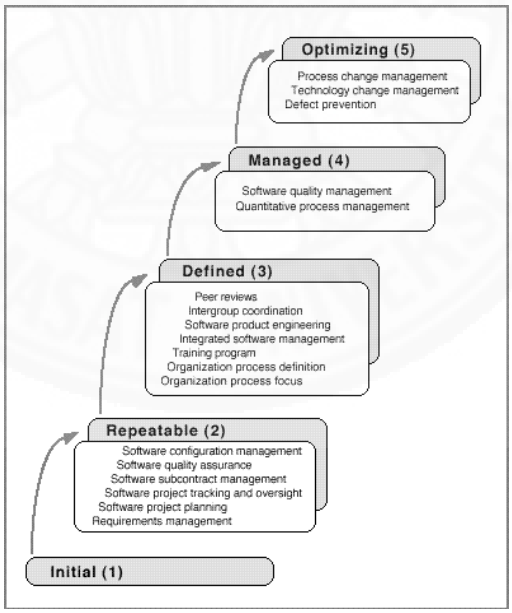
2.7.1.1 Initial level เป็นระดับเบื้องต้นซึ่งอาจกล่าวได้ว่า บริษัททั่วไปจะอยู่ในระดับนี้ คือ ระดับการทำงานยังไม่เป็นระบบ มีความจำเป็นต้องต้องพึ่งพาผู้ที่มีประสบการณ์เป็นหลัก

2.7.1.2 Repeatable level การทำงานจะมีความเป็นระบบมากขึ้น มีการนำหลักการจัดการโครงการมาใช้ในการบริหารงานของแต่ละโครงการ

2.7.1.3 Defined Level เป็นระดับที่หน่วยงานได้จัดทำมาตรฐานการทำงานของหน่วยงานขึ้น โดยการพิจารณาปรับปรุงจากการดำเนินงานในระดับที่สอง ในระดับนี้การทำงานจะมีมาตรฐาน สามารถวัดและจัดเก็บสถิติผลการดำเนินงานเอาไว้ได้

2.7.1.4 Managed Level เป็นระดับที่นำเอาสถิติการดำเนินงานที่จัดเก็บไว้มาวิเคราะห์ เพื่อหาจุดบกพร่อง และแก้ไขไม่ให้มีข้อบกพร่องได้

2.7.1.5 Optimizing level เป็นระดับวุฒิภาวะสูงสุด เป็นระดับที่หน่วยงานดำเนินการปรับปรุง กระบวนการทำงานของตนเองอย่างต่อเนื่อง มีการจัดกระบวนการทำงานใหม่ ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น และมีการป้องกันไม่ให้ข้อบกพร่องเกิดขึ้น



ภาพที่ 2.2 แสดงค่าระดับปัจจัยของเครื่องมือชี้วัด CMMI จาก CMMI for Development, Version 1.3, by Software Engineering Institute, 2009, Carnegie Melon University, USA

2.7.2 I-CMM (Interactive Capability Maturity Model) เป็นส่วนหนึ่งของ National BIM Standard (NBIMS) จัดทำโดย National Institute for Building Sciences (NIBS), USA เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาให้ใช้กับกลุ่มบริษัทที่ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารโดยเฉพาะ และได้แบ่งปัจจัยที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานออกเป็น 11 ปัจจัย ดังนี้

2.7.2.1 ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data Richness)

2.7.2.2 การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Life-cycle Views)

2.7.2.3 ขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Change Management)

2.7.2.4 บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้ (Roles or Disciplines)

2.7.2.5 ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร (Business Process)

2.7.2.6 การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล (Timelines/ Response)

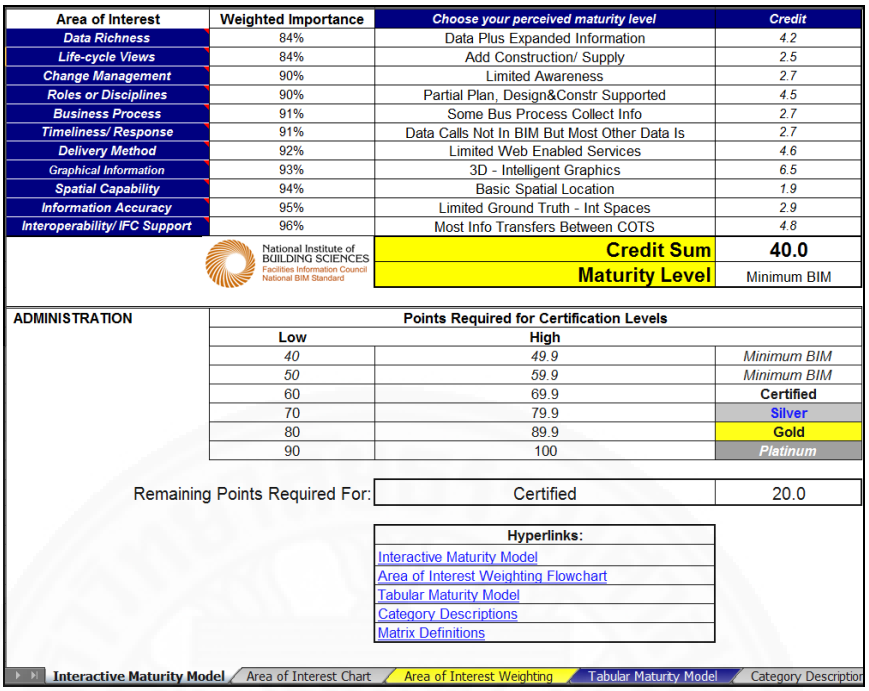
2.7.2.7 วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบจำลอง (Delivery Method)

2.7.2.8 ความสมบูรณ์ของข้อมูลกราฟฟิกและแบบก่อสร้าง (Graphic Information)

2.7.2.9 ความสามารถในการระบุตำแหน่งและข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Spatial Capability)

2.7.2.10 ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง (Information Accuracy)

2.7.2.11 ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability/ IFC Support)



Area of Interest	Weighted Importance	Choose your perceived maturity level	Credit
Data Richness	84%	Data Plus Expanded Information	4.2
Life-cycle Views	84%	Add Construction/ Supply	2.5
Change Management	90%	Limited Awareness	2.7
Roles or Disciplines	90%	Partial Plan, Design&Constr Supported	4.5
Business Process	91%	Some Bus Process Collect Info	2.7
Timeliness/ Response	91%	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	2.7
Delivery Method	92%	Limited Web Enabled Services	4.6
Graphical Information	93%	3D - Intelligent Graphics	6.5
Spatial Capability	94%	Basic Spatial Location	1.9
Information Accuracy	95%	Limited Ground Truth - Int Spaces	2.9
Interoperability/ IFC Support	96%	Most Info Transfers Between COTS	4.8
		Credit Sum	40.0
		Maturity Level	Minimum BIM

ADMINISTRATION	Points Required for Certification Levels		
	Low	High	
	40	49.9	Minimum BIM
	50	59.9	Minimum BIM
	60	69.9	Certified
	70	79.9	Silver
	80	89.9	Gold
	90	100	Platinum

Remaining Points Required For:	Certified	20.0

Hyperlinks:
Interactive Maturity Model
Area of Interest Weighting Flowchart
Tabular Maturity Model
Category Descriptions
Matrix Definitions

ภาพที่ 2.3 แสดงกระบวณการคำนวนค่าระดับของปัจจัยในเครื่องมือ I-CMM จาก National BIM Standard, by National Institute for Building Sciences (NIBS), 2007, USA.

2.7.3 COBIT (Control Objects for Information and related Technology)

จัดทำโดย Information Systems Audit and Control Association (ISACA) และ IT Governance Institute (ITGI), USA เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการบริหารจัดการร่วมกับการควบคุมและจัดการเทคโนโลยี หลักการของ COBIT เป็นหลักการที่ต้องการให้เกิดการบรรลุเป้าหมายระดับองค์กรที่กำหนดไว้ โดยอาศัยปัจจัยก่อเกิด 7 ปัจจัย เป็นสิ่งที่ทำให้เป้าหมายที่กำหนดไว้สามารถบรรลุได้ โดยปัจจัยก่อเกิดเหล่านี้ต้องทำงานผสานกันหรือร่วมกันจึงจะทำให้เกิดความสำเร็จได้ เป็นมาตรฐานหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้แบ่งปัจจัยที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานออกเป็น 7 ปัจจัย ดังนี้

2.7.3.1 กระบวนการ (Processes)

2.7.3.2 วัฒนธรรม จริยธรรมและความประพฤติ (Culture, Ethics, Behavior)

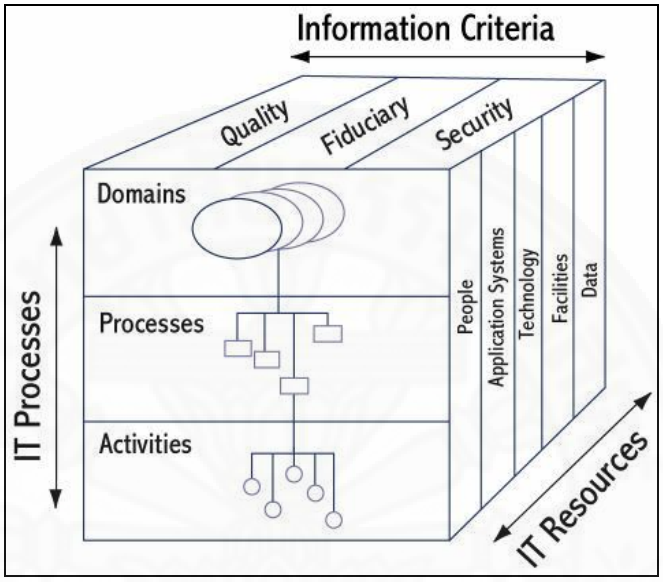
2.7.3.3 โครงสร้างบุคลากร (Organizational Structures)

2.7.3.4 ข้อมูล (Information)

2.7.3.5 หลักการและนโยบายองค์กร (Principles and Policies)

2.7.3.6 ทักษะ ความรู้ และความสามารถของบุคลากร (Skills and Competences)

2.7.2.7 โครงสร้างพื้นฐานของการให้บริการสารสนเทศ (Service Capabilities)



ภาพที่ 2.4 แสดงกรอบของปัจจัยในเครื่องมือชี้วัด COBIT จาก A COBIT 5 Overview, by ISACA & ITGI, 2012, USA.

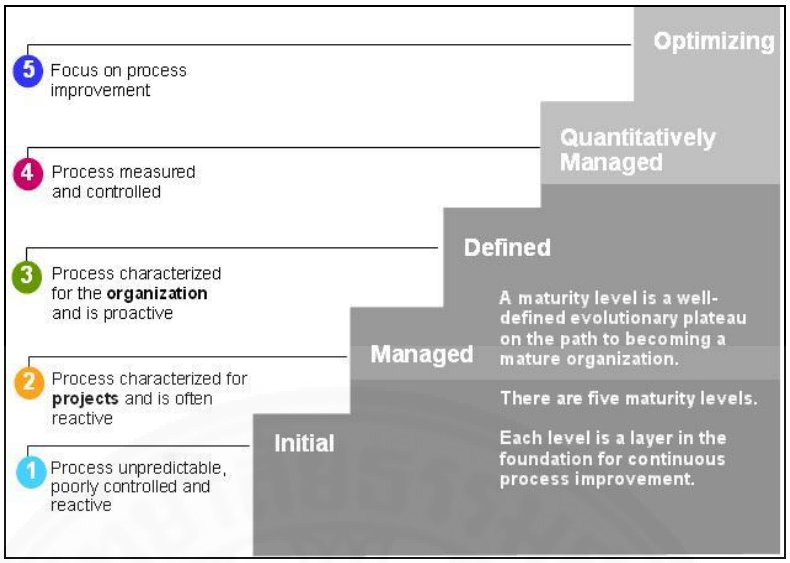
2.7.4 P-CMM (People Capability Maturity Model) จัดทำโดย Software Engineering Institute, Carnegie Melon University, USA ได้แบ่งปัจจัยที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานออกเป็น 4 ปัจจัย ดังนี้

2.7.4.1 การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Developing individual capability)

2.7.4.2 รูปแบบการทำงานเป็นทีม (Building workgroups & culture)

2.7.4.3 การกระตุ้นให้เกิดศักยภาพการทำงาน (Motivating & managing performance)

2.7.4.4 การเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Shaping the workforce)



ภาพที่ 2.5 แสดงค่าระดับของเครื่องมือชี้วัด P-CMM จาก People Capability Maturity Model (P-CMM) Version 2.0, Second Edition, by Software Engineering Institute, 2009, Carnegie Melon University, USA.

2.7.5 CSCMM (Construction Supply Chain Maturity Model) จัดทำโดย Vaidyanathan & Howell (2007), USA

2.7.6 Indiana University BIM Proficiency Matrix จัดทำโดย Indiana University, USA ได้แบ่งปัจจัยที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานออกเป็น 8 ปัจจัย ดังนี้

2.7.6.1 ความถูกต้องของแบบจำลอง (Physical Accuracy of Model)

2.7.6.2 การส่งมอบโครงการแบบบูรณาการ (IPD Methodology)

2.7.6.3 การเปลี่ยนแปลงความคิด (Calculation Mentality)

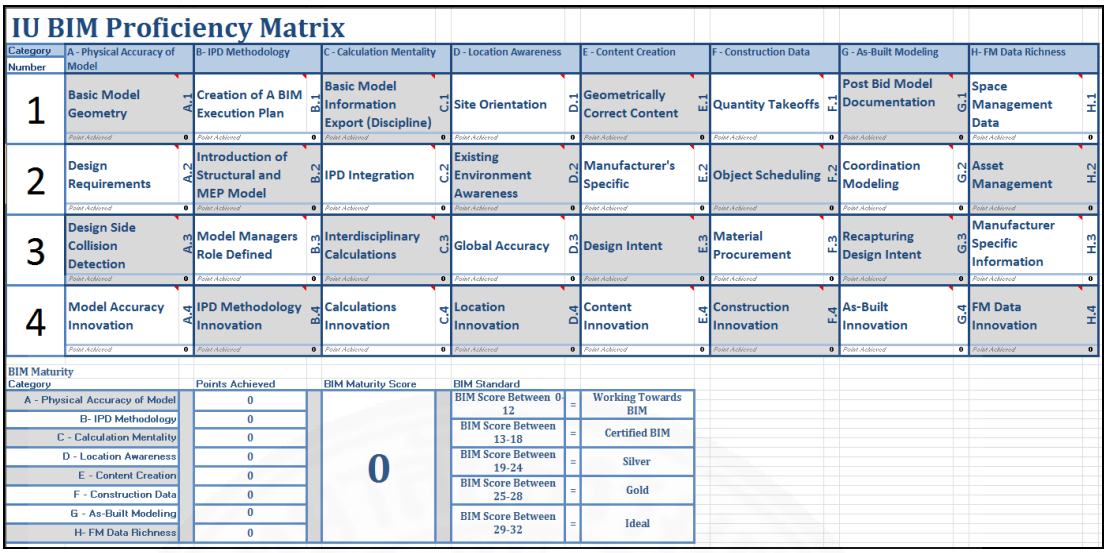
2.7.6.4 การรับรู้ตำแหน่งที่ตั้ง (Location Awareness)

2.7.6.5 การสร้างเนื้อหา (Content Creation)

2.7.6.6 ข้อมูลในงานก่อสร้าง (Construction Data)

2.7.6.7 ข้อมูลแบบก่อสร้าง (As-Built Modeling)

2.7.6.8 ความสามารถในการนำข้อมูลไปใช้ในภายหลัง (FM Data Richness)



IU BIM Proficiency Matrix

Category Number	A - Physical Accuracy of Model		B- IPD Methodology		C - Calculation Mentality		D - Location Awareness		E - Content Creation		F - Construction Data		G - As-Built Modeling		H- FM Data Richness	
1	Basic Model Geometry	A.1	Creation of A BIM Execution Plan	B.1	Basic Model Information Export (Discipline)	C.1	Site Orientation	D.1	Geometrically Correct Content	E.1	Quantity Takeoffs	F.1	Post Bid Model Documentation	G.1	Space Management Data	H.1
	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0
2	Design Requirements	A.2	Introduction of Structural and MEP Model	B.2	IPD Integration	C.2	Existing Environment Awareness	D.2	Manufacturer's Specific	E.2	Object Scheduling	F.2	Coordination Modeling	G.2	Asset Management	H.2
	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0
3	Design Side Collision Detection	A.3	Model Managers Role Defined	B.3	Interdisciplinary Calculations	C.3	Global Accuracy	D.3	Design Intent	E.3	Material Procurement	F.3	Recapturing Design Intent	G.3	Manufacturer Specific Information	H.3
	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0
4	Model Accuracy Innovation	A.4	IPD Methodology Innovation	B.4	Calculations Innovation	C.4	Location Innovation	D.4	Content Innovation	E.4	Construction Innovation	F.4	As-Built Innovation	G.4	FM Data Innovation	H.4
	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0	Point Achieved	0

BIM Maturity Category	Points Achieved
A - Physical Accuracy of Model	0
B- IPD Methodology	0
C - Calculation Mentality	0
D - Location Awareness	0
E - Content Creation	0
F - Construction Data	0
G - As-Built Modeling	0
H- FM Data Richness	0

BIM Maturity Score: **0**

BIM Standard		
BIM Score Between 0-12	=	Working Towards BIM
BIM Score Between 13-18	=	Certified BIM
BIM Score Between 19-24	=	Silver
BIM Score Between 25-28	=	Gold
BIM Score Between 29-32	=	Ideal

ภาพที่ 2.6 แสดงปัจจัยของเครื่องมือชี้วัด IU BIM Proficiency Matrix จาก BIM Design & Construction Requirements Seminar, by Indiana University, 2009, USA.

2.7.7 Knowledge Retention Maturity Levels จัดทำโดย Arif, Egbu, Alom and Khalfan (2009)

2.7.8 LESAT (Lean Enterprise Self-Assessment Tool) จัดทำโดย Lean Aerospace Initiative (LAI), Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA

2.7.9 P3 M3 (Programme and Project Management Maturity Model) จัดทำโดย Office of Government Commerce, UK ได้แบ่งปัจจัยที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานออกเป็น 7 ปัจจัย ดังนี้

2.7.9.1 การควบคุมและบริหารการทำงาน (Management Control)

2.7.9.2 การบริหารคุณภาพของข้อมูล (Benefit Management)

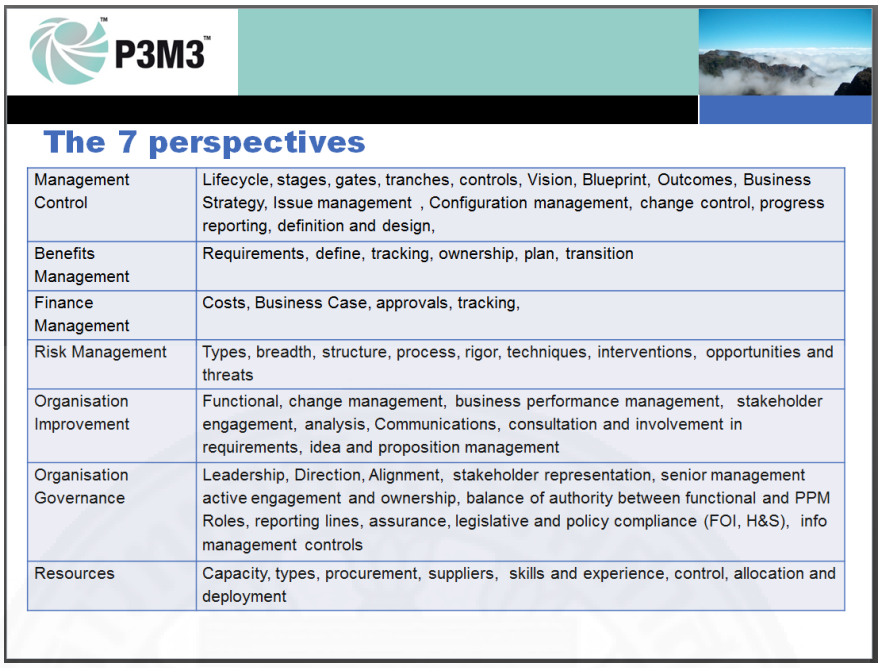
2.7.9.3 การบริหารการเงิน (Financial Management)

2.7.9.4 การบริหารความเสี่ยง (Risk Management)

2.7.9.5 การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Organizational Improvement)

2.7.9.6 สอดคล้องการทำงานขององค์กร (Organizational Governance)

2.7.9.7 การบริหารทรัพยากร (Resource Management)



ภาพที่ 2.7 แสดงกลุ่มปัจจัยของเครื่องมือชี้วัด P3M3 จาก BPUG Workshops at Project Challenge, by Alan Harpham, 2008, Office of Government Commerce, UK.

2.7.10 PM (Project Management Process Maturity Model) จัดทำโดย Kwak & Ibbs (2002)

2.7.1 1 SPICE (Standard Process Improvement for Construction Enterprises) จัดทำโดย Research Centre for the Built and Human Environment, University of Salford – Hutchinson & Finnemore (1999)

2.7.1 2 Supply Chain Management Process Maturity Model and Business Process Orientation (BPO) maturity model จัดทำโดย Lockamy III & McCormack (2004)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 A Framework for measuring building information modeling maturity based on Perception of Practitioners and Academics Outside the USA.

Hazar Dib, Yunfeng Chen และ Robert Cox ได้ทำการศึกษามาตรฐาน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการประเมินและเปรียบเทียบ BIM ถึงแม้ว่าจะมีความพยายามในการเสนอแบบจำลองสำหรับการวัดประสิทธิภาพที่ผ่านมาก็ตาม การศึกษาเชิงประจักษ์นั้นยังไม่ได้รับการพัฒนาให้เห็นภาพในเชิงปริมาณ ด้วยการพัฒนาเครื่องมือและการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับ BIM งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเติมช่องว่างเหล่านี้และการพัฒนากรอบปัจจัยที่ครอบคลุมและมีความแม่นยำในการวัดผล อยู่บนพื้นฐานของการทบทวนวรรณกรรมและการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ของนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม BIM โดยการตรวจสอบเครื่องมือที่มีมาก่อนหน้า

ตารางที่ 2.5

ตารางแสดงปัจจัยการประเมินประสิทธิภาพ 27 หมวดหมู่ของ BIMM

BIMM Areas	Mean	STD	Ranking	BIMM Areas	Mean	STD	Ranking
Information accuracy	6.57	0.554	1	Applications	5.89	1.222	15
Interoperability	6.50	0.631	2	Specifications	5.88	0.796	16
Information delivery method	6.40	0.788	3	Risk management	5.83	1.014	17
Doc. & modelling standards	6.29	0.730	4	Proc. & Tech. Innov.	5.80	1.030	18
Information assurance	6.29	0.870	5	Role	5.71	1.045	19
Change management	6.14	0.785	6	Real-time data	5.66	0.883	20
Work flow	6.07	0.767	7	Competency profile	5.63	1.078	21
Senior leadership	6.07	1.108	8	Training delivery	5.49	1.196	22
Lifecycle process	6.04	0.806	9	Graphics	5.27	1.166	23
Quality control	6.01	0.993	10	Equipment	5.26	1.270	24
Training program	6.00	0.985	11	Geospatial capability	5.23	1.157	25
Data richness	5.99	0.876	12	Hardware upgrade	5.13	1.361	26
Strategic planning	5.96	1.109	13	Reward system	4.99	1.460	27
Standard operation process	5.91	0.887	14				

หมายเหตุ. จาก A Framework for measuring building information modeling maturity based on Perception of Practitioners and Academics Outside the USA, by *Hazar Dib, Yunfeng Chen, Robert Cox, 2012.*

จากตารางที่ 2.7 กลุ่มผู้วิจัยได้สรุปผลออกมาเป็น 27 ปัจจัยที่ถูกนำมาใช้สำหรับการวัด BIM Maturity Model (BIMM) และนำไปใช้ในการสำรวจ การทำงาน BIM 27 หมวดหมู่ ดังนี้

2.8.1.1 ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง (Information accuracy)

2.8.1.2 ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability)

2.8.1.3 วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบจำลอง (Information delivery method)

2.8.1.4 การจัดเก็บเอกสารและแบบจำลอง (Doc. & modeling standard)

2.8.1.5 การประกันข้อมูลผิดพลาด (Information assurance)

2.8.1.6 ขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Change management)

2.8.1.7 ความราบรื่นในการทำงาน (Work flow)

2.8.1.8 ภาวะความเป็นผู้นำของผู้ร่วมงาน (Senior leadership)

2.8.1.9 การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Lifecycle process)

2.8.1.10 การควบคุมคุณภาพ (Quality control)

2.8.1.11 การพัฒนาทักษะ ความรู้ และความสามารถของบุคลากร (Training program)

2.8.1.12 ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data richness)

2.8.1.13 การวางแผนกลยุทธ (Strategic planning)

2.8.1.14 ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร (Standard operation process)

2.8.1.15 การปรับเปลี่ยนประยุกต์ใช้เครื่องมือ (Application)

2.8.1.16 การระบุรายละเอียด (Specification)

2.8.1.17 การบริหารความเสี่ยงในการทำงาน (Risk Management)

2.8.1.18 การพัฒนาด้านเทคโนโลยี (Proc. & technology innovation)

2.8.1.19 บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้ (Role)

2.8.1.20 การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล (Real-time data)

2.8.1.21 ขั้นตอนการพัฒนาสมรรถนะองค์กร (Competency profile)

2.8.1.22 การจัดฝึกอบรมบุคลากรในด้านกระบวนการ (Training delivery)

2.8.1.23 ความสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงกราฟฟิกและแบบก่อสร้าง (Graphics)

2.8.1.24 อุปกรณ์ที่สนับสนุนการทำงานเพียงพอ (Equipment)

2.8.1.25 ความสามารถในการระบุตำแหน่งและข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geospatial capability)

2.8.1.26 การบริหารจัดการทรัพยากรด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware upgrade)

2.8.1.27 ระบบการให้รางวัล Reward system

2.8.2 Key Performance Indicator on Benefits of BSC-based BIM and Validation Method

Chan-ho Park , Jae-sang Ahn , Dong-min Lee , Yu-na Cha and Sang-yoon Chin ทำการวิจัยว่า เทคโนโลยี BIM (Building Information Modeling) เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญสามารถบูรณาการการก่อสร้างและไอที (เทคโนโลยีสารสนเทศ) ร่วมกัน เนื่องจากเทคโนโลยี BIM มีประโยชน์หลากหลายในการใช้งาน ตัวอย่างเช่น ในประเทศเกาหลีใต้ที่ได้ให้การยอมรับว่ามีการปรับใช้ค่อนข้างช้ากับการขาดความรู้ความเข้าใจในวัตถุประสงค์พื้นฐานในการเลือกใช้ ภายใต้สถานการณ์เช่นนี้ การประเมินผลการดำเนินงานที่โปร่งใส และการวัด KPI (Key Performance Indicator) ที่จะใช้ประเมินควรจะมีการจัดลำดับความสำคัญ

ตารางที่ 2.6

ตารางแสดงปัจจัยการวัด KPI (Key Performance Indicator) ด้วย Balance Score Card

BSC 4perspectives	12 performance areas of construction firm
A. Financial	1. Profitability
	2. Growth
	3. Stability
B. Customer	4. External customer satisfaction
	5. Internal customer satisfaction
	6. Market share
C. Internal processes	7. Investment in research and development
	8. Technical skills
	9. Efficiency
D. Learning and Growth	10. Manpower
	11. Organizational capabilities
	12. Information

หมายเหตุ. จาก Key Performance Indicator on Benefits of BSC-based BIM & Validation Method, Chan-ho Park, Jae-sang Ahn, Dong-min Lee, Yu-na Cha and Sang-yoon Chin, 2006.

จากตารางที่ 2.8 กลุ่มผู้วิจัยนี้ได้ทำการแบ่งหมวดหมู่ของการชี้วัดออกเป็น 4 ด้าน (Financial, Customer, Internal process, Learning and Growth) ซึ่งใช้กระบวนการ บาลานซ์สกอร์การ์ด (Balance Score Card) เพื่อที่จะหาความสมดุลระหว่างเป้าหมายทางการเงินระยะสั้นและความคุ้มค่าในระยะยาวของเป้าหมาย ดังนี้

A. Financial

2.8.2.1 ระดับผลตอบแทน (Profitability)

2.8.2.2 การเจริญเติบโตของผลตอบแทน (Growth)

2.8.2.3 เสถียรภาพของผลตอบแทน (Stability)

B. Customer

2.8.2.4 ระดับความพึงพอใจของลูกค้ากลุ่มใหม่ (External customer satisfaction)

2.8.2.5 ระดับความพึงพอใจของลูกค้ากลุ่มเดิม (Internal customer satisfaction)

2.8.2.6 ส่วนแบ่งการตลาด (Market share)

C. Internal processes

2.8.2.7 การวิจัยและพัฒนาองค์กร (Investment in research and development)

2.8.2.8 ทักษะความสามารถด้านเทคนิคของบุคลากร (Technical skills)

2.8.2.9 ประสิทธิภาพในกระบวนการทำงาน Efficiency

D. Learning and Growth

2.8.2.10 ปริมาณบุคลากร (Manpower)

2.8.2.11 ความสามารถขององค์กร (Organizational capabilities)

2.8.2.12 การใช้งานข้อมูล (Information)

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 แบบแผนการวิจัย

การศึกษาเครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ศึกษากลุ่มตัวอย่างจากบริษัทที่มีการใช้งาน BIM ที่เอื้อต่อการให้ข้อมูลและยินยอมให้ทำการศึกษา ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้ในการศึกษาจะเป็นทั้ง ข้อมูลปฐมภูมิ เช่น การสำรวจ กระบวณการทำงาน การสัมภาษณ์ และข้อมูลทุติยภูมิ เช่น เอกสาร วารสาร การทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยทำการวิเคราะห์จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน BIM แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ แบบสำรวจสถานะการใช้งาน เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งาน และการสัมภาษณ์ ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM ในแง่มุมของนโยบายกับการปรับใช้เทคโนโลยีในองค์กร เริ่มต้นจากการคัดเลือกเครื่องมือและปัจจัยชี้วัดที่ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM และทำการหาค่าน้ำหนักความสำคัญจากการใช้ประโยชน์จาก BIM แบ่งตาม 5 สายอาชีพ (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) และสำรวจสถานะการใช้งานในปัจจุบันโดยการใช้แบบสำรวจ ภายหลังจากได้เครื่องมือที่เหมาะสมในการชี้วัดประสิทธิภาพ จึงนำเครื่องมือที่ได้ไปทดสอบในกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือประเมินการใช้งาน BIM โดยแบ่งขั้นตอนการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 ศึกษาเครื่องมือประเมินและปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3.2.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการสำรวจ

3.2.4 ออกแบบคำถามและจัดทำแบบสำรวจ

3.2.5 ตรวจสอบแบบสำรวจ

3.2.6 นำแบบสำรวจไปใช้ในการสำรวจสถานะการใช้งาน และค่าน้ำหนักของการใช้ประโยชน์จาก BIM ในแต่ละสายอาชีพในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

3.2.7 สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

3.2.8 พัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

3.2.9 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการสัมภาษณ์

3.2.10 ออกแบบกระบวนการสัมภาษณ์

3.2.11 ตรวจสอบกระบวนการสัมภาษณ์

3.2.12 นำกระบวนการสัมภาษณ์ไปใช้ในการสัมภาษณ์

3.2.13 วิเคราะห์ข้อมูล

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูล สำหรับศึกษาขอบเขตการใช้งาน ปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพและค่าน้ำหนักการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ต้นแบบ

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยเน้นศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับการบริหารจัดการแนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สถานะการประยุกต์ใช้ ประโยชน์ ปัญหา อุปสรรค และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ซึ่งการศึกษาได้รับข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยในอดีต กลุ่มเครื่องมือที่ใช้การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานในอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบันและการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2 ศึกษากระบวนการและปัจจัยชี้วัดของเครื่องมือประเมิน

เครื่องมือประเมินการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่ผู้วิจัยได้นำมาทำการวิเคราะห์มีทั้งหมด 12 เครื่องมือ โดยปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละเครื่องมือมีความคล้ายคลึงกันซึ่งต้องอาศัยการตีความและจัดกลุ่มปัจจัยให้สอดคล้องเพื่อนำมาใช้ในเครื่องมือต้นแบบ

3.2.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการสำรวจ

<u>บริษัทที่ทำการส่งแบบสำรวจ</u>

เกณฑ์การคัดเลือกบริษัทที่จะนำมาใช้เก็บข้อมูล ซึ่งแบ่งเป็นบริษัทตาม 5 สาขาอาชีพ (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) ที่มีภูมิลำเนาอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้น

การค้นหารายชื่อบริษัทในกลุ่มเป้าหมาย จะใช้วิธีการขอรายชื่อกลุ่มผู้ใช้งาน BIM Software จาก ผู้ผลิต Software จนถึงปี 2556 นำมาเปรียบเทียบรายชื่อจากเว็ปไซต์ที่เกี่ยวข้อง เช่น เว็ปไซต์สภาสถาปนิก (http://architectsearch.asa.or.th/) , เว็ปไซต์ของสภาวิศกรรมสถาน (http://eit.or.th) , เว็ปไซต์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น (http://thaicontractor.com) โดยจะทำการศึกษาจากบริษัทขนาดกลางขึ้นไป นำรายชื่อที่ได้มาตรวจสอบทุนจดทะเบียน ที่มีมูลค่าตั้งแต่ 1 ล้านบาทขึ้นไปสำหรับบริษัทภาคธุรกิจออกแบบ และ 10 ล้านบาทขึ้นไปสำหรับบริษัทภาคธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง โดยมีการใช้งาน BIM ในโครงการอย่างน้อย 1 โครงการ ซึ่งนอกจากการสืบค้นแล้วยังใช้วิธีสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจในกลุ่มเป้าหมาย เช่น สถาปนิก วิศวกร ผู้เขียนแบบ ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Manager)

เมื่อได้รายชื่อของบริษัทกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการแล้ว ได้ดำเนินการคัดกรองข้อมูลของบริษัทต่าง ๆ อีกครั้งเพื่อตรวจสอบการมีตัวตนของบริษัท หรือข้อมูลที่ตั้งของบริษัทเป็นไปตามที่ระบุไว้บนเว็ปไซต์ โดยเข้าไปตรวจสอบในเว็ปไซต์ของบริษัทว่ายังมีการใช้งานอยู่จนถึงปัจจุบันหรือไม่ โดย ขณะที่ทำการศึกษามีบริษัทที่ระบุว่ามีการใช้งาน BIM ที่ได้ทำการคัดเลือกไว้จำนวนทั้งสิ้นทั้งหมด 78 บริษัท แบ่งเป็นบริษัทออกแบบสถาปัตยกรรมที่มีการใช้ BIM จำนวน 27 บริษัท, บริษัทออกแบบงานวิศวกรรม และรับเหมาก่อสร้างที่มีการใช้ BIM จำนวน 38 บริษัท และบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ที่มีการใช้ BIM จำนวน 13 บริษัท

3.2.4 การสร้างและวิเคราะห์แบบสำรวจสถานะการใช้งาน

เพื่อสำรวจขอบเขตและสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในประเทศไทย และระดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์จาก BIM ในด้านต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชาชีพ โดยใช้การศึกษาปัจจัยจากเครื่องมือที่มีในอดีตและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ข.)

การสำรวจสถานะการใช้งาน และระดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในประเทศไทย จะอยู่ในรูปแบบของแบบสำรวจ โดยจะใช้ชุดคำถามสำหรับให้กลุ่มเป้าหมายตอบด้วยการเขียนข้อความหรือเขียนเครื่องหมายตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ ส่วนลักษณะของคำถามจะเน้นให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ทัศนคติ วิสัยทัศน์อย่างอิสระ ที่เป็นจริงตามการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ซึ่งแบบสำรวจจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

เพื่อให้ข้อมูลในระดับบุคคลในกลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ที่อาจมีส่วนในการวิเคราะห์ผลรวมถึงแนวคิดและวิธีการตอบแบบสำรวจของแต่ละบุคคล

ส่วนที่ 2 สถานะการประยุกต์ใช้งานและปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

เพื่อให้ข้อมูลสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในปัจจุบันรวมถึงความรู้ความเข้าใจแนวทางในการประยุกต์ใช้ และปัจจัยที่มีผลในการนำเข้ามาใช้ในองค์กร

ส่วนที่ 3 เป้าหมายและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Goals/ BIM Uses)

เพื่อให้ข้อมูลค่าระดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์จาก แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Use) สำหรับการนำมาคิดค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับใช้ในเครื่องมือประเมินในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย

ส่วนที่ 1

เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ เพศ อายุ การศึกษา ตำแหน่งงาน ประสบการณ์ในการทำงาน และประเภทธุรกิจขององค์กร ซึ่งจากการศึกษาพบว่า คำถามเหล่านี้มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการทำงาน หรือการปรับใช้เทคโนโลยีด้านการออกแบบ เขียนแบบก่อสร้าง โดยคำถามที่ใช้จะมีทั้งหมด 7 คำถาม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

คำถาม ในการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มผู้ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับส่วนที่ 1

ลำดับที่	คำถาม	จุดประสงค์
1	เพศ	เพื่อสำรวจเพศของผู้ตอบแบบสำรวจ
2	อายุ	เพื่อศึกษาช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจ
3	ระดับการศึกษา	เพื่อเก็บข้อมูลระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสำรวจ
4	ตำแหน่งงาน	เพื่อสำรวจข้อมูลของตำแหน่งงาน หรือหน้าที่ความรับผิดชอบที่อาจส่งผลต่อแนวทางการตอบคำถาม
5	ประสบการณ์ในการทำงาน	เพื่อสำรวจอายุการทำงานของผู้ตอบแบบสำรวจ
6	สถานะขององค์กร	เพื่อสำรวจข้อมูลธุรกิจองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ ที่อาจส่งผลต่อแนวทางการตอบคำถาม
7	ขนาดขององค์กร	เพื่อสำรวจขนาดองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ส่วนที่ 2

เป็นคำถามที่มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงมุมมองของแต่ละองค์กรที่มีต่อแนวคิดดังกล่าว โดยลักษณะของคำถามจะเป็นทั้งแบบคำถามปิด (Closed End) โดยให้เลือกจากตำตอบที่กำหนดให้ และคำถามแบบเปิด (Opened End) สำหรับในหัวข้อที่ต้องการให้ผู้ตอบแบบสำรวจได้แสดงความคิดเห็น โดยประเด็นที่ใช้ในการสอบถามมี 12 ประเด็นหลัก ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

คำถาม ในการสำรวจสถานะการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับส่วนที่ 2

ลำดับที่	คำถาม	จุดประสงค์
1	ท่านรู้จัก แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) หรือไม่	เพื่อสำรวจถึงการเป็นที่รู้จักของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในกลุ่มผู้ใช้ Software BIM
2	ท่านทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) จากแหล่งใดบ้าง	เพื่อสำรวจแหล่งของการรับทราบข่าวสารของแบบจำลองข้อมูลอาคาร ของแต่ละองค์กร
3	ในความรู้ความเข้าใจของท่าน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) คืออะไร	เพื่อสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้ตอบแบบสำรวจเกี่ยวกับความหมาย หรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิด แบบจำลองข้อมูลอาคาร
4	เทคโนโลยี หรือ Software ที่ใช้ในการพัฒนาโครงการสถาปัตยกรรม ที่มีการใช้งานในองค์กรของท่านในปัจจุบัน มีอะไรบ้าง	เพื่อสำรวจการใช้งาน Software ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนางานออกแบบสถาปัตยกรรม
5	องค์กรของท่านได้มีการนำกระบวณการของแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) มาใช้ในองค์กร หรือไม่	เพื่อสำรวจถึงการประยุกต์ใช้งานจริงของแบบจำลองข้อมูลอาคาร ในกลุ่มผู้ใช้ Software BIM
6	ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในโครงการจนถึงปัจจุบัน	เพื่อสำรวจระยะเวลาที่ได้มีการนำ แบบจำลองข้อมูลอาคาร เข้ามาประยุกต์ใช้ในองค์กร
7	จำนวนโครงการที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการ	เพื่อสำรวจแนวโน้มของจำนวนโครงการที่มีการปรับใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร เข้ามามีส่วนร่วม

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

คำถาม ในการสำรวจสถานะการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับส่วนที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำถาม	จุดประสงค์
8	หากองค์กรของท่านกำลังมีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในโครงการ ขอบเขตของการใช้งานอยู่ในระดับใด	เพื่อสำรวจขอบเขตการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในปัจจุบันของแต่ละองค์กร
9	แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับในองค์กรของท่าน	เพื่อสำรวจสาเหตุที่แต่ละองค์กรเริ่มต้นเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในการทำงาน
10	ความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) จากการใช้งานในองค์กรของท่าน มีอะไรบ้าง	เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสำรวจ เกี่ยวกับความสำคัญของการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในองค์กร
11	ปัญหา-อุปสรรค ที่ท่านได้พบเจอ ภายหลังจากการประยุกต์ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เกิดจากสาเหตุ อะไรบ้าง	เพื่อสำรวจปัญหาและอุปสรรค ภายหลังจากการปรับใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร
12	องค์กรของท่าน ได้มีรูปแบบการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) หรือไม่	เพื่อสำรวจถึงแนวทางหรือรูปแบบการประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ส่วนที่ 3

เป็นส่วนที่ให้ระบุถึง BIM Uses ที่เป็นจุดประสงค์ เป้าหมายหลักในประโยชน์จากการใช้ BIM เฉพาะในส่วนที่องค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจใช้งานอยู่จริง คือ การกำหนดรูปแบบการใช้ข้อมูลจาก BIM Model ซึ่งแบ่งออกเป็น 23 รูปแบบ (BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1, 2010) ซึ่งการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก BIM ในโครงการ สำหรับขั้นตอนของการวาง

แผนการทำงานร่วมกัน หรือการกำหนดแนวทางการทำงานร่วมกันจากหลายฝ่าย (BIM Execution Plan) ควรที่จะมีการระบุถึงทิศทางของความต้องการประโยชน์ ในการกำหนดขอบเขตการทำงาน เพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ (BIM Goals) โดยให้คะแนน จากการให้ความสำคัญของแต่ละ BIM Uses ที่มีต่อองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจโดยแบ่งออกเป็น 10 ระดับ สำหรับการนำมาคิดค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับใช้ในเครื่องมือประเมิน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

จุดประสงค์การใช้ประโยชน์จาก แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับส่วนที่ 3

การใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร	**ค่าระดับความสำคัญ**									
	ระดับสูง			**ปานกลาง**			**ระดับต่ำ**			
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1. Existing Conditions Modeling										
2. Cost Estimation (Quantity Take-Off)										
3. Phase Planning (4D Modeling)										
4. Programming										
5. Site Analysis										
6. Design Review										
7. Design Authoring										
8. Engineering Analysis - Energy Analysis										
9. Engineering Analysis - Structural Analysis										
10. Engineering Analysis - Lighting Analysis										
11. Sustainability (LEED) Evaluation										
12. Code Validation										
13. 3D Coordination										

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

จุดประสงค์การใช้ประโยชน์จาก แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับส่วนที่ 3 (ต่อ)

การใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร	ค่าระดับความสำคัญ									
	ระดับสูง			ปานกลาง			ระดับต่ำ			
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
14. Engineering Analysis - Lighting Analysis										
15. Sustainability (LEED) Evaluation										
16. Code Validation										
17. 3D Coordination										
18. Site Utilization Planning										
19. Construction System Design (Virtual Mockup)										
20. Digital Fabrication										
21. 3D Control and Planning (Digital Layout)										
22. Record Modeling										
23. Building Maintenance Scheduling										
24. Building Systems Analysis										
25. Asset Management										
26. Space Management and Tracking										
27. Disaster Planning										

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

3.2.5 ตรวจสอบแบบสำรวจโดยกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาโดยการส่งแบบสำรวจ ซึ่งจะดำเนินการภายหลังจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว โดยก่อนที่จะทำการส่งออกแบบสำรวจทั้งหมด ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดลองกรอกข้อมูลลงในแบบสำรวจดังกล่าว เพื่อทดสอบว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาและวัตถุประสงค์ในการส่งแบบสำรวจหรือไม่ โดยให้ผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างจำนวน 3 ท่านในการทดลอง

ในครั้งแรกของการทดลอง พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามต่าง ๆ จากแบบสำรวจในส่วนข้อมูลส่วนตัวและสถานะการใช้งานได้อย่างราบรื่น แต่มีข้อสงสัยในส่วนที่ 3 การใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Uses) ยังไม่เข้าใจถึงจุดประสงค์ในการกรอกค่าระดับคะแนนดังกล่าว เนื่องจากยังไม่มีคำอธิบายที่กำหนดค่าระดับและวิธีการพิจารณาที่ชัดเจน

เมื่อทราบถึงจุดบกพร่องจึงได้ทำการปรับแก้ไขเนื้อหาของคำอธิบายต่าง ๆ ให้มีความชัดเจนมากขึ้นและมีเนื้อหาที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ จากนั้นจึงดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง ผลที่ได้พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจมากขึ้นสามารถกรอกค่าระดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์ได้ เมื่อวิเคราะห์แล้วว่าแบบสำรวจที่ได้มีความสมบูรณ์ จึงได้นำแบบสำรวจนี้ส่งออกไปยังบริษัทที่ได้เลือกไว้

3.2.6 นำแบบสำรวจไปใช้เก็บข้อมูลจริง

ซึ่งการสำรวจสถานะการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขอบเขตการใช้งานขององค์กร ในเขตกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน โดยวิธีการส่งแบบสำรวจไปยังบริษัทที่อยู่ในกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างทั้ง 5 สาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม , ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ทำการส่งแบบสำรวจออกไปมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 78 บริษัท แบบสำรวจที่ได้รับการตอบกลับมามีจำนวนทั้งสิ้น 44 บริษัท หรือ คิดเป็น 56.41 เปอร์เซ็น ของจำนวนการส่งแบบสำรวจทั้งหมด

3.2.7 สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

นำมาวิเคราะห์ผลสถานะการใช้งานและนำค่าน้ำหนักที่ได้จากการสำรวจ มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

3.2.8 พัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

กลุ่มเครื่องมือที่สามารถใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานมีหลากหลายจึงมีความจำเป็นต้องมีการคัดเลือกเครื่องมือที่มีความเหมาะสมต่อข้อมูลที่ต้องการ ในการชี้วัดประสิทธิภาพ จากนั้นจึงทำการสร้างเครื่องมือที่ให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถทำการประเมินได้โดยอ้างอิงค่าเฉลี่ยน้ำหนักการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารที่ได้มาจากการสรุปผลแบบสำรวจภายใต้การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager)

3.2.9 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการสัมภาษณ์

ผู้ใช้งานสำหรับการสัมภาษณ์

เกณฑ์การคัดเลือกผู้ใช้งานที่จะนำมาใช้เก็บข้อมูล ซึ่งแบ่งเป็นผู้ใช้งานตาม 5 สาขาอาชีพ (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับการส่งแบบสำรวจข้างต้น และทำการสุ่มเลือกสาขาอาชีพละ 1 แห่งเพื่อทำการทดสอบการใช้งานเครื่องมือประเมินจำนวนทั้งหมด 5 ท่าน

3.2.10 การสร้างกระบวนการสัมภาษณ์ และกระบวนการทดสอบผลการพัฒนาเครื่องมือ (ภาคผนวก ข.)

การศึกษาผลลัพธ์จากการทดลองใช้งานเครื่องมือประเมิน โดยใช้การสัมภาษณ์จากกลุ่มผู้ใช้งานหรือผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ในแต่ละสาขาวิชาชีพทั้ง 5 สาขา 1.ออกแบบสถาปัตยกรรม 2.ออกแบบโครงสร้าง 3.ออกแบบงานระบบ 4.รับเหมาก่อสร้าง 5.พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ โดยลักษณะของการสัมภาษณ์มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการการอธิบายขั้นตอนการใช้งานเบื้องต้นก่อนการใช้งานให้กับผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager) ในแต่ละสาขาวิชาชีพทั้ง 5 ท่าน

ขั้นตอนที่ 2 ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager) ทดลองใช้งานเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อทดสอบการใช้งานจริง โดยทำการกำหนดโครงการที่จะทำการประเมินและดำเนินการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 3 ภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองใช้งานเครื่องมือเรียบร้อย ผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์โดยแบ่งคำถามออกเป็น 5 ด้าน ประกอบด้วย 1.ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process) 2.ด้านผลลัพธ์ (Result) 3.ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable) 4.ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance) 5.ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied)

ขั้นตอนที่ 4 ผู้ทดสอบทำการประเมินสุดท้ายด้วยแบบประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะในการแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือต่อไป ซึ่งเกณฑ์การประเมินแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

(1) ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process) มีระดับความซับซ้อนที่เหมาะสมต่อการใช้งานและลำดับความเข้าใจของผู้ใช้งานในขั้นตอนต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process)

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.การเรียงลำดับขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ					
2.ขั้นตอนการเลือกหัวข้อการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Use)					
3.ขั้นตอนการเลือกใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพ (Average Weight)					
4.ขั้นตอนการกรอกคะแนน สำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพ					
5.ขั้นตอนการรับทราบผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข					
6.ความเหมาะสมของโปรแปรมที่ใช้พัฒนาเครื่องมือ					
7.ตำแหน่งของปุ่มและตารางในเครื่องมือ					

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(2) ด้านผลลัพธ์ (Result) ความเหมาะสมของการแสดงผลกราฟฟิก ทั้งเชิงตัวเลขและแผนภูมิภาพ รวมถึงคำศัพท์ที่ใช้ในการสื่อสารกับผู้ใช้งาน ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านผลลัพธ์ (Result)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ					
2.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ					
3.ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ					
4.ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย					
5.ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ					
6.คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย					
7.ผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพ					
8.ผลลัพธ์เชิงตัวเลข					

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(3) ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable) มีมาตรฐานการคำนวนและวิธีการเลือกใช้ปัจจัยชี้วัดต่าง ๆ ในเครื่องมือ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6

แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1.ขั้นตอนการคำนวนค่าระดับคะแนน					
2.ปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM (Performance Indicator)					
3.ค่าเฉลี่ยน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM (Average Weight)					
4.การให้ความหมายของข้อมูล					
5.ผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข					

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(4) ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance) ผลลัพธ์สามารถตอบโจทย์ผู้ใช้งานได้หลากหลาย และมีทางเลือกในการรับทราบผล ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7

แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance)

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการใช้ข้อมูล					
2.ความรวดเร็วในการประเมินของเครื่องมือ					
3.การประเมินโดยกำหนดค่าน้ำหนักด้วยตนเอง					
4.การประเมินโดยใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามวิชาชีพ					

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(5) ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied) ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้ได้จริง รวมถึงปัจจัยชี้วัดต่าง ๆ สามารถนำไปปรับใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานในองค์กรได้ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8

แบบประเมินความพึงพอใจ ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied)

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้ได้กับโครงการจริง					
ผลลัพธ์จากเครื่องมือส่งผลต่อการวางแผนการทำงานในอนาคต					
ปัจจัยชี้วัดการทำงานสามารถใช้สำหรับกำหนดวัตถุประสงค์การทำงานได้					
กระบวนการประเมินนี้ควรอยู่ในระบบ Web-base ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย					
ระดับความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมือประเมิน					

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

โดยให้ผู้ประเมินระบุหมายเลขที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของผู้ประเมินมากที่สุดโดยให้ค่าระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้

5 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับมาก

3 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับน้อย

1 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.2.11 ตรวจสอบกระบวนการสัมภาษณ์

การศึกษาในขั้นตอนนี้ใช้รูปแบบการทดลองและสัมภาษณ์ มีการจดบันทึกและการบันทึกเสียงสัมภาษณ์จากประชากรตัวอย่าง ซึ่งจะดำเนินการภายหลังจากได้ทำการคัดเลือกประชากรตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว โดยก่อนการเข้าสัมภาษณ์จริง ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและทำการทดลองกับกลุ่มประชากรว่ามีความเข้าใจในเนื้อหา วัตถุประสงค์ของกระบวนการเข้าสัมภาษณ์และแบบประเมินความพึงพอใจในเครื่องมือของทางผู้วิจัยหรือไม่ โดยให้ผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างจำนวน 3 ท่าน และผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร 1 ท่าน ในการทดลอง

ในครั้งแรกของการทดลอง ประชากรตัวอย่างส่วนใหญ่ยังคงสับสนและไม่เข้าใจในขั้นตอนการสัมภาษณ์จำเป็นต้องมีการปรับปรุงขั้นตอนการดำเนินการใหม่ รวมถึงความกระชับของการสัมภาษณ์ควรจะใช้เวลาให้น้อยลงและการเลือกใช้คำในการอธิบายควรจะใช้ภาษาที่เป็นกลางมากขึ้น อีกทั้งเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารยังไม่สามารถใช้ได้จริง

เมื่อทราบถึงจุดบกพร่องที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการแก้ไขในประเด็นดังกล่าวและทำการสัมภาษณ์อีกครั้ง พบว่ากระบวนการมีความกระชับมากขึ้นแต่บางขั้นตอนเช่นขั้นตอนการทดลองใช้เครื่องมือค่อนข้างใช้เวลามากและอาศัยการตีความที่ให้ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติม เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการสัมภาษณ์และแบบประเมินความพึงพอใจจนมีความพร้อม จึงได้นำไปใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

3.2.12 นำกระบวนการสัมภาษณ์ไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารทั้ง 5 สาขาวิชาชีพ ได้ทำการทดลองใช้งานเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ของทางผู้วิจัย ซึ่ง

ภายหลังจากการทดลองทางผู้วิจัยจะดำเนินการสัมภาษณ์และใช้แบบประเมินความพึงพอใจในมิติความพึงพอใจ 5 ด้าน ประกอบด้วย 1.ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process) 2.ด้านผลลัพธ์ (Result) 3.ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable) 4.ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance) 5.ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับผลการทดลอง

3.2.13 วิเคราะห์ข้อมูล

ทำการจัดเรียงข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณในส่วนของแบบสำรวจ โดยการใช้ แผนภูมิเส้นและแผนภูมิแท่งในการเปรียบเทียบและตีความข้อสรุปแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ในส่วนของแบบสัมภาษณ์ใช้การตีความข้อสรุปแบบอุปนัย เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือประเมิน นำมาปรับปรุงและนำเสนอประโยชน์ ปัญหา อุปสรรค รวมถึงข้อจำกัดในการใช้งานเครื่องมือ

ในขั้นตอนการศึกษาข้างต้น สามารถให้ข้อมูลที่เชื่อมโยงถึงแนวทางการประเมินการใช้งาน BIM สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ทั้งนี้ยังสามารถใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานในกลุ่มผู้ใช้ของแต่ละบริษัทที่มีความเกี่ยวข้องในธุรกิจการใช้งาน BIM ซึ่งข้อมูลอ้างอิงที่มีอยู่และกรณีศึกษาในปัจจุบันไม่เพียงพอที่จะแสดงเป็นข้อมูลให้ผู้ประกอบการเห็นถึงการใช้ BIM อย่างมีประสิทธิภาพในองค์กร ดังนั้น จึงเป็นความท้าทายในแต่ละองค์กรที่จะศึกษาการทำงาน เพื่อปรับปรุงจุดอ่อนและพัฒนาจุดแข็งของผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

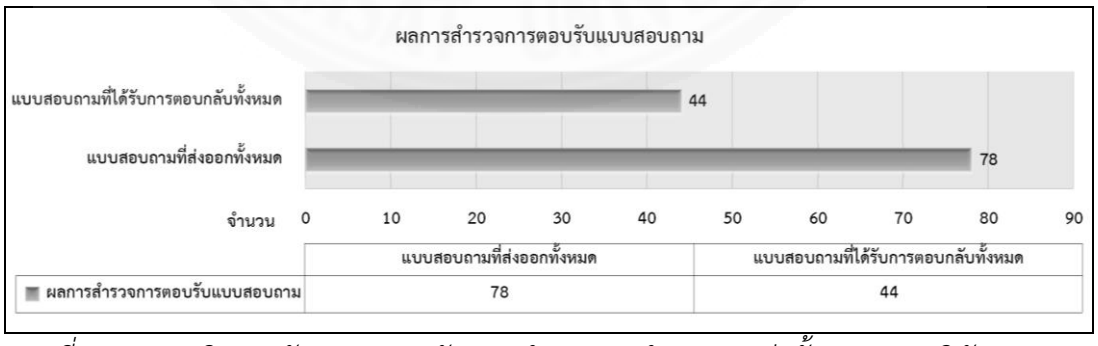
บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจสถานะการใช้งาน

การศึกษาเครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย เป็นการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ การสำรวจสถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในปัจจุบัน และศึกษากระบวนการชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานด้วยแบบจำลองข้อมูลอาคารเพื่อการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยโดยจะแบ่งการรายงานผลออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ผลการสำรวจแบบสำรวจและผลการสัมภาษณ์

4.1.1 ผลจากแบบสำรวจสถานะการใช้งาน

การสำรวจสถานะการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขอบเขตการใช้งานขององค์กร ในเขตกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน โดยวิธีการส่งแบบสำรวจไปยังบริษัทที่อยู่ในกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมก่อสร้างทั้ง 5 สาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง, ผู้ออกแบบงานระบบ, ผู้รับเหมา, พัฒนาอสังหาริมทรัพย์) ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ทำการส่งแบบสำรวจออกไปมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 78 บริษัท แบบสำรวจที่ได้รับการตอบกลับมามีจำนวนทั้งสิ้น 44 บริษัท หรือ คิดเป็น 56.41 เปอร์เซ็น ของจำนวนการส่งแบบสำรวจทั้งหมด ดังที่แสดงในภาพที่ 4.1

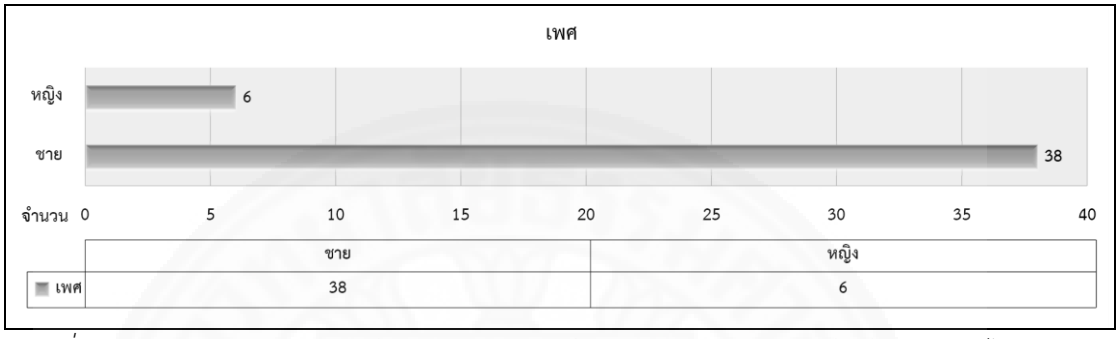


ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงอัตราการตอบรับแบบสำรวจจากจำนวนการส่งทั้งหมด 78 บริษัท

4.1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน

(1) เพศของผู้ตอบแบบสำรวจ

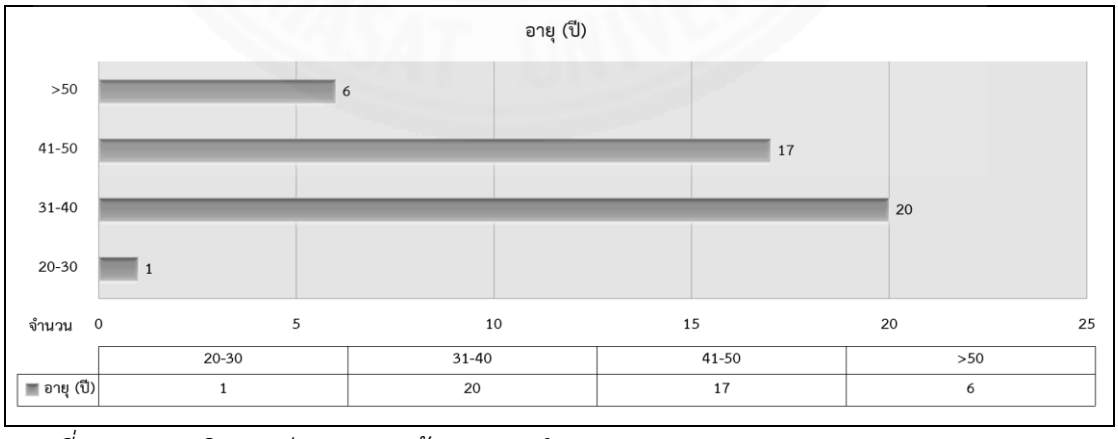
จากการสำรวจเพศของผู้ตอบแบบสำรวจ ดังที่แสดงในภาพที่ 4.2 พบว่ากว่า 86.36 เปอร์เซ็นต์ ที่ตอบแบบสำรวจเป็นเพศชาย ส่วนเพศหญิงมีเพียง 13.64 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงเพศของผู้ตอบแบบสำรวจ ในกลุ่มบริษัทธุรกิจก่อสร้างในประเทศไทย

(2) ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน

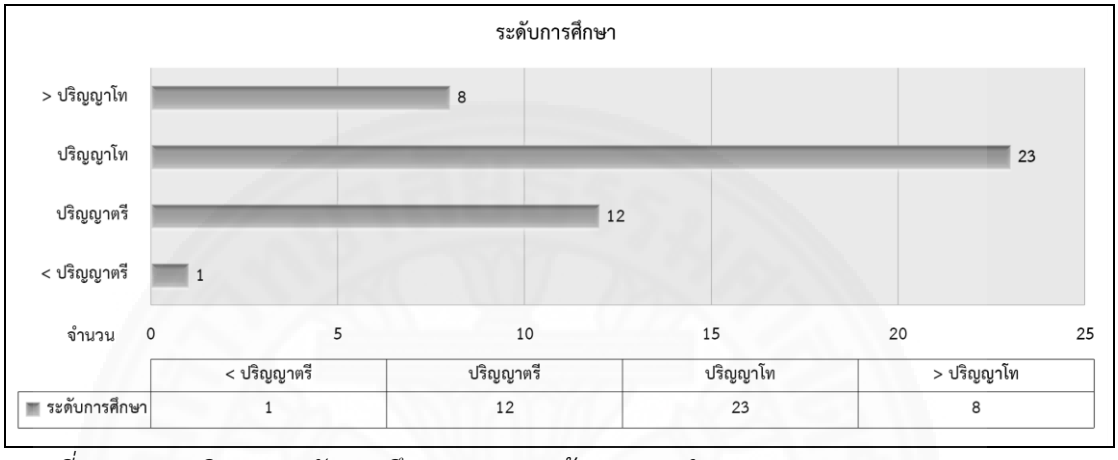
จากการศึกษาด้านช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจพบว่า ผู้ที่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี มีจำนวนการตอบแบบสำรวจมากที่สุดคิดเป็น 45.45 เปอร์เซ็นต์ ช่วงอายุระหว่าง 41-50 ปี มีจำนวนรองลงมาเป็นอันดับ 2 คิดเป็น 38.63 เปอร์เซ็นต์ และช่วงอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีจำนวนการตอบแบบสำรวจเป็นอันดับที่ 3 คิดเป็น 13.63 เปอร์เซ็นต์ของยอดการตอบกลับทั้งหมด 44 บริษัท ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงช่วงอายุของผู้ตอบแบบสำรวจ

(3) ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน

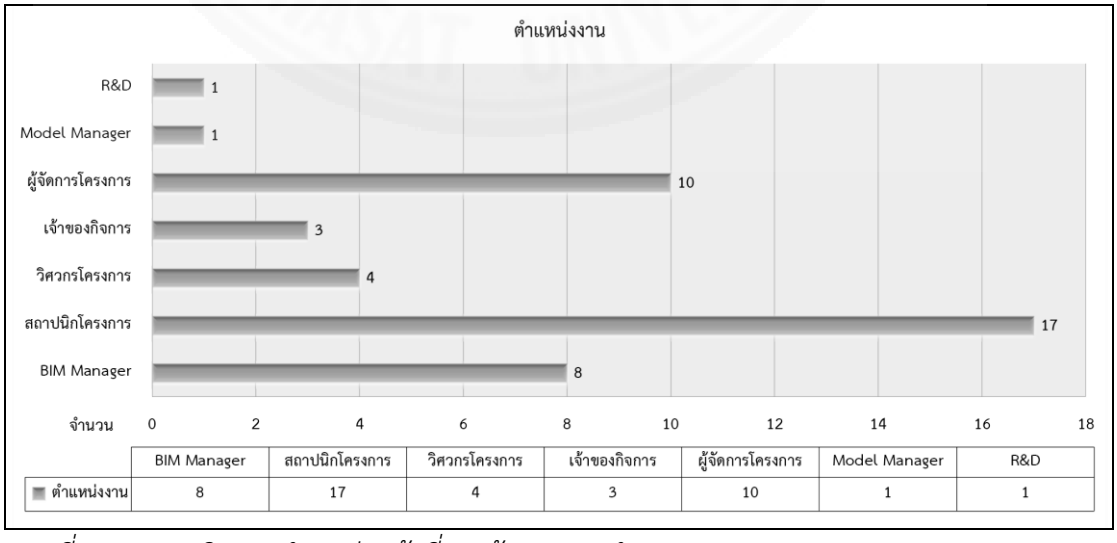
สำหรับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสำรวจพบว่า ส่วนใหญ่กว่า 52.27 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาสูงสุดคือระดับปริญญาโท รองลงมาที่ 27.27 เปอร์เซ็นต์ คือระดับปริญญาตรี และในระดับสูงกว่าปริญญาโท ที่ 18.18 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสำรวจ

(4) ตำแหน่งหน้าที่ของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน

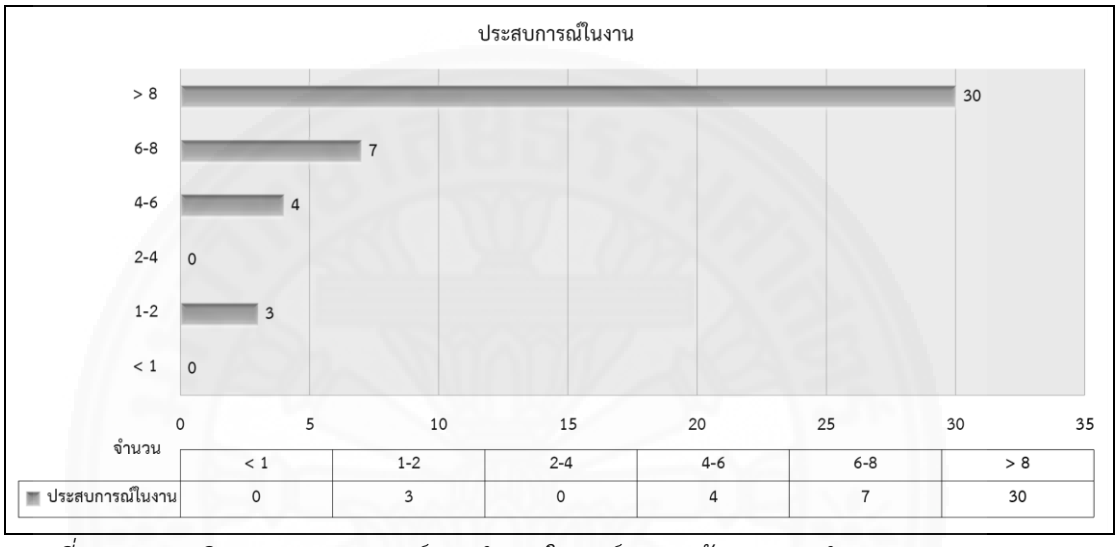
จากการศึกษาตำแหน่งหน้าที่ของผู้ตอบแบบสำรวจ พบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในตำแหน่ง สถาปนิกโครงการ มากที่สุดถึง 38.63 เปอร์เซ็นต์ ผู้จัดการโครงการ 22.72 เปอร์เซ็นต์ BIM Manager 18.18 เปอร์เซ็นต์ และวิศวกรโครงการที่ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงตำแหน่งหน้าที่ของผู้ตอบแบบสำรวจ

(5) ประสบการณ์ในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน

จากการสำรวจประสบการณ์ในการทำงานในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ พบว่า ผู้ตอบแบบสำรวจกว่า 30 ท่าน คิดเป็น 68.18 เปอร์เซ็นต์มีประสบการณ์ทำงานในองค์กร ไม่น้อยกว่า 8 ปี 7 ท่าน คิดเป็น 15.09 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอายุงาน 6-8 ปี และ 4 ท่าน คิดเป็น 9.09 เปอร์เซ็นต์สำหรับผู้ที่มีอายุงาน 4-6 ปี ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงประสบการณ์การทำงานในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ

(6) สถานะของธุรกิจในองค์กร

จากการสำรวจสถานะการทำงานของแต่ละองค์กรที่มีการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ซึ่งได้รับการตอบรับแบบสำรวจจาก 5 ลักษณะองค์กร ซึ่งในบางองค์กรสามารถเป็นได้มากกว่า 1 สถานะ ในจำนวนดังนี้

ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม จำนวน 20 องค์กร

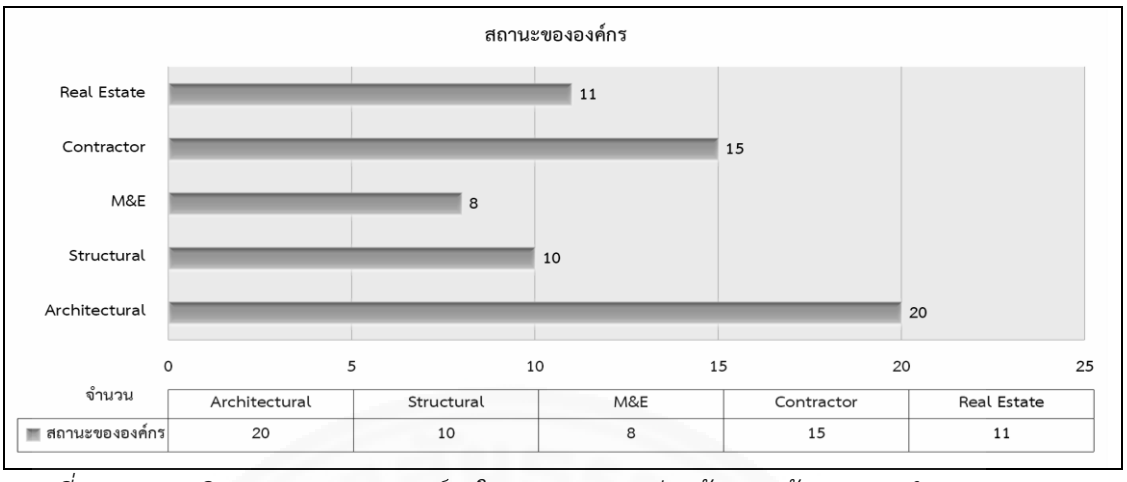
ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง 10 องค์กร

ผู้ออกแบบงานระบบ 8 องค์กร

ผู้รับเหมา/บริหารงานก่อสร้าง 15 องค์กร

ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ 11 องค์กร

ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงสถานะขององค์กรในอุตสาหกรรมก่อสร้างของผู้ตอบแบบสำรวจ

(7) ขนาดขององค์กรในธุรกิจออกแบบและรับเหมาก่อสร้าง

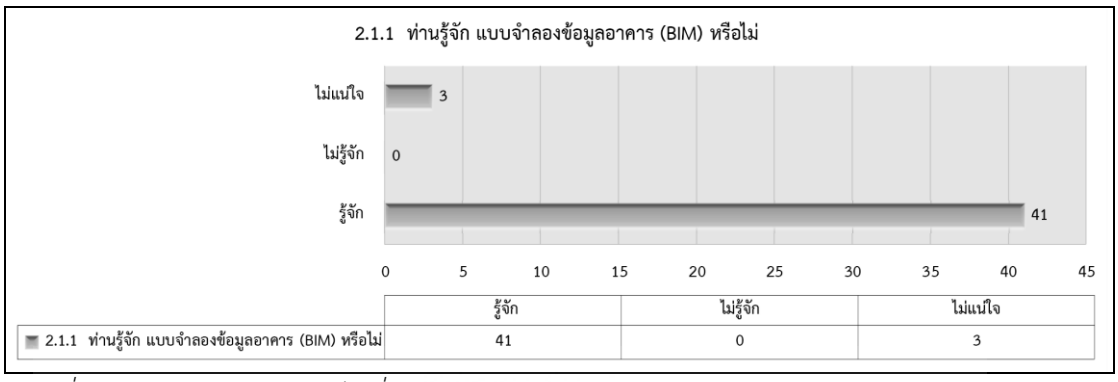
จากการสำรวจกลุ่มบริษัทที่ตอบรับแบบสำรวจ กว่า 33 บริษัท คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลุ่มองค์กรขนาดใหญ่ มากกว่า 50 คนขึ้นไป และกลุ่มองค์กรขนาดกลาง 21-50 คน จำนวน 9 บริษัท คิดเป็น 20.45 เปอร์เซ็นต์ และในองค์กรขนาดเล็ก ไม่เกิน 20 คน จำนวน 2 บริษัท คิดเป็น 4.54 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงขนาดขององค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ

4.1.1.2 สถานะการประยุกต์ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทย

(1) ความเป็นที่รู้จักของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

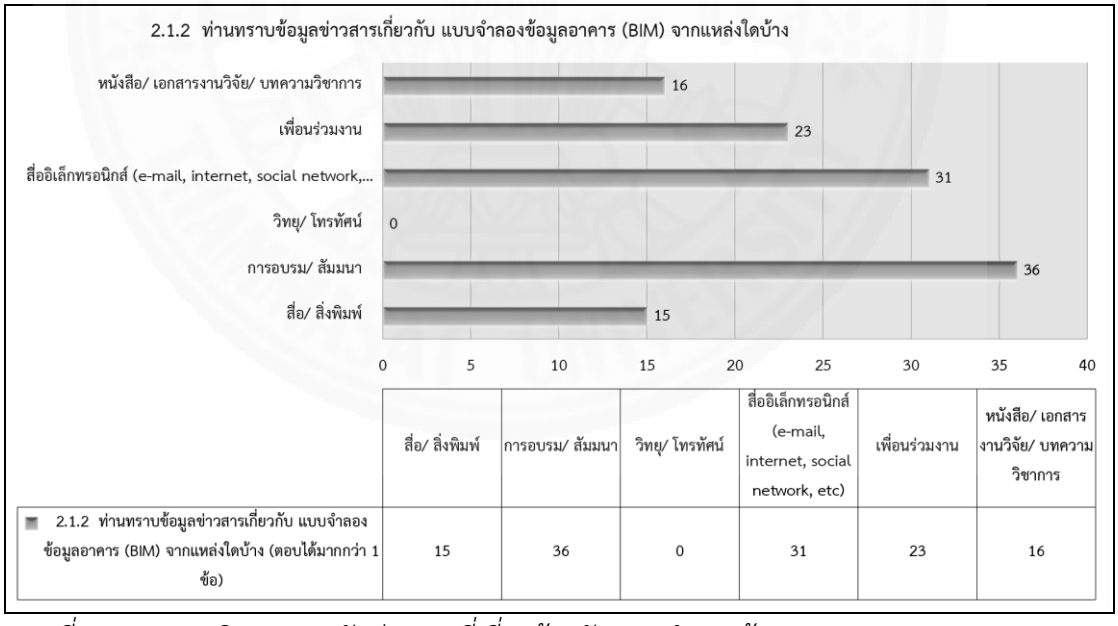
จากการศึกษากลุ่มเป้าหมายทั้ง 44 บริษัท ความเป็นที่รู้จักของแบบจำลองข้อมูลอาคาร มีถึง 41 บริษัท ซึ่งคิดเป็น 93.18 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีบริษัทใดที่ไม่รู้จัก BIM ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงการเป็นที่รู้จักของแบบจำลองข้อมูลอาคาร

(2) วิธีรับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

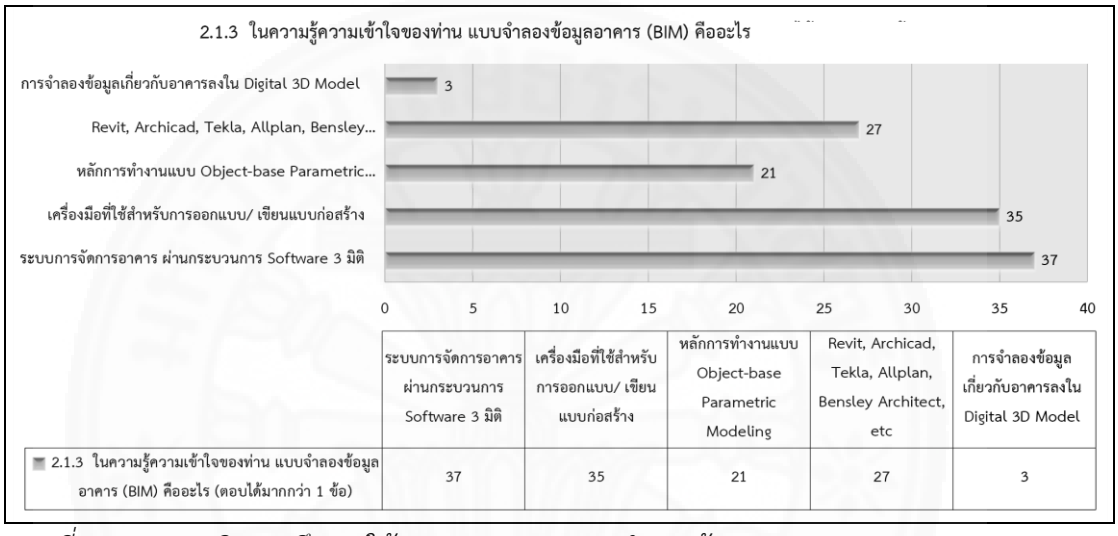
จากการศึกษาแหล่งข้อมูล ข่าวสารที่บริษัทต่าง ๆ ได้รับทราบเกี่ยวกับแบบจำลองข้อมูลอาคาร ดังที่แสดงในภาพที่ 4.10 พบว่าช่องทาง 3 อันดับแรก คือ ได้รับข่าวสารจากการ อบรม/สัมมนา เป็นอันดับหนึ่งถึง 81.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สื่ออิเล็คทรอนิค อยู่ที่ 70.49 เปอร์เซ็นต์ และอันดับที่สามคือการบอกต่อๆกันจากเพื่อนร่วมงาน ถึง 52.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 4.10 แผนภูมิแสดงการรับข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองข้อมูลอาคาร

(3) ความหมายของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย

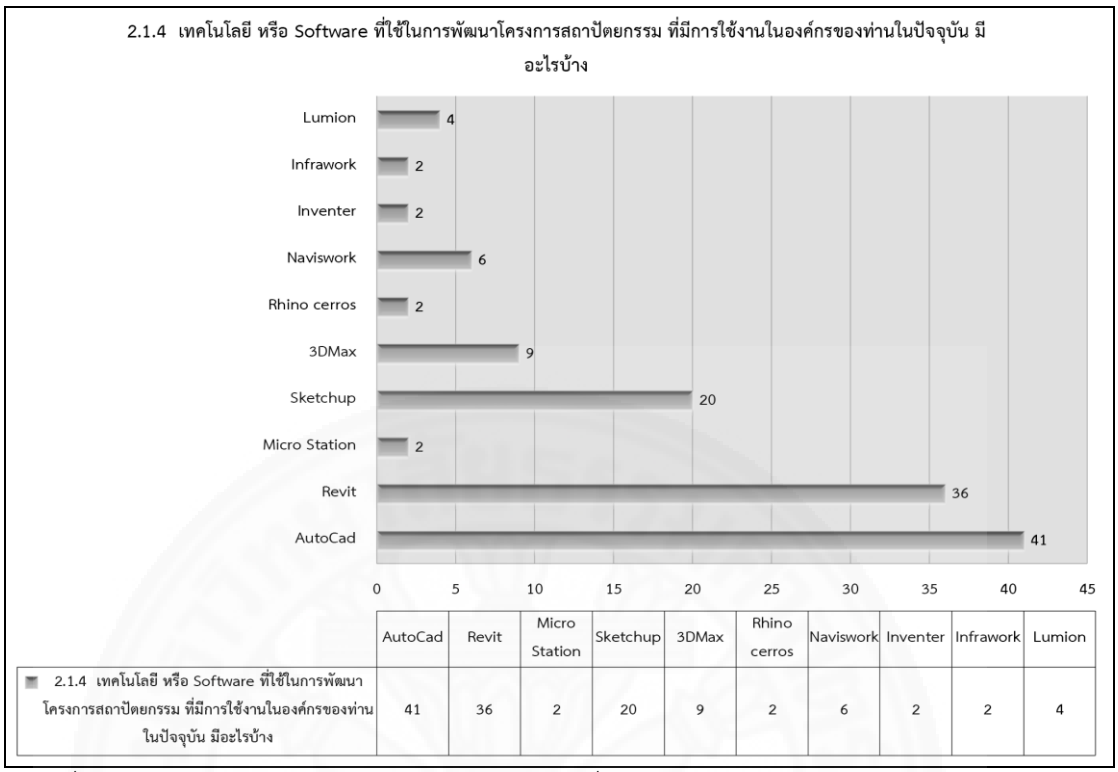
จากการศึกษาความหมายของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ที่บริษัทออกแบบและรับเหมาก่อสร้างในประเทศไทย พบว่าส่วนใหญ่กว่า 84.09 เปอร์เซ็นต์ คิดว่า BIM คือระบบการจัดการอาคารผ่านกระบวนการ Software 3 มิติ 79.54 เปอร์เซ็นต์ คิดว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกแบบ/เขียนแบบก่อสร้าง ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิแสดงถึงการให้ความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคาร

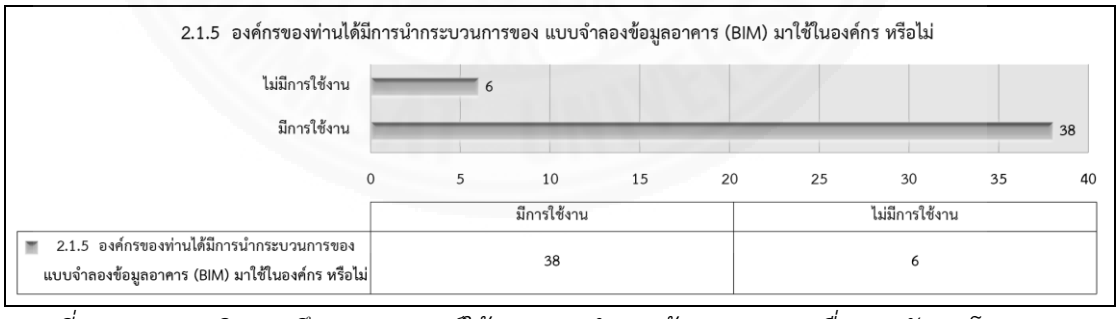
(4) เทคโนโลยี หรือ Software ที่ใช้ในการพัฒนาโครงการสถาปัตยกรรม

รูปแบบการใช้งาน Software ในแต่ละองค์กรเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่อาจส่งผลให้การใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารได้ตรงตามวัตถุประสงค์การทำงาน โดยผลสำรวจแสดงให้เห็นว่า Software สำหรับการทำงาน 2 มิติ อย่าง AutoCad ถึง 93.18 เปอร์เซ็นต์ และยังคงมีบทบาท ค่อนข้างสูงเป็นสิ่งที่ขาดไปไม่ได้ ซึ่งทางด้านของ Software สำหรับการทำงานบน 3D อันดับหนึ่งคือ Revit ถึง 81.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ SketchUp และ 3Dmax ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงถึงการใช้งาน Software เพื่อการพัฒนาโครงการสถาปัตยกรรม

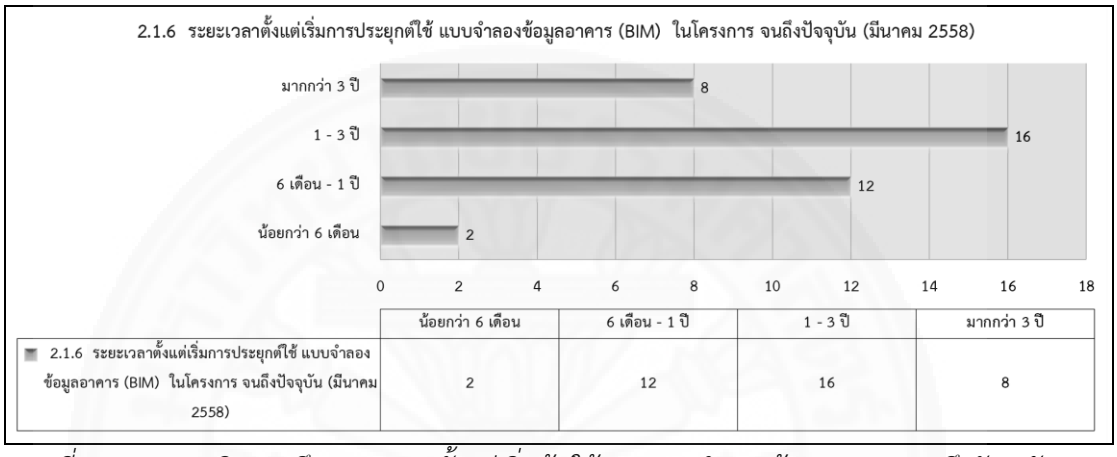
(5) จำนวนผู้ที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน



ภาพที่ 4.13 แผนภูมิแสดงถึงการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร เพื่อการพัฒนาโครงการสถาปัตยกรรม

(6) ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในโครงการ จนถึงปัจจุบัน (มีนาคม 2558)

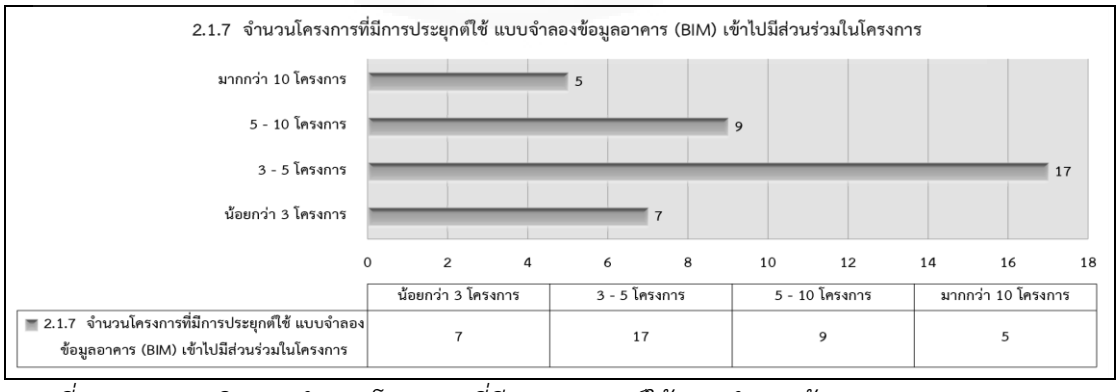
จากการสำรวจกลุ่มเป้าหมายพบว่า 16 บริษัท ตอบว่าเริ่มต้นใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร มา 1-3 ปี คิดเป็น 36.3 เปอร์เซ็นต์ 12 บริษัท ตอบว่าเริ่มต้นใช้งานเพียง 6 เดือน ถึง 1 ปีเท่านั้น ในขณะที่อีก 8 บริษัท ใช้งานมามากกว่า 3 ปี ดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 แผนภูมิแสดงถึงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารจนถึงปัจจุบัน

(7) จำนวนโครงการที่มีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการ

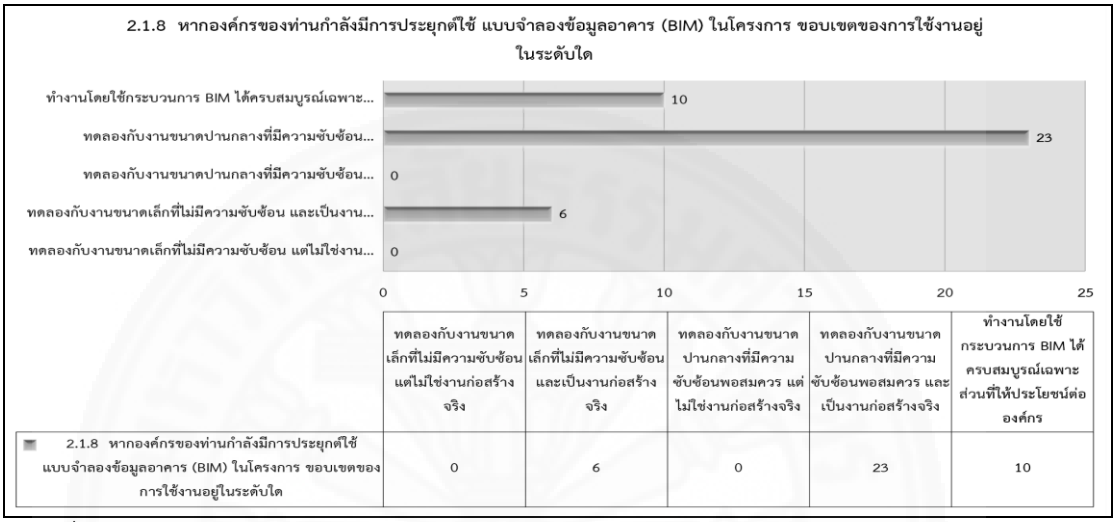
จากการสำรวจกลุ่มเป้าหมายพบว่า มีการใช้งานร่วมกับโครงการในระดับ 3-5 โครงการสูงที่สุด 38.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่เริ่มต้นใช้งาน BIM ในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจสถานะการใช้งาน ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 แผนภูมิแสดงจำนวนโครงการที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร

(8) ขอบเขตของการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร

จากการศึกษาขอบเขตหรือการทดลองเบื้องต้นพบว่า กว่า 52.27 เปอร์เซ็นต์ เริ่มต้นจากการทดลองกับงานขนาดปานกลางที่มีความซับซ้อนและเป็นงานก่อสร้างจริง ซึ่งในบางกรณีก็เริ่มต้นใช้ BIM เฉพาะทางในสิ่งองค์กรของตนเองต้องการ ดังภาพที่ 4.15

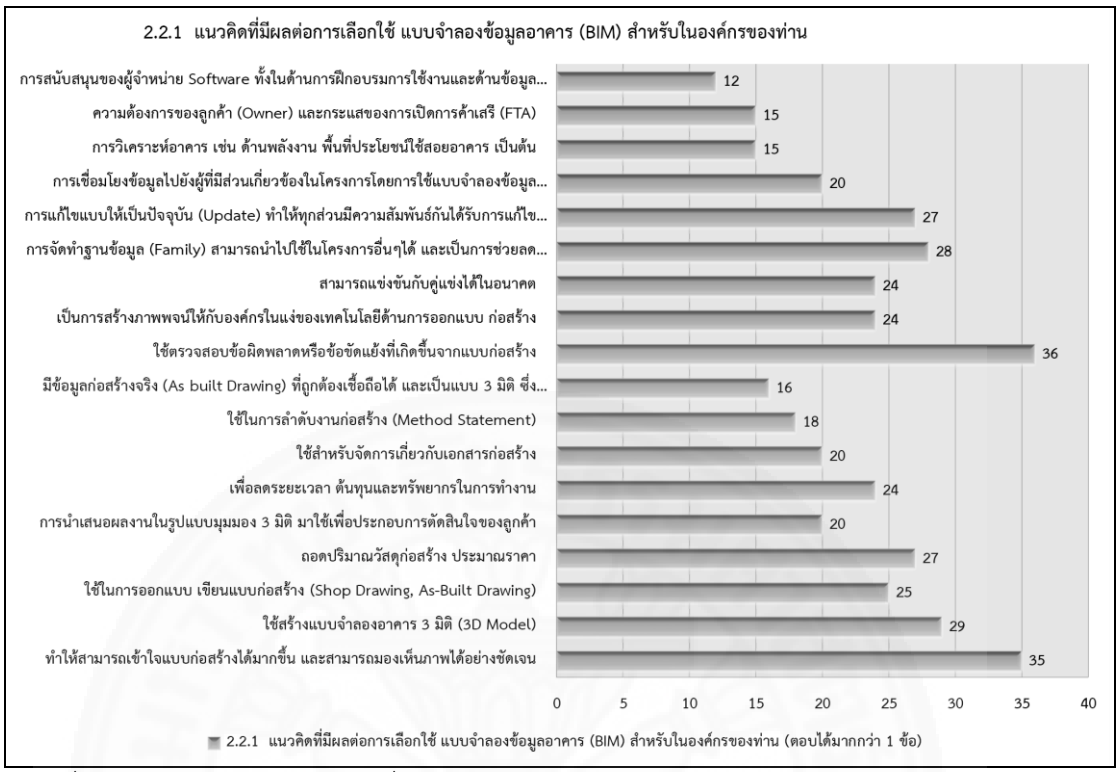


ภาพที่ 4.16 แผนภูมิแสดงขอบเขตการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

4.1.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร

(2.1) แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

จากการศึกษาถึงปัจจัยสำคัญในการนำ แบบจำลองข้อมูลอาคาร เข้ามาประยุกต์ใช้ในองค์กร ดังที่แสดงใน ภาพที่ 4.16 และ ตารางที่ 4.1 พบว่าปัจจัยสำคัญ 3 อันดับแรก คือใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาดหรือข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง คิดเป็น 81.72 เปอร์เซ็นต์ กว่า 79.54 เปอร์เซ็นต์ คิดว่าทำให้สามารถเข้าใจแบบก่อสร้างได้มากขึ้น และสามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน และ 65.90 เปอร์เซ็นต์ คิดว่าใช้สำหรับสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ (3D Model), ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูล (Family) สามารถนำไปใช้ในโครงการอื่นๆได้ และเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน, ใช้ในแก้ไขแบบให้เป็นปัจจุบัน (Update) ทำให้ทุกส่วนมีความสัมพันธ์กันได้รับการแก้ไขโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง, ถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ประมาณราคา ตามลำดับ



ภาพที่ 4.17 แผนภูมิแสดงแนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ตารางที่ 4.1

ตารางแสดงการจัดลำดับ แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	จัดลำดับแนวคิดที่มีต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
1	ใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาดหรือข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง	36	**81.72**
2	ทำให้สามารถเข้าใจแบบก่อสร้างได้มากขึ้น และสามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน	35	**79.54**
3	ใช้สร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ (3D Model)	29	**65.90**
4	การจัดทำฐานข้อมูล (Family) สามารถนำไปใช้ในโครงการอื่นๆได้ และเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน หรือ ในรูปแบบเดียวกัน	28	**63.63**

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตารางแสดงการจัดลำดับ แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	จัดลำดับแนวคิดที่มีต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
6	ถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ประมาณราคา	27	**61.36**
7	ใช้ในการออกแบบ เขียนแบบก่อสร้าง (Shop Drawing, As-Built Drawing)	25	**56.81**
8	สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ในอนาคต	24	**54.54**
9	เป็นการสร้างภาพภาจน์ให้กับองค์กรในด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง	24	**54.54**
10	เพื่อลดระยะเวลา ต้นทุนและทรัพยากรในการทำงาน	24	**54.54**
11	การเชื่อมโยงข้อมูลไปยังผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการโดยการใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารและฐานข้อมูลเดียวกัน ช่วยให้การประสานงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น	20	**45.45**
12	ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับเอกสารก่อสร้าง	20	**45.45**
13	การนำเสนอผลงานในรูปแบบมุมมอง 3 มิติ มาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจของลูกค้า	20	**45.45**
14	ใช้ในการลำดับงานก่อสร้าง (Method Statement)	18	**40.90**
15	มีข้อมูลก่อสร้างจริง (As built Drawing) ที่ถูกต้องเชื่อถือได้ และเป็นแบบ 3 มิติ ซึ่งสามารถน้ำข้อมูลดังกล่าวมาใช้สำหรับการบริหารจัดการอาคาร	16	**36.36**
16	การวิเคราะห์อาคาร เช่น ด้านพลังงาน พื้นที่ประโยชน์ใช้สอยอาคาร เป็นต้น	15	**34.09**
17	ความต้องการของลูกค้า (Owner) และกระแสของการเปิดการค้าเสรี (FTA)	15	**34.09**

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

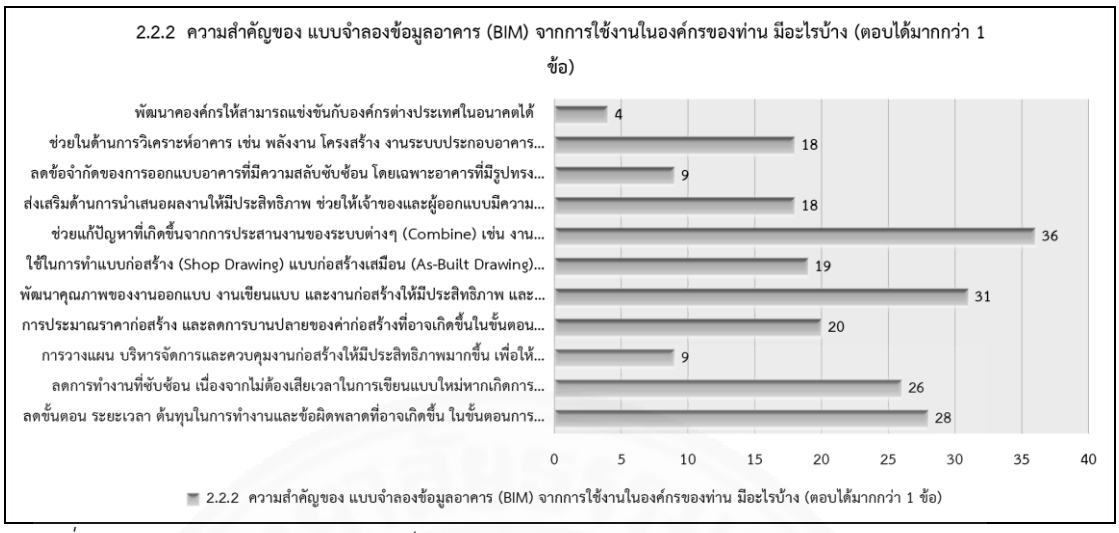
ตารางแสดงการจัดลำดับ แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	จัดลำดับแนวคิดที่มีต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
18	การสนับสนุนของผู้จำหน่าย Software ทั้งในด้านการฝึกอบรมการใช้งานและด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เขียนแบบก่อสร้าง	12	**27.27**

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(2.2) ความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

จากการศึกษาความคิดเห็นด้านความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ทีมีต่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ดังภาพที่ 4.17 และ ตารางที่ 4.2 พบว่า บริษัทส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าปัจจัยแรกของความสำคัญของ BIM ต่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง คือ ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการประสานงานของระบบต่าง ๆ (Combine) เช่น งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบ ทั้งก่อนและในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง โดยการใช้แบบจำลองอาคารเดียวกัน คิดเป็น 81.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาให้ความคิดเห็นในด้าน การพัฒนาคุณภาพของงานออกแบบ งานเขียนแบบ และงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำมากขึ้นจากการเห็นภาพจำลองอาคารเสมือนจริงก่อนการก่อสร้าง คิดเป็น 70.45 เปอร์เซ็นต์ และความสำคัญด้านการลดขั้นตอน ระยะเวลา ต้นทุนในการทำงานและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ในขั้นตอนการออกแบบและในระหว่างขั้นตอนก่อสร้าง จากการตรวจสอบปัญหาและข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง คิดเป็น 63.63 เปอร์เซ็นต์, ลดการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากหากเกิดการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของแบบก่อสร้างจะสามารถเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ทำให้การแก้ไขเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียว, ลดการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการเขียนแบบใหม่หากเกิดการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของแบบก่อสร้างและตำแหน่งของงานที่มีการแก้ไข จะสามารถเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ทำให้การแก้ไขเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียวไม่ต้องทำการแก้ไขในหลายมุมมอง ตามลำดับ



ภาพที่ 4.18 แผนภูมิแสดงความคิดเห็นด้านความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ตารางที่ 4.2

ตารางแสดงการจัดลำดับ ความคิดเห็นด้านความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	ลำดับความคิดเห็นด้านความสำคัญของแบบจำลองข้อมูลอาคาร	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
1	ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการประสานงานของระบบต่าง ๆ (Combine) เช่น งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบ ทั้งก่อนและในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง โดยการใช้แบบจำลองอาคารเดียวกัน	36	**81.81**
2	พัฒนาคุณภาพของงานออกแบบ งานเขียนแบบ และงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำมากขึ้นจากการเห็นภาพจำลองอาคารเสมือนจริงก่อนการก่อสร้าง	31	**70.45**
3	ลดขั้นตอน ระยะเวลา ต้นทุนในการทำงานและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ในขั้นตอนการออกแบบและในระหว่างขั้นตอนก่อสร้าง จากการตรวจสอบปัญหาและข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง	28	**63.63**
4	ลดการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการเขียนแบบใหม่หากเกิดการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของแบบก่อสร้าง และตำแหน่งของงานที่มีการแก้ไข	26	**59.09**

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตารางแสดงการจัดลำดับ ความคิดเห็นด้านความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	ลำดับความคิดเห็นด้านความสำคัญของแบบจำลองข้อมูลอาคาร	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
5	การประมาณราคาก่อสร้าง และลดการบานปลายของค่าก่อสร้างที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบ และควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง	20	**45.45**
6	ใช้ในการทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) แบบก่อสร้างเสมือน (As-Built Drawing) ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ	19	**43.18**
7	ส่งเสริมด้านการนำเสนอผลงานให้มีประสิทธิภาพ ช่วยให้เจ้าของและผู้ออกแบบมีความเข้าใจที่ไปในทิศทางเดียวกัน	18	**40.90**
8	ช่วยในด้านการวิเคราะห์อาคาร เช่น พลังงาน โครงสร้าง งานระบบประกอบอาคาร สิ่งแวดล้อม และอื่นๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ของโครงการ ก่อนที่จะทำการออกแบบและก่อสร้างจริง	18	**40.90**
9	ลดข้อจำกัดของการออกแบบอาคารที่มีความสลับซับซ้อน โดยเฉพาะอาคารที่มีรูปทรงอิสระและออกแบบได้ตรงตามความต้องการ	9	**20.45**
10	การวางแผน บริหารจัดการและควบคุมงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการทั้งด้านระยะเวลา งบประมาณ และคุณภาพในการทำงานซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวอาคาร	9	**20.45**
11	พัฒนาคองค์กรให้สามารถแข่งขันกับองค์กรต่างประเทศในอนาคตได้	4	**9.09**

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(2.3) ปัญหา-อุปสรรค ที่ ภายหลังจากการประยุกต์ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

จากการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคสำคัญที่ได้รับภายหลังจากการนำแบบจำลองข้อมูลอาคาร เข้ามาใช้งานในองค์กร ของผู้ตอบแบบสำรวจ ดังที่แสดงในภาพที่ 4.18 และตารางที่ 4.3 พบว่า อุปสรรคและปัญหาหลัก 3 อันดับแรก คือ

<u>อันดับที่ 1</u> ขาดบุคคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและมีประสบการณ์ในการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร คิดเป็น 75.00 เปอร์เซ็นต์

<u>อันดับที่ 2</u> ผู้ที่ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่ยอมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและมีความรู้สึกต่อต้านกับลักษณะการทำงานหรือเทคโนโลยีในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการปรับตัวค่อนข้างมาก คิดเป็น 70.45 เปอร์เซ็นต์

<u>อันดับที่ 3</u> ขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร คิดเป็น 65.90 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 4.19 แผนภูมิแสดงปัญหาและอุปสรรคภายหลังจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ตารางที่ 4.3

ตารางแสดงการจัดลำดับ ปัญหาและอุปสรรคภายหลังจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	การจัดลำดับ ปัญหาและอุปสรรคจากการประยุกต์ใช้	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
1	ขาดบุคคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและมีประสบการณ์ในการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร	33	**75.00**
2	ผู้ที่ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่ยอมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและมีความรู้สึกต่อต้านกับลักษณะการทำงานหรือเทคโนโลยีในรูปแบบใหม่ๆ	31	**70.45**

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

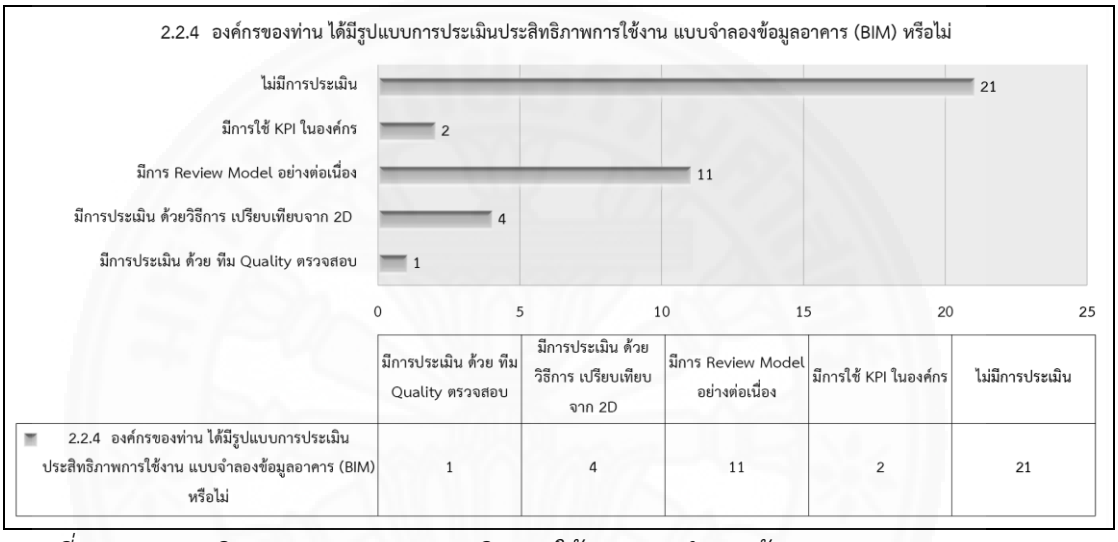
ตารางแสดงการจัดลำดับ ปัญหาและอุปสรรคภายหลังจากการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

ลำดับ	การจัดลำดับ ปัญหาและอุปสรรคจากการประยุกต์ใช้	จำนวนผู้ตอบ	เปอร์เซ็นต์ (%)
3	ขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร	29	**65.90**
4	ขาดการสนับสนุนทางด้านฐานข้อมูล (Families) ที่จัดทำขึ้นจากผู้ผลิต Software โดยตรง เพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการทำงานโครงการ	25	**56.81**
5	ปัญหาด้านการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้ที่ใช้งานร่วมกัน (Work Set) อีกทั้งกลุ่มผู้ใช้งาน (User Group) ในประเทศไทยยังมีน้อย	22	**50.00**
6	การประสานงานระหว่างผู้รับเหมาช่วงเกี่ยวกับการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร	21	**47.72**
7	การใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร มีความยากและค่อนข้างซับซ้อน	18	**40.09**
8	ขาดบุคลากรที่จะมาให้ความรู้และฝึกอบรมเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของแบบจำลองข้อมูลอาคาร อย่างจริงจัง	17	**38.63**
9	ค่าลิขสิทธิ์ของ Software และการเพิ่มประสิทธิภาพของ Hardware มีราคาค่อนข้างสูง	16	**36.36**
10	ผู้บริหารยังขาดความรู้ความเข้าใจในประสิทธิภาพและกระบวนการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร อย่างจริงจัง	13	**29.54**
11	ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น ฐานข้อมูลและบุคลากรยังมีอย่างจำกัด ทำให้ต้นทุนสูง	9	**20.45**

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

(2.4) รูปแบบการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

จากการศึกษารูปแบบการประเมินของแต่ละองค์กร ดังภาพที่ 4.19 พบว่าส่วนใหญ่กว่า 47.72 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีการประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร, 25.00 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้วิธีตรวจสอบตัวแบบจำลองอย่างต่อเนื่อง, 9.09 เปอร์เซ็นต์ ใช้การทำงานแบบคู่ขนาน โดยตรวจสอบจากแบบ 2 มิติ ตามลำดับ



ภาพที่ 4.20 แผนภูมิแสดงรูปแบบการประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

4.1.1.4 เป้าหมายและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร

เป็นส่วนที่ให้ระบุถึง จุดประสงค์ เป้าหมายหลักในประโยชน์จากการใช้ BIM เฉพาะในส่วนที่องค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจใช้งานอยู่จริง คือ การกำหนดรูปแบบการใช้ข้อมูลจาก BIM Model ซึ่งแบ่งออกเป็น 23 รูปแบบ (BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1, 2010) โดยให้คะแนน จากการให้ความสำคัญของแต่ละ BIM Uses ที่มีต่อองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจโดยแบ่งออกเป็น 10 ระดับ สำหรับการนำมาคิดค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับใช้ในเครื่องมือประเมิน โดยแบ่งการรายงานผลออกเป็น 5 สาขาอาชีพ ดังนี้

(1) ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม (Architectural Firm)

จากการตอบรับแบบสำรวจจากบริษัทที่ระบุเป็น ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม ที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร ทั้งหมดเป็นจำนวน 16 บริษัท ได้ให้ลำดับคะแนนของการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยในด้านของผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม 5 อันดับแรก ดังนี้

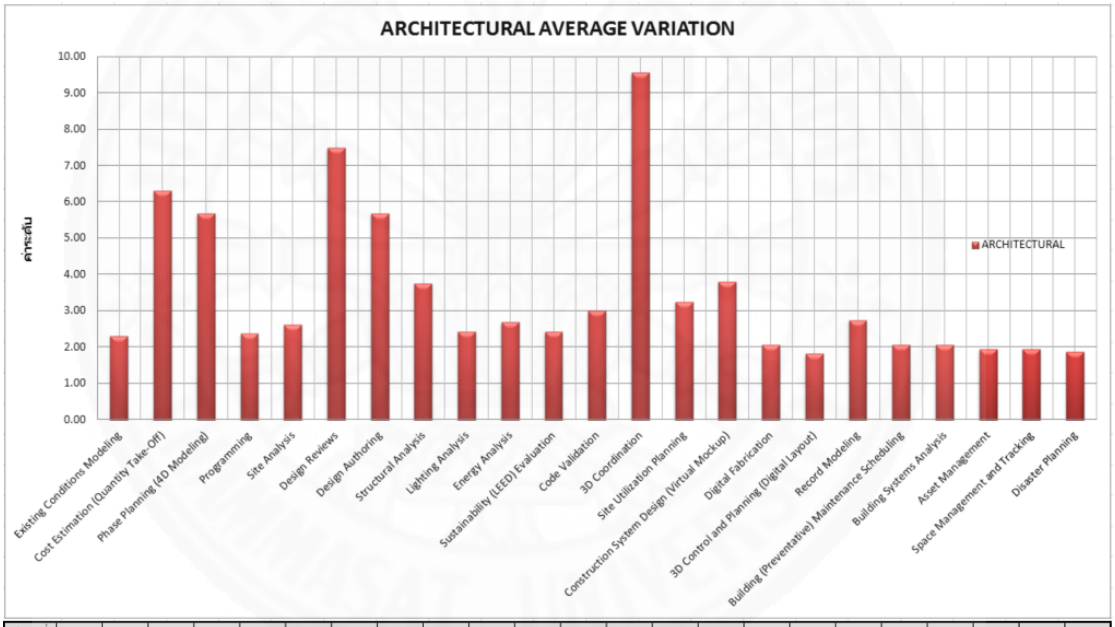
<u>อันดับที่ 1</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 9.56 3D Coordination

<u>อันดับที่ 2</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 7.50 Design Review

<u>อันดับที่ 3</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 6.31 Cost Estimation

<u>อันดับที่ 4</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.69 Design Authoring

<u>อันดับที่ 5</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.69 Phase Planning (4D Modeling)



ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
AR	ARCHITECTURAL																						
	PLAN					DESIGN							CONSTRUCTION					OPERATION					
SUM	37	101	91	38	42	120	91	60	39	43	39	48	153	52	61	33	29	44	33	33	31	31	30
AV.W.	2.31	6.31	5.69	2.38	2.63	7.50	5.69	3.75	2.44	2.69	2.44	3.00	9.56	3.25	3.81	2.06	1.81	2.75	2.06	2.06	1.94	1.94	1.88

ภาพที่ 4.21 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในกลุ่มผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม

(2) ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร (Structural Firm)

จากการตอบรับแบบสำรวจจากบริษัทที่ระบุเป็น ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร ที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร ทั้งหมดเป็นจำนวน 9 บริษัท ได้ให้ลำดับคะแนนของการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยในด้านของผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร 5 อันดับแรก ดังนี้

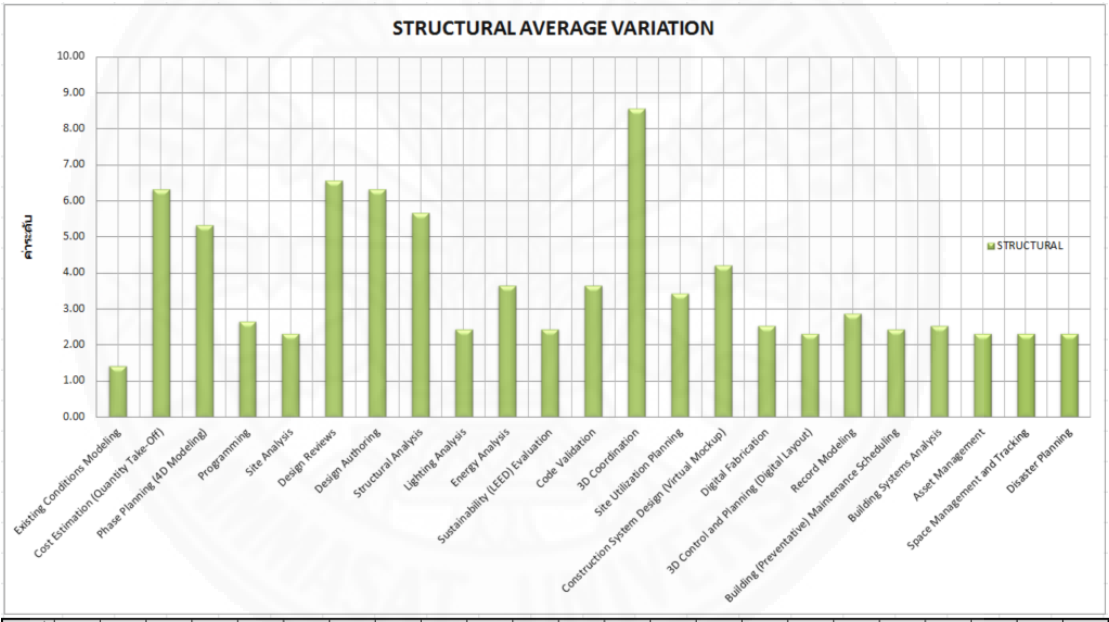
<u>อันดับที่ 1</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 8.56 3D Coordination

<u>อันดับที่ 2</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 6.56 Design Review

<u>อันดับที่ 3</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 6.33 Design Authoring

<u>อันดับที่ 4</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 6.33 Cost Estimation

<u>อันดับที่ 5</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.67 Structural Analysis



ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ST	STRUCTURAL																						
	PLAN					DESIGN							CONSTRUCTION					OPERATION					
SUM	13	57	48	24	21	59	57	51	22	33	22	33	77	31	38	23	21	26	22	23	21	21	21
AV.W.	1.44	6.33	5.33	2.67	2.33	6.56	6.33	5.67	2.44	3.67	2.44	3.67	8.56	3.44	4.22	2.56	2.33	2.89	2.44	2.56	2.33	2.33	2.33

ภาพที่ 4.22 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในกลุ่มผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร

(3) ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร (Mechanical & Electrical Firm)

จากการตอบรับแบบสำรวจจากบริษัทที่ระบุเป็น ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร ที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร ทั้งหมดเป็นจำนวน 7 บริษัท ได้ให้ลำดับคะแนนของการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยในด้านของผู้ออกแบบงานระบบอาคาร 5 อันดับแรก ดังนี้

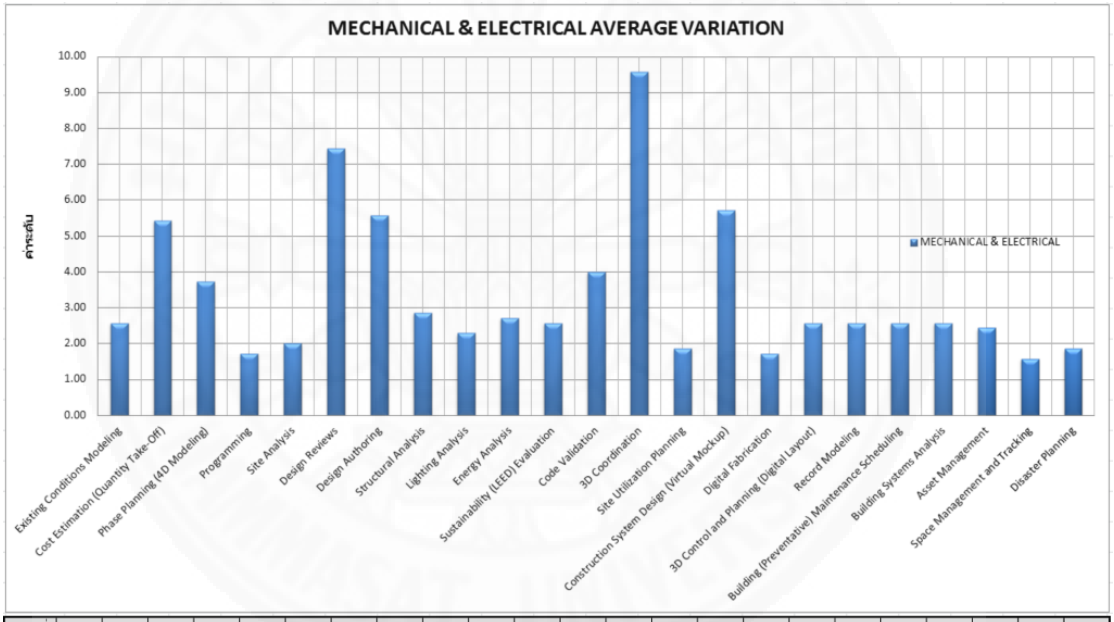
อันดับที่ 1 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 9.57 3D Coordination

อันดับที่ 2 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 7.43 Design Review

อันดับที่ 3 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.71 Construction System Design

อันดับที่ 4 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.57 Design Authoring

อันดับที่ 5 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.43 Cost Estimation



ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ME	MECHANICAL & ELECTRICAL																						
	PLAN					DESIGN							CONSTRUCTION					OPERATION					
SUM	18	38	26	12	14	52	39	20	16	19	18	28	67	13	40	12	18	18	18	18	17	11	13
AV.W.	2.57	5.43	3.71	1.71	2.00	7.43	5.57	2.86	2.29	2.71	2.57	4.00	9.57	1.86	5.71	1.71	2.57	2.57	2.57	2.57	2.43	1.57	1.86

ภาพที่ 4.23 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในกลุ่มผู้ออกแบบงานระบบอาคาร

(4) ผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง (Contractor & CM)

จากการตอบรับแบบสำรวจจากบริษัทที่ระบุเป็น ผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้างอาคาร ที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร ทั้งหมดเป็นจำนวน 11 บริษัท ได้ให้ลำดับคะแนนของการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยในด้านของผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้างอาคาร 5 อันดับแรก ดังนี้

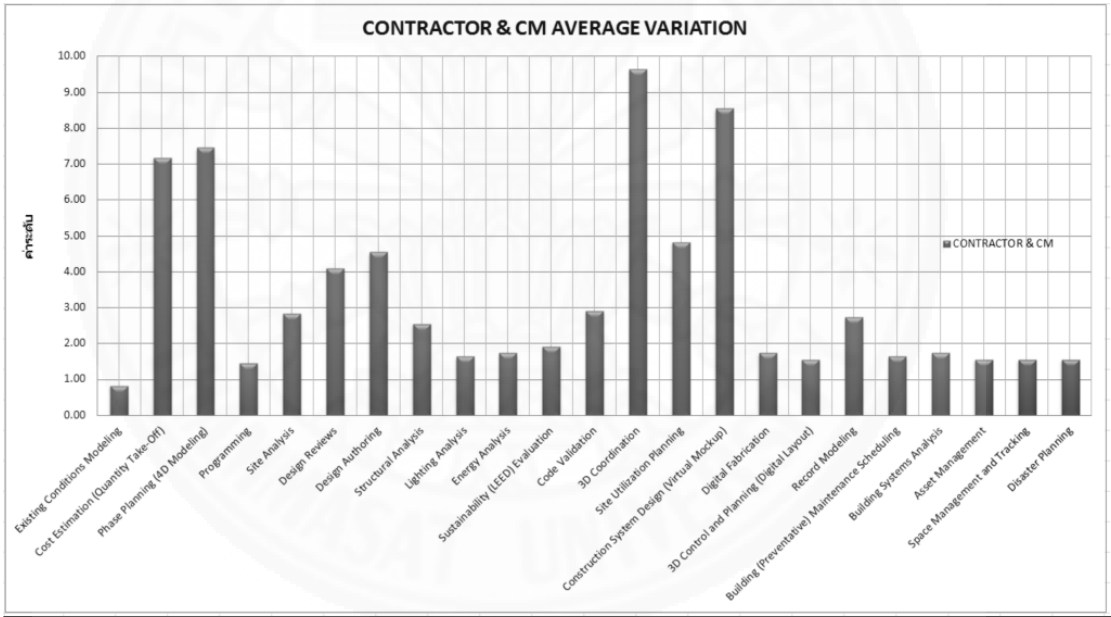
<u>อันดับที่ 1</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 9.64 3D Coordination

<u>อันดับที่ 2</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 8.55 Construction System design

<u>อันดับที่ 3</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 7.45 Phase Planning (4D Modeling)

<u>อันดับที่ 4</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 7.18 Cost Estimation

<u>อันดับที่ 5</u> ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 4.82 Site Utilization Planning



ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CM	CONTRACTOR & CM																						
	PLAN					DESIGN							CONSTRUCTION					OPERATION					
SUM	9	79	82	16	31	45	50	28	18	19	21	32	106	53	94	19	17	30	18	19	17	17	17
AV.W.	0.818	7.182	7.455	1.455	2.818	4.091	4.545	2.545	1.636	1.727	1.909	2.909	9.636	4.818	8.545	1.727	1.545	2.727	1.636	1.727	1.545	1.545	1.545

ภาพที่ 4.24 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในกลุ่มผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง

(5) ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (Realestate Development)

จากการตอบรับแบบสำรวจจากบริษัทที่ระบุเป็น ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร ทั้งหมดเป็นจำนวน 11 บริษัท ได้ให้ลำดับคะแนนของการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยในด้านของผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ 5 อันดับแรก ดังนี้

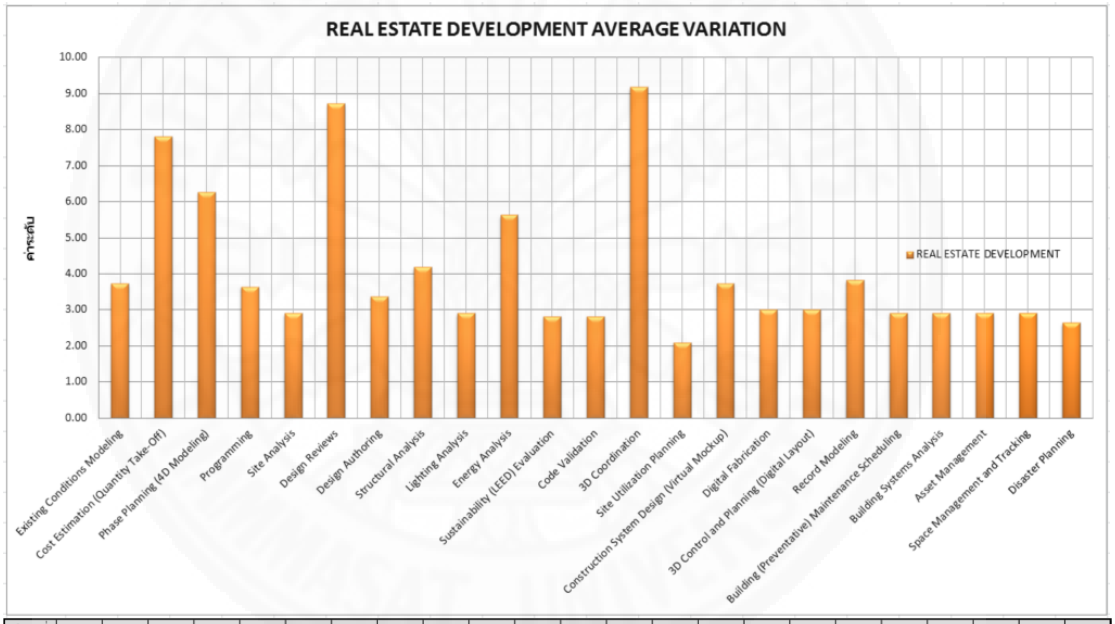
อันดับที่ 1 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 9.18 3D Coordination

อันดับที่ 2 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 8.73 Design Review

อันดับที่ 3 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 7.82 Cost Estimation

อันดับที่ 4 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 6.27 Phase Planning (4D Modeling)

อันดับที่ 5 ค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.64 Energy Analysis



ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
RD	REAL ESTATE DEVELOPMENT																						
	PLAN					DESIGN							CONSTRUCTION					OPERATION					
SUM	41	86	69	40	32	96	37	46	32	62	31	31	101	23	41	33	33	42	32	32	32	32	29
AV.W.	3.73	7.82	6.27	3.64	2.91	8.73	3.36	4.18	2.91	5.64	2.82	2.82	9.18	2.09	3.73	3.00	3.00	3.82	2.91	2.91	2.91	2.91	2.64

ภาพที่ 4.25 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในกลุ่มผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์

4.2 การวิเคราะห์ ผลการสำรวจและการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบ

4.2.1 วิเคราะห์ผลสำรวจสถานะการใช้งาน

การกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ของข้อมูลจาก BIM Model ซึ่งแบ่งออกเป็น 23 รูปแบบ (BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1, 2010) ได้มีการแบ่งช่วงของขั้นตอนการก่อสร้าง ดังตารางที่ 4.28 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผล ออกเป็น 4 ช่วงหลัก ดังนี้

(1) Planning Phase

การกำหนดโครงการ (Architectural Programming) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เพื่อใช้กำหนดการออกแบบ ได้แก่ ความต้องการใช้สอย (Function) ศักยภาพของที่ตั้งอาคาร หรือ บริบท (Context) งบประมาณเบื้องต้น (Budgets) จากนั้นจึงเริ่มการออกแบบเบื้องต้น (Schematic Design) เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ เพื่อเริ่มออกแบบ ได้แก่ การกำหนด คุณภาพของพื้นที่การใช้งานต่าง ๆ (Quality of space) นำเอาพื้นที่ต่าง ๆ มาจัดวางลงไปในที่ตั้ง เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสม (3D zonning) ร่วมกับแนวความคิด (concepts) ที่สะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ ของโครงการ เพื่อมาสร้างรูปทรงที่สอดคล้องกับ บริบท และ การใช้งาน (Schematic design)

(2) Design Phase

พัฒนาการออกแบบ (Design development) เป็นการพัฒนารูปทรงและตำแหน่งให้มีความละเอียด กำหนดขนาดพื้นที่การใช้งานและทางสัญจรที่เหมาะสม (Area requirement and Circulation) เพิ่มรายละเอียด ช่องเปิด ประตู สุขภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์ (Detailed Design) ระบุวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง รวมถึงวัสดุตกแต่ง (Materials) กำหนดระดับความสูง ตำแหน่งระยะ (Level & Dimension)

(3) Construction Phase

การสร้างแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) เป็นการเขียนแบบก่อสร้าง เพื่อใช้เป็นแบบอ้างอิงที่มีการกำหนดระยะขนาด และ ระบุวัสดุที่ใช้ (Dimension & Materials) นำเสนอในรูปแบบ ผังบริเวณ แปลน รูปด้าน และ รูปตัด (Plan Elevation & Section) ในกรณีที่แบบมีความซับซ้อน จำเป็นต้องเพิ่มแบบขยายรายละเอียด (Detailed design) โครงสร้าง หลังคา บันได ราวจับ รวมถึง ประตู หน้าต่าง ห้องน้ำ เป็นต้น

(4) Operation Phase

งานดูแลรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance) งานจัดการอาคาร (Building Management) การลงทุน สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในโครงการ ลักษณะงานของการบริหารจัดการสถานที่มีตั้งแต่ การวางแผนควบคุม ประเมินผล รวมทั้งการ

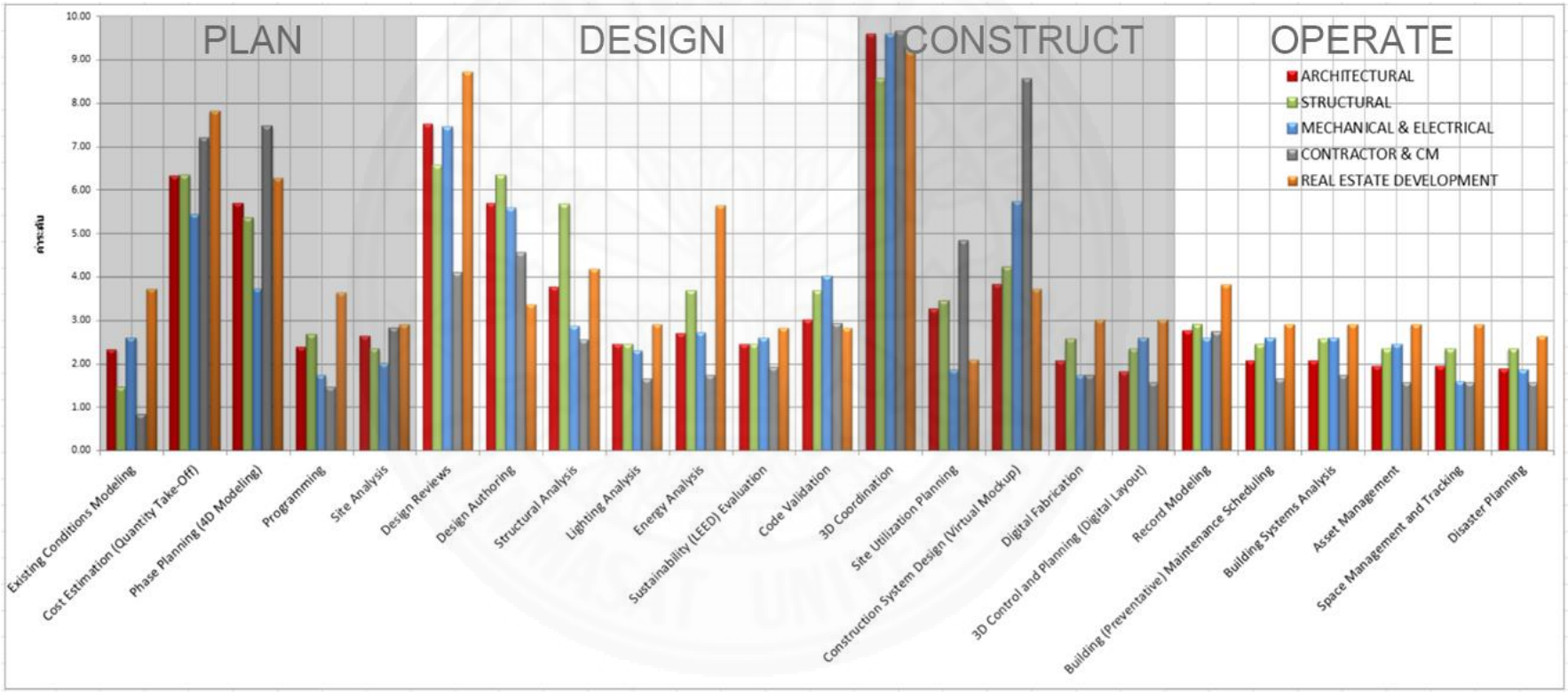
จัดระบบฐานข้อมูลและการตรวจสอบ เพื่อตอบสนองต่อการใช้สอยอาคารให้เกิดประโยชนสูงสุด เหมาะสมและสอดคล้องกับนโยบายขององค์กร

ตารางที่ 4.4

ตารางแสดงการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในช่วงของงานก่อสร้าง

BIM Use sort by Construction Process	Planning	Design	Construction	Operation
1 Existing Conditions Modeling	■	■	■	■
2 Cost Estimation (Quantity Take-Off)	■	■	■	■
3 Phase Planning (4D Modeling)	■	■	■	
4 Programming	■	■		
5 Site Analysis	■	■		
6 Design Reviews	■	■		
7 Design Authoring		■		
8 Structural Analysis		■		
9 Lighting Analysis		■		
10 Energy Analysis		■		
11 Sustainability (LEED) Evaluation		■		
12 Code Validation		■		
13 3D Coordination		■	■	
14 Site Utilization Planning			■	
15 Construction System Design (Virtual Mockup)			■	
16 Digital Fabrication			■	
17 3D Control and Planning (Digital Layout)			■	
18 Record Modeling			■	■
19 Building (Preventative) Maintenance Scheduling				■
20 Building Systems Analysis				■
21 Asset Management				■
22 Space Management and Tracking				■
23 Disaster Planning				■

หมายเหตุ. จาก BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1, 2010.



ภาพที่ 4.26 แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จาก BIM ในแต่ละสาขาตามช่วงของงานก่อสร้าง

ตารางที่ 4.5

ตารางแสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบการลำดับค่าน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM ในแต่ละสาขา

	ARCHITECTURAL		STRUCTURAL		MECHANICAL & ELECTRICAL		CONTRACTOR & CM		REAL ESTATE DEVELOPMENT	
	BIM USE	W.	BIM USE	W.	BIM USE	W.	BIM USE	W.	BIM USE	W.
1	3D Coordination	9.56	3D Coordination	8.56	3D Coordination	9.57	3D Coordination	9.64	3D Coordination	9.18
2	Design Review	7.50	Design Review	6.56	Design Review	7.43	Construction System Design	8.55	Design Review	8.73
3	Cost Estimation	6.31	Design Authoring	6.33	Construction System Design	5.71	Phase Planning (4D Modeling)	7.45	Cost Estimation	7.82
4	Design Authoring	5.69	Cost Estimation	6.33	Design Authoring	5.57	Cost Estimation	7.18	Phase Planning (4D Modeling)	6.27
5	Phase Planning (4D Modeling)	5.69	Structural Analysis	5.67	Cost Estimation	5.43	Site Utilization Planning	4.82	Energy Analysis	5.64
6	Construction System Design	3.81	Phase Planning (4D Modeling)	5.33	Code Validation	4.00	Design Authoring	4.55	Structural Analysis	4.18
7	Structural Analysis	3.75	Construction System Design	4.22	Phase Planning (4D Modeling)	3.71	Design Reviews	4.09	Record Modeling	3.82
8	Record Model	2.75	Code Validation	3.67	Structural Analysis	2.86	Site Analysis	2.82	Existing Conditions Modeling	3.73
9	Site Utilization Planning	3.25	Energy Analysis	3.67	Energy Analysis	2.71	Record Modeling	2.73	Construction System Design	3.73
10	Code Validation	3.00	Site Utilization Planning	3.44	Existing Conditions Modeling	2.57	Structural Analysis	2.55	Programming	3.64
11	Energy Analysis	2.69	Record Modeling	2.89	(LEED) Evaluation	2.57	Code Validation	2.91	Design Authoring	3.36
12	Site Analysis	2.63	Programming	2.67	3D Control and Planning	2.57	(LEED) Evaluation	1.91	Digital Fabrication	3.00
13	Lighting Analysis	2.44	Digital Fabrication	2.56	Record Modeling	2.57	Energy Analysis	1.73	3D Control and Planning	3.00
14	(LEED) Evaluation	2.44	Building Systems Analysis	2.56	Building Maintenance	2.57	Digital Fabrication	1.73	Site Analysis	2.91
15	Programming	2.38	Lighting Analysis	2.44	Building Systems Analysis	2.57	Building Systems Analysis	1.73	Lighting Analysis	2.91
16	Existing Conditions Modeling	2.31	(LEED) Evaluation	2.44	Asset Management	2.43	Lighting Analysis	1.64	Building Maintenance	2.91
17	Digital Fabrication	2.06	Building Maintenance	2.44	Lighting Analysis	2.29	Building Maintenance	1.64	Building Systems Analysis	2.91
18	Building Maintenance	2.06	Site Analysis	2.33	Site Analysis	2.00	3D Control and Planning	1.55	Asset Management	2.91
19	Building Systems Analysis	2.06	3D Control and Planning	2.33	Site Utilization Planning	1.86	Asset Management	1.55	Space Management & Tracking	2.91
20	Asset Management	1.94	Asset Management	2.33	Disaster Planning	1.86	Space Management & Tracking	1.55	(LEED) Evaluation	2.82
21	Space Management & Tracking	1.94	Space Management & Tracking	2.33	Programming	1.71	Disaster Planning	1.55	Code Validation	2.82
22	Disaster Planning	1.88	Disaster Planning	2.33	Digital Fabrication	1.71	Programming	1.45	Disaster Planning	2.64
23	3D Control and Planning	1.81	Existing Conditions Modeling	1.44	Space Management & Tracking	1.57	Existing Conditions Modeling	0.82	Site Utilization Planning	2.09

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

จากภาพที่ 4.26 และ ตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยการนำค่าระดับน้ำหนักของแต่ละองค์กรธุรกิจทั้ง 5 สาขา มาทำการซ้อนทับกันเพื่อให้เห็นถึงทิศทางการตอบคำถามและแนวโน้มของแต่ละองค์กรว่าเป็นไปในทิศทางที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งประเด็นออกเป็น 5 ข้อ ได้ดังนี้

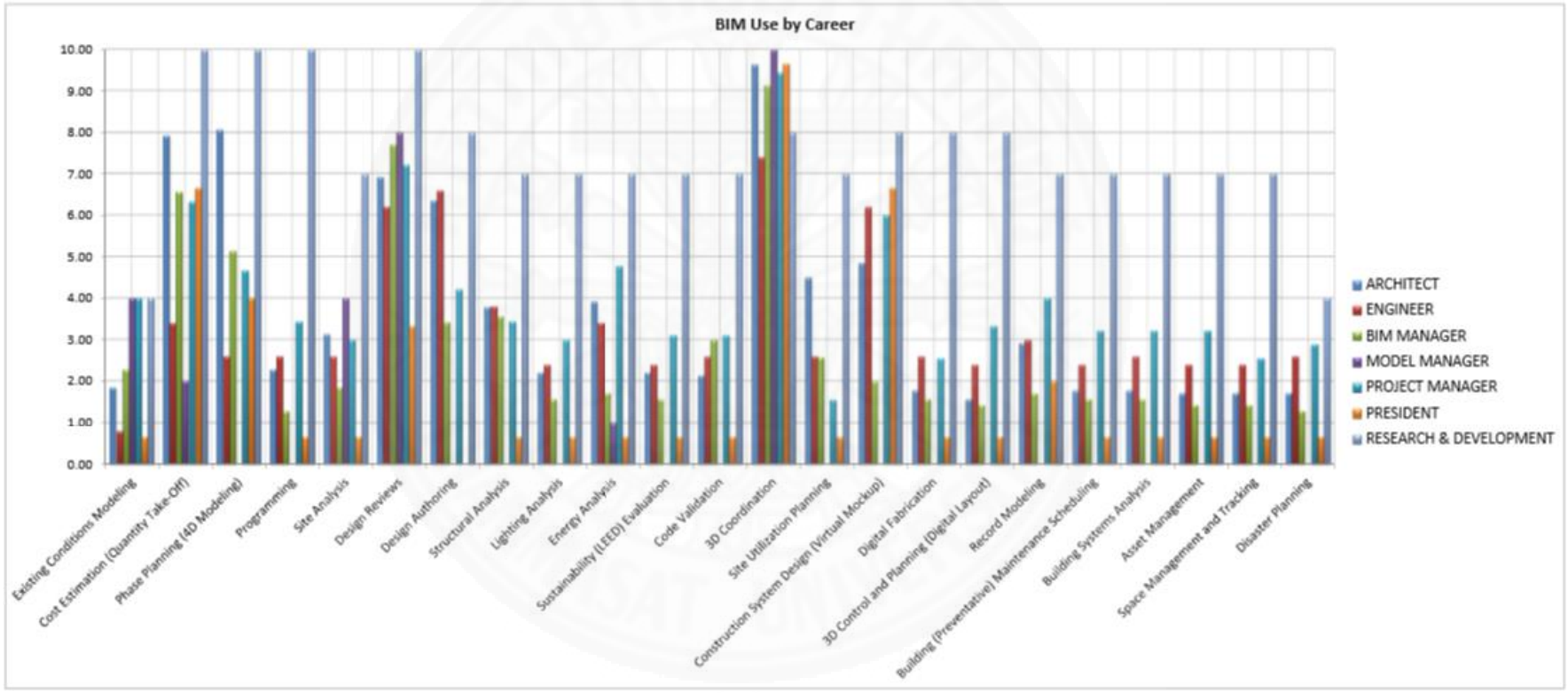
(1) กลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทยทุกสาขาธุรกิจ ยังคงมองประโยชน์ที่ได้รับในทิศทางเดียวกันอย่างชัดเจน ในด้านของการตรวจสอบความผิดพลาดจากแบบหรือการหาวิธีตรวจสอบจุดที่อาจสร้างปัญหาในอนาคตแล้วทำการแก้ไขก่อนการก่อสร้างจริง ซึ่งในทุกสาขาหัวข้อ 3D Coordination มีค่าระดับน้ำหนักสูงสุดเป็นอันดับ 1 ซึ่งสอดคล้องกับแบบสำรวจส่วนที่ 2 สถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

(2) จากการทดลองแบ่งช่วงของงานก่อสร้างลงไปบนกราฟผลที่ได้คือในตำแหน่งของการเปลี่ยน จาก Plan มา Design จาก Design ไป Construction ลักษณะของกราฟจะดีดตัวสูงขึ้นในทุกช่วงของการเปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่าสำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน BIM ในประเทศไทย ได้เริ่มมีการนำเข้าไปประยุกต์ใช้ในการเริ่มขั้นตอนหลักทั้ง 4 ในงานก่อสร้าง จากแผนภูมิจะเห็นได้ชัดเจนว่า Cost Estimation, Design Review, 3D Coordination จะมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่สูงกว่าหัวข้ออื่นๆอย่างชัดเจน

(3) แนวโน้มของการพัฒนาในอนาคตสามารถใช้แผนภูมิจากตารางที่ 4.28 ในการกำหนดทิศทางของการใช้งาน BIM ในประเทศไทยได้ ซึ่งมีความชัดเจนถึงการนำไปใช้ในช่วงของการแสดงข้อตกลงก่อนการทำงาน

(4) ในแง่ของการประยุกต์ใช้ BIM กับช่วง Operation หรือ Facility Management ยังคงที่ แต่มีการเริ่มต้นเล็กน้อยในหัวข้อ Record Model และเป็นกลุ่ม Real Estate Development ที่ให้ความสำคัญกับช่วง Operation มากที่สุด

(5) ค่าระดับน้ำหนักของแต่ละองค์กรธุรกิจจะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือโดยใช้ในการคิดค่าระดับความสำคัญของ BIM Use ในแต่ละสาขาอาชีพเพื่อความสอดคล้องกับการใช้งานจริงในประเทศไทยสูงสุด



ภาพที่ 4.27 แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยแบ่งตามตำแหน่งวิชาชีพในองค์กร

จากภาพที่ 4.27 แผนภูมิแสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จาก BIM โดยแบ่งตามสายวิชาชีพในองค์กรเพื่อเปรียบเทียบแนวความคิดของแต่ละสายอาชีพถึงการใช้ประโยชน์ว่ามีความแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าสามารถแบ่งกลุ่มของผู้ตอบคำถามออกเป็น 3 กลุ่มหลักได้ ดังนี้

(1) กลุ่มผู้พัฒนาโครงการ ประกอบไปด้วย ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม, ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร, ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร, ผู้จัดการโครงการ โดยลักษณะของการตอบคำถามจะไปในทิศทางเดียวกันตลอด ในทุกการใช้ประโยชน์จาก BIM แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจที่ใกล้เคียงกัน

(2) กลุ่มผู้เขียนแบบ ในกลุ่มนี้ค่าระดับของการใช้ประโยชน์ค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นถึงการดำเนินการขององค์กรในปัจจุบันยังคงใช้รูปแบบเดิมคือ ผู้เขียนแบบมีหน้าที่เขียนแบบเท่านั้น ซึ่งใน BIM Use ได้กำหนดให้หัวข้อ Design Authoring เป็นตัวผลักดันสำคัญในการใช้ BIM แต่ผลลัพธ์ของแบบสำรวจกลับได้ค่าน้ำหนักที่ 0 ในตำแหน่งผู้เขียนแบบ

(3) กลุ่มผู้ประกอบการ ลักษณะของการตอบคำถามจะ เจาะจงและชัดเจนในคำตอบซึ่งสามารถสังเกตุได้จากความชันของเส้นกราฟ ทำให้ทราบว่าในกลุ่มผู้ประกอบการจะมอง BIM Use เท่าที่ให้ประโยชน์กับองค์กรอย่างชัดเจนสูงสุดเท่านั้น

4.3 การพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

4.3.1 การพัฒนาปัจจัยชี้วัดการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

จากการศึกษาเครื่องมือและปัจจัยชี้วัด สำหรับการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ในแต่ละเครื่องมือมีการจัดระดับการประเมินและปัจจัยที่ใช้ชี้วัดที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยนำมาจัดหมวดหมู่เปรียบเทียบกันได้ดังตาราง 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6

ตารางแสดงการเปรียบเทียบการให้ค่าระดับในการเมินประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละเครื่องมือ

Tools	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7	Level 8	Level 9	Level 10
1. CMMI	Initial	Repeatable	Defined	Managed	Optimised					
2. I-CMM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. COBIT	Initial	Repeatable	Defined	Managed	Optimised					
4. P-CMM	Initial	Repeatable	Defined	Predictable	Optimising					
5. CSCMM	Ad-hoc	Defined	Managed	Controlled						
6. Indiana	1	2	3	4						
7. Knowledge Retention	Shared knowledge between employee	Shared knowledge is documented	Document knowledge is Stored	Stored knowledge is accessible						
8. LESAT	Some Awareness	Informal	Systemic Approach	Ongoing Refinement	Exceptional/ Innovative					
9. P3M3	Awareness	Repeatable	Defined	Managed	Optimised					
10. PM	Initial	Planned	Managed Project	Managed Corporate	Continuous Learning					
11. SPICE	Initial	Planned	Defined	Controlled	Improving					
12. Supply Chain	Ad-hoc	Defined	Linked	Integrated	Extend					

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2557.

ตารางที่ 4.7

ตารางแสดงการเปรียบเทียบหมวดหมู่ปัจจัยที่ใช้ในการเมินประสิทธิภาพการทำงานได้ 15 หมวดหมู่

	I-CMM	COBIT	P-CMM	Indiana	P3M3
1. ความสมบูรณ์ของข้อมูล	Data Richness	Information		Content Creation	
2. การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ	Life-cycle Views	Processes		IPD Methodology	
3. ขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงาน	Change Management	Culture, Ethics, Behavior	Shaping the workforce	Calculation Mentality	Management Control
4. บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้	Roles or Disciplines	Organizational Structures	Motivating & managing performance		
5. ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร	Business Process	Principles and Policies			Organizational Governance
6. การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล	Timelines/ Response				
7. วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบจำลอง	Delivery Method	Service Capabilities			
8. ความสมบูรณ์ของข้อมูลกราฟฟิกและแบบก่อสร้าง	Graphic Information	Information		Construction Data & As-Built Modeling	
9. ความสามารถในการระบุตำแหน่งและข้อมูลทางภูมิศาสตร์	Spatial Capability			Location Awareness	
10. ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง	Information Accuracy	Information		Physical Accuracy of Model	
11. ความสามารถในการทำงานร่วมกัน	Interoperability/ IFC Support		Building workgroups & culture		

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ตารางแสดงการเปรียบเทียบหมวดหมู่ปัจจัยที่ใช้ในการเมินประสิทธิภาพการทำงานได้ 15 หมวดหมู่

	I-CMM	COBIT	P-CMM	Indiana	P3M3
12. การพัฒนาทักษะ ความรู้ และความสามารถของบุคลากร		Skills and Competences	Developing individual capability		Organizational Improvement
13. ข้อมูลสามารถนำไปใช้งานได้ต่อเนื่อง ภายหลังการใช้งานอาคาร				FM Data Richness	
14. การบริหารจัดการทรัพยากร (Hardware & Software)					Resource Management
15. การบริหารความเสี่ยงในการทำงาน					Risk Management

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2557.

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 สามารถนำมาพัฒนาเป็นปัจจัยชี้วัดการทำงานได้ทั้งหมด 15 ด้าน (BIM Measurement Indicator) จากเครื่องมือต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมก่อสร้างโดยระบุค่าระดับประสิทธิภาพการทำงานเป็น 10 ระดับ (Performance Level) ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data Richness) หมายถึง การระบุถึงความสมบูรณ์ของข้อมูลพร้อมนำไปใช้ และแนวทางการบริหารจัดการข้อมูลพื้นฐานไปจนถึงข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการทำงาน และการจัดการองค์ความรู้ภายในองค์กร

ระดับที่ 1 ข้อมูลที่ใส่ในแบบจำลองเป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งเป็นข้อมูลดิบ

ระดับที่ 2 ข้อมูลที่ใส่ในแบบจำลองเป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งเป็นข้อมูลดิบและมีปริมาณมาก

ระดับที่ 3 ข้อมูลในแบบจำลองมีครบถ้วนและมีความพร้อมในการนำไปใช้

ระดับที่ 4 เริ่มมีการนำข้อมูลจากแบบจำลองไปใช้งาน

ระดับที่ 5 มีการใช้งานข้อมูลจากแบบจำลองเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงาน

ระดับที่ 6 บุคลากรบางส่วนใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง และไม่มีการตรวจสอบข้อมูลก่อนการใช้งาน

ระดับที่ 7 บุคลากรส่วนมากใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง ซึ่งมีการตรวจสอบก่อนการใช้งาน

ระดับที่ 8 มีการใช้งานข้อมูลจากแบบจำลองในทุกขั้นตอน โดยไม่จำเป็นต้องตรวจสอบ

ระดับที่ 9 เริ่มมีระบบการจัดการข้อมูลภายในองค์กรและมีความสัมพันธ์กับข้อมูลในแบบจำลอง

ระดับที่ 10 มีระบบการจัดการข้อมูลที่สมบูรณ์และการตรวจสอบข้อมูลจากแบบจำลองอย่างเป็นระบบ

ด้านที่ 2 การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Life-cycle Views) หมายถึง การระบุในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานที่มีการใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารไปใช้ในโครงการ

ระดับที่ 1 ไม่มีการนำนำแนวคิดแบบจำลองข้อมูลอาคารไปใช้

ระดับที่ 2 มีการนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในขั้นตอน การออกแบบ (Design) การวางแผน (Operate) หรือการก่อสร้าง (Construction) ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง

ระดับที่ 3 มีการนำไปใช้ใน 2 ขั้นตอน แต่ข้อมูลในขั้นตอนดังกล่าว ไม่มีการเชื่อมโยงกัน

ระดับที่ 4 มีการนำไปใช้ใน 3 ขั้นตอน แต่ข้อมูลในขั้นตอนดังกล่าว ไม่มีการเชื่อมโยงกัน

ระดับที่ 5 มีการนำไปใช้ในขั้นตอนอื่น เพิ่มเติมนอกเหนือจาก 3 ขั้นตอนดังกล่าว

ระดับที่ 6 มีการนำไปใช้ในหลายขั้นตอนของการดำเนินโครงการ และมีการเชื่อมโยงข้อมูลกันบ้าง จากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง

ระดับที่ 7 มีการนำไปใช้ในหลายขั้นตอนของการดำเนินโครงการ และมีการเชื่อมโยงข้อมูลกันกันอย่างราบรื่นสมบูรณ์ จากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง

ระดับที่ 8 มีการใช้งานทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการและมีการรับส่งข้อมูลอย่างราบรื่นระหว่างขั้นตอน

ระดับที่ 9 มีการเชื่อมโยงข้อมูลต้นทุนกับข้อมูลจากขั้นตอนอื่น และสามารถสร้างรายงานต้นทุนตามระยะเวลาโครงการ

ระดับที่ 10 ข้อมูลภายนอกสามารถนำมาเชื่อมโยงและวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลในทุกขั้นตอนการดำเนินโครงการ

ด้านที่ 3 ขั้นตอนและกระบวนการเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Change Management) หมายถึง การระบุถึงขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงานจากวิธีเดิมเป็นวิธีการทำงานที่มีการนำแบบจำลองข้อมูลอาคารไปใช้

ระดับที่ 1 ไม่มีการกำหนดขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงการทำงานอย่างเป็นรูปธรรม

ระดับที่ 2 เริ่มมีการศึกษาขั้นตอนและวิธีการทำงานที่ต้องเปลี่ยนแปลง

ระดับที่ 3 มีการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานที่ต้องเปลี่ยนแปลง และเริ่มมีการกำหนดแนวทางการเปลี่ยนแปลง

ระดับที่ 4 เริ่มมีการระบุขั้นตอนที่ต้องการการเปลี่ยนแปลง

ระดับที่ 5 มีการกำหนดขั้นตอนและวิธีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนเป็นรูปธรรม

ระดับที่ 6 เริ่มดำเนินนโยบายการเปลี่ยนแปลงและเตรียมความพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นรูปธรรม

ระดับที่ 7 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนและวิธีการทำงานบางขั้นตอน

ระดับที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน และมีการจัดอบรมเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนแปลง

ระดับที่ 9 มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานเฉพาะที่จำเป็นแต่การทำงานมีประสิทธิภาพ

ระดับที่ 10 มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานทุกขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านที่ 4 บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้ (Roles or Disciplines) หมายถึง บทบาทที่บุคลากรสามารถสนับสนุนและพัฒนาการประยุกต์ใช้ เพื่อให้ทุกคนสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างราบรื่น โดยไม่มีขั้นตอนการสร้างข้อมูลที่ซ้ำซ้อน

ระดับที่ 1 ไม่มีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคลากร

ระดับที่ 2 มีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคคลากรหนึ่งกลุ่ม ให้สามารถใส่ข้อมูลในแบบจำลอง

ระดับที่ 3 มีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของบุคลากรอย่างน้อยสองกลุ่มให้สามารถใส่ข้อมูลในแบบจำลอง

ระดับที่ 4 บุคลากรในขั้นตอนการออกแบบ สามารถใส่ข้อมูลในแบบจำลองบ้าง

ระดับที่ 5 บุคลากรในขั้นตอนการออกแบบ สามารถใส่ข้อมูลในแบบจำลองได้สมบูรณ์

ระดับที่ 6 บุคลากรในขั้นตอนการออกแบบ การวางแผน และการก่อสร้างสามารถใส่ข้อมูลในแบบจำลองได้บ้าง

ระดับที่ 7 บุคลากรในขั้นตอนการออกแบบ การวางแผน และการก่อสร้างสามารถใส่ข้อมูลในแบบจำลองได้โดยสมบูรณ์ และบุคลากรในขั้นตอนการเริ่มใช้งานอาคาร (Operation) สามารถใส่ข้อมูลลงในแบบจำลองได้บ้าง

ระดับที่ 8 บุคลากรในขั้นตอนการออกแบบ การวางแผน การก่อสร้าง และการเริ่มใช้งานอาคาร (Operation) สามารถใส่ข้อมูลลงในแบบจำลองได้สมบูรณ์

ระดับที่ 9 บุคลากรในทุกขั้นตอนการดำเนินโครงการสามารถใช้ข้อมูลจากแบบจำลองทำงานได้

ระดับที่ 10 บุคลากรในทุกขั้นตอนทั้งภายในและภายนอกองค์กรสามารถใช้ข้อมูลจากแบบจำลองในการทำงาน

ด้านที่ 5 ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร (Business Process) หมายถึง รูปแบบการทำงานเดิมก่อนการประยุกต์ใช้ มีการกำหนดให้สามารถสร้างและเก็บข้อมูลที่นำไปใช้ในแบบจำลองได้ โดยไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่ม

ระดับที่ 1 กระบวนการทำงานเดิมไม่มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล

ระดับที่ 2 กระบวนการทำงานเดิมส่วนน้อยที่มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล (ประมาณ 15%)

ระดับที่ 3 กระบวนการทำงานเดิมบางส่วนที่มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล (ประมาณ 40%)

ระดับที่ 4 กระบวนการทำงานเดิมส่วนมากที่มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล (ประมาณ 70%)

ระดับที่ 5 กระบวนการทำงานเดิมทั้งหมดเตรียมพร้อม มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล (ประมาณ 100%)

ระดับที่ 6 กระบวนการทำงานเดิมทั้งหมด มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล แต่มีข้อมูลส่วนน้อยที่นำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล (ประมาณ 15%)

ระดับที่ 7 กระบวนการทำงานเดิมทั้งหมด มีการกำหนดให้เก็บข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล แต่มีข้อมูลบางส่วนที่นำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล (ประมาณ 40%)

ระดับที่ 8 ข้อมูลจากกระบวนการทำงานเดิมทั้งหมดถูกนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล

ระดับที่ 9 ข้อมูลจากกระบวนการทำงานเดิมทั้งหมดถูกนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล และข้อมูลบางส่วนมีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน

ระดับที่ 10 ข้อมูลจากกระบวนการทำงานเดิมทั้งหมดถูกนำไปใช้ในแบบจำลองข้อมูล และข้อมูลทั้งหมดมีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน

ด้านที่ 6 การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล (Timeliness/ Response) หมายถึง ความรวดเร็วในการตอบสนองความต้องการข้อมูลและคุณภาพความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ

ระดับที่ 1 มีการจัดทำและเก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อมีความต้องการเท่านั้น และมีความล่าช้าไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทันที

ระดับที่ 2 เริ่มมีการศึกษาระบบที่ช่วยสนับสนุนการตอบสนองความต้องการข้อมูล

ระดับที่ 3 ข้อมูลส่วนมากอยู่ในแบบจำลอง แต่ข้อมูลที่ต้องการส่วนมากต้องเก็บรวบรวมและใส่เพิ่มเติมในแบบจำลอง

ระดับที่ 4 ข้อมูลส่วนมากอยู่ในแบบจำลองและข้อมูลส่วนมากที่ต้องการถูกเก็บอยู่ในแบบจำลอง

ระดับที่ 5 ข้อมูลเฉพาะส่วนที่สำคัญสำหรับการดำเนินโครงการถูกเก็บอยู่ในแบบจำลอง

ระดับที่ 6 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการดำเนินโครงการทั้งหมดถูกเก็บอยู่ในแบบจำลอง

ระดับที่ 7 ข้อมูลในแบบจำลองสามารถตอบสนองความต้องการเร่งด่วนและข้อมูลจากแบบจำลองเป็นฐานข้อมูลหลักที่ใช้ในการพิจารณาเป็นลำดับแรก

ระดับที่ 8 ข้อมูลที่ต้องการทั้งหมดสามารถใช้ข้อมูลจากแบบจำลองได้ทันที

ระดับที่ 9 ข้อมูลในแบบจำลองเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ระดับที่ 10 ข้อมูลในแบบจำลองเป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้ทันที โดยข้อมูลดังกล่าวมีการปรับปรุงตลอดเวลา

ด้านที่ 7 วิธีการเข้าถึงข้อมูล (Delivery Method) หมายถึง วิธีการใช้งานแบบจำลองโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดในคลังข้อมูลขององค์กรทำให้บุคลากรทุกคนสามารถดึงข้อมูลไปใช้ได้ทันที

ระดับที่ 1 แบบจำลองอยู่ในคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของแต่ละบุคคลเท่านั้น ไม่มีการแบ่งปันข้อมูล

ระดับที่ 2 แบบจำลองอยู่ในคอมพิวเตอร์ส่วนรวมที่มีการกำหนดสิทธิการใช้งาน

ระดับที่ 3 แบบจำลองอยู่บนระบบเครือข่ายภายใน และมีการกำหนดรหัสผ่านเบื้องต้นสำหรับการนำข้อมูลไปใช้และการบันทึก

ระดับที่ 4 แบบจำลองอยู่บนระบบเครือข่ายภายใน และมีการกำหนดสิทธิชัดเจนสำหรับการนำข้อมูลไปใช้และการบันทึก

ระดับที่ 5 แบบจำลองอยู่บนระบบ Web-base ที่สามารถใช้งานได้อย่างจำกัดเฉพาะหน่วยงานและไม่มีการควบคุมการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูล

ระดับที่ 6 แบบจำลองอยู่บนระบบ Web-base ที่สามารถใช้งานได้ทุกหน่วยงาน แต่มีการกำหนดสิทธิการใช้งานและแก้ไขข้อมูลบางส่วน

ระดับที่ 7 แบบจำลองอยู่บนระบบ Web-base ที่สามารถใช้งานได้ทุกหน่วยงาน แต่มีการกำหนดสิทธิการใช้งานและการแก้ไขข้อมูลทั้งหมดแบบไม่อัตโนมัติ

ระดับที่ 8 แบบจำลองอยู่บนระบบ Web-base ที่สามารถใช้งานได้ทุกหน่วยงาน แต่มีการ กำหนดสิทธิการใช้งานและการแก้ไขข้อมูลทั้งหมดแบบอัตโนมัติ

ระดับที่ 9 แบบจำลองอยู่บนระบบ Web-base ที่สามารถใช้งานได้ทุกหน่วยงาน แต่มีการกำหนดสิทธิการใช้งานและการแก้ไขข้อมูลทั้งหมดแบบอัตโนมัติ รวมทั้งมีการตรวจสอบมาตรฐานแบบไม่อัตโนมัติ

ระดับที่ 10 แบบจำลองอยู่บนระบบ Web-base ที่สามารถใช้งานได้ทุกหน่วยงาน แต่มีการกำหนดสิทธิการใช้งานและการแก้ไขข้อมูลทั้งหมดแบบอัตโนมัติ รวมทั้งมีการตรวจสอบมาตรฐานแบบอัตโนมัติ

ด้านที่ 8 ความสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงกราฟฟิกและแบบก่อสร้าง (Graphical Information) หมายถึง ข้อมูลกราฟิกที่ใช้สื่อสารในแบบจำลองข้อมูล

ระดับที่ 1 ไม่มีข้อมูลกราฟิกที่ทำเป็นแบบจำลองข้อมูล มีเฉพาะข้อมูลตัวอักษร

ระดับที่ 2 ข้อมูลแบบก่อสร้างและกราฟิกมีลักษณะ 2 มิติ แต่ไม่มีการใช้มาตรฐานในการเขียนแบบ และไม่มีการใช้ระบบวัตถุ (Family)

ระดับที่ 3 ข้อมูลแบบก่อสร้างและกราฟิกมีลักษณะ 2 มิติ มีการใช้มาตรฐานในการเขียนแบบ แต่ไม่มีการสร้างด้วยระบบวัตถุ (Family)

ระดับที่ 4 ข้อมูลแบบก่อสร้าง 2 มิติ สร้างด้วยระบบวัตถุ (Family) และข้อมูลคุณสมบัติสอดคล้องกับขั้นตอนการออกแบบ (LOD100)

ระดับที่ 5 ข้อมูลแบบก่อสร้าง 2 มิติ สร้างด้วยระบบวัตถุ (Family) และข้อมูลคุณสมบัติสอดคล้องกับขั้นตอนการก่อสร้าง (LOD200-LOD300) แต่ไม่มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน

ระดับที่ 6 ข้อมูลแบบก่อสร้าง 2 มิติ สร้างด้วยระบบวัตถุ (Family) และข้อมูลคุณสมบัติสอดคล้องกับขั้นตอนการก่อสร้าง (LOD200-LOD300) รวมทั้งมีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน

ระดับที่ 7 ข้อมูลแบบก่อสร้างมีลักษณะทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ สร้างด้วยระบบวัตถุ (Family) รวมทั้งมีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน

ระดับที่ 8 มีการสร้างข้อมูลแบบจำลอง ร่วมกับข้อมูลด้านการถอดปริมาณ

ระดับที่ 9 มีการสร้างข้อมูลแบบจำลองในลักษณะ 4 มิติ ร่วมกับข้อมูลด้านการวางแผนและเวลา

ระดับที่ 10 มีการสร้างข้อมูลแบบจำลองในลักษณะ 5 มิติ ร่วมกับข้อมูลด้านการวางแผนและเวลา รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวกับการเงิน

ด้านที่ 9 ความสามารถในการระบุตำแหน่งข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Spatial Capability) หมายถึง การใช้การระบุตำแหน่งร่วมกับแบบจำลอง ทำให้สามารถวิเคราะห์ที่ตั้งในด้านพลังงาน และความถูกต้องในการรวมงานระหว่าง งานสถาปัตย์ งานโครงสร้าง และงานระบบ

ระดับที่ 1 ไม่มีการใช้ระบบ GPS และ GIS ร่วมกับแบบจำลองข้อมูล

ระดับที่ 2 เริ่มมีการใช้ระบบ GPS และ GIS ร่วมกับแบบจำลองข้อมูล

ระดับที่ 3 มีการใช้ระบบ GPS เต็มรูปแบบ แต่ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองข้อมูลกับ GPS

ระดับที่ 4 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูลกับ GPS แต่ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองข้อมูลกับ GIS

ระดับที่ 5 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูล GPS และมีการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองข้อมูลกับ GIS บางส่วน

ระดับที่ 6 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูล GPS และ GIS แต่ไม่มีการบูรณาการระหว่างแบบจำลองกับฐานข้อมูล GIS

ระดับที่ 7 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูล GPS และ GIS รวมทั้งมีการแบ่งปันข้อมูลไปสู่ฐานข้อมูล GIS

ระดับที่ 8 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูล GPS และ GIS รวมทั้งมีการบูรณาการระหว่างแบบจำลองกับฐานข้อมูล GIS ส่วนน้อย

ระดับที่ 9 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูล GPS และ GIS รวมทั้งมีการบูรณาการระหว่างแบบจำลองกับฐานข้อมูล GIS บางส่วน

ระดับที่ 10 มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองข้อมูล GPS และ GIS รวมทั้งมีการบูรณา การระหว่างแบบจำลองกับฐานข้อมูล GIS ส่วนมาก

ด้านที่ 10 ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง (Information Accuracy) หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำสูงสุด

ระดับที่ 1 ไม่มีการตรวจสอบข้อมูลในแบบจำลอง

ระดับที่ 2 มีการตรวจสอบข้อมูลภายในแบบจำลองบางส่วน

ระดับที่ 3 มีการตรวจสอบข้อมูลเฉพาะภายในแบบจำลองทั้งหมด

ระดับที่ 4 มีการตรวจสอบข้อมูลภายในแบบจำลองและภายนอกแบบจำลองบางส่วน

ระดับที่ 5 มีการตรวจสอบข้อมูลภายในแบบจำลองทั้งหมดและภายนอกแบบจำลองบางส่วน

ระดับที่ 6 มีการตรวจสอบข้อมูลทั้งภายในและภายนอกแบบจำลองทั้งหมด (Parallel)

ระดับที่ 7 มีการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลภายในและภายนอกแบบจำลอง รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงทันทีเมื่อมีการแก้ไขแบบจำลอง

ระดับที่ 8 มีการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลภายในและภายนอกแบบจำลองทั้งหมด โดยมีการใช้มาตรฐานการคำนวณบางส่วน

ระดับที่ 9 มีการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลภายในและภายนอกแบบจำลองทั้งหมด โดยมีการใช้มาตรฐานการคำนวณทั้งหมด

ระดับที่ 10 มีการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลภายในและภายนอกแบบจำลองทั้งหมด โดยมีการใช้มาตรฐานการคำนวณทั้งหมด ร่วมกับขั้นตอนการทำงานอื่นๆ

ด้านที่ 11 ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability IFC Support) หมายถึง ความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันที

ระดับที่ 1 ไม่มีการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์

ระดับที่ 2 มีการทำงานระหว่างซอฟต์แวร์เล็กน้อยโดยเฉพาะการทำงานแบบ cut and paste ในคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน

ระดับที่ 3 มีการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ เพื่อเชื่อมโยงการใช้งานข้อมูลไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง

ระดับที่ 4 มีการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์ เพื่อเชื่อมโยงการใช้งานข้อมูลไปยังอีกหลายขั้นตอน

ระดับที่ 5 มีการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์บ่อยครั้ง แต่ไม่สมบูรณ์ทั้งระบบ

ระดับที่ 6 มีการทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์และระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สมบูรณ์ทั้งระบบ

ระดับที่ 7 มีการใช้มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลจาก IFC ในวงจำกัดเฉพาะกลุ่มผู้ใช้งาน

ระดับที่ 8 มีการใช้มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล IFC หลายส่วนแต่น้อยกว่าวิธีอื่น

ระดับที่ 9 มีการใช้มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล IFC มาก (ประมาณ 80-90%)

ระดับที่ 10 มีการใช้มาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล IFC ทั้งหมด

ด้านที่ 12 การพัฒนาทักษะ ความรู้ และความสามารถของบุคลากร (Skills and Competences) หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์ วิธีการและข้อมูลต่าง ๆ ในการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร และมุมมองส่วนบุคคลเพื่อส่งเสริมสนับสนุน และผลักดันให้บุคลากรมีความพร้อมในการทำงาน

ระดับที่ 1 ไม่มีการพัฒนาทักษะความรู้ของบุคลากร

ระดับที่ 2 เริ่มมีการให้ความรู้ถึงขั้นตอนและความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคาร

ระดับที่ 3 เริ่มมีการประเมินความสามารถของบุคลากร ประเมินจุดอ่อน/จุดแข็งของบุคลากร

ระดับที่ 4 เริ่มมีการประเมินความสามารถของบุคลากร ประเมินจุดอ่อน/จุดแข็งของบุคลากร วางแผนกลยุทธการพัฒนาความสามารถ

ระดับที่ 5 มีการจัดอบรมกระบวนการใช้งาน BIM Software

ระดับที่ 6 มีการจัดอบรมกระบวนการใช้งาน BIM Software ร่วมกับ Pilot Project

ระดับที่ 7 เริ่มมีการร่างหลักสูตรเพื่อการพัฒนาบุคลากรในองค์กร

ระดับที่ 8 สามารถใช้หลักสูตรเพื่อพัฒนาบุคลากรได้บ้าง

ระดับที่ 9 สามารถใช้หลักสูตรเพื่อพัฒนาบุคลากรได้อย่างต่อเนื่อง

ระดับที่ 10 สามารถใช้หลักสูตรเพื่อพัฒนาบุคลากรได้อย่างต่อเนื่อง และมีการติดตามขอบเขตความรับผิดชอบงานในแต่ละบุคคลอย่างเป็นระบบ

ด้านที่ 13 ข้อมูลสามารถนำไปใช้งานได้ต่อเนื่อง ภายหลังการใช้งานอาคาร (FM Data Richness) หมายถึง ข้อมูลที่ใส่ลงในแบบจำลองสามารถนำมาใช้งานได้ในขั้นตอนของการเริ่มใช้งานอาคารเพื่อใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการข้อมูลอาคารหลังการใช้งานจริง

ระดับที่ 1 ข้อมูลในแบบจำลองไม่สามารถนำไปใช้งานต่อภายหลังการใช้งานอาคารได้

ระดับที่ 2 ข้อมูลในแบบจำลองสามารถนำไปใช้งานต่อได้เฉพาะส่วน (งานสถาปัตยกรรม ,งานโครงสร้าง ,งานระบบ)

ระดับที่ 3 ข้อมูลในแบบจำลองสามารถนำไปใช้งานต่อได้ในหลายส่วน ส่วน (งานสถาปัตยกรรม ,งานโครงสร้าง ,งานระบบ)

ระดับที่ 4 ข้อมูลในแบบจำลองสามารถนำไปใช้งานต่อได้ทั้ง 3 ส่วน (งานสถาปัตยกรรม ,งานโครงสร้าง ,งานระบบ)

ระดับที่ 5 มีการใช้งานแบบจำลองร่วมกับระบบ Building Maintenance

ระดับที่ 6 เริ่มต้นมีการใช้งานแบบจำลองร่วมกับระบบ Tracking System เพื่อระบุตำแหน่งวัสดุภัณฑ์ในบางพื้นที่

ระดับที่ 7 มีการใช้งานแบบจำลองร่วมกับระบบ Tracking System เพื่อระบุตำแหน่งวัสดุภัณฑ์ทั้งอาคาร

ระดับที่ 8 แบบจำลองสามารถจำลอง Life-Cycle ของอาคารได้ โดยไม่มีการทำให้เป็นปัจจุบัน

ระดับที่ 9 แบบจำลองสามารถจำลอง Life-Cycle ของอาคารได้ โดยมีการทำให้เป็นปัจจุบัน แต่ไม่อัตโนมัติ

ระดับที่ 10 แบบจำลองสามารถจำลอง Life-Cycle ของอาคารได้แบบ Real-time

ด้านที่ 14 การบริหารจัดการทรัพยากร (Hardware & Software) หมายถึง การจัดการทรัพยากรในส่วน Hardware และ BIM Software ให้มีความสมดุลและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการทำงานขององค์กร

ระดับที่ 1 ไม่มีการบริหารจัดการทรัพยากร

ระดับที่ 2 ใช้ BIM Software เฉพาะในช่วงใดช่วงหนึ่งของโครงการ โดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับปานกลาง (50%-70%)

ระดับที่ 3 ใช้ BIM Software เฉพาะในช่วงใดช่วงหนึ่งของโครงการ โดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับสูง (70%-100%)

ระดับที่ 4 ใช้ BIM Software ในช่วงของการออกแบบจนถึงแบบก่อสร้างโดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับปานกลาง (50%-70%)

ระดับที่ 5 ใช้ BIM Software ในช่วงของการออกแบบจนถึงแบบก่อสร้างโดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับสูง (70%-100%)

ระดับที่ 6 ใช้ BIM Software ในช่วงของการออกแบบจนถึงการบริหารงานก่อสร้างโดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับปานกลาง (50%-70%)

ระดับที่ 7 ใช้ BIM Software ในช่วงของการออกแบบจนถึงการบริหารงานก่อสร้างโดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับสูง (70%-100%)

ระดับที่ 8 ใช้ BIM Software ในช่วงของการออกแบบจนถึงการบริหารอาคารโดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับปานกลาง (50%-70%)

ระดับที่ 9 ใช้ BIM Software ในช่วงของการออกแบบจนถึงการบริหารอาคารโดย Hardware ที่ใช้งานมีศักยภาพอยู่ที่ระดับสูง (70%-100%)

ระดับที่ 10 สามารถใช้งาน Hardware และ Software ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดช่วงเวลาการพัฒนาโครงการ

ด้านที่ 15 การบริหารความเสี่ยงในการทำงาน (Risk Management) หมายถึง การเตรียมความพร้อมสำหรับเหตุการณ์หรือการกระทำใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นแล้วส่งผลผลเชิงลบ ทำให้องคกรสูญเสียคุณคา หรือขัดขวางการบรรลุวัตถุประสงค โดยเกิดจากทั้งสาเหตปัจจัยภายในองค์กร (ทราบและควบคุมได) เชน วัฒนธรรม โครงสรางองคกร บุคลากร อุปกรณ/เครื่องมือเครื่องใช และวิธีการดำเนินงาน เป็นต้น และสาเหตุปัจจัยภายนอกองคกร เช่น สภาพเศรษฐกิจสังคม การเมือง เทคโนโลยี และสิ่งแวดลอม เป็นต้น

ระดับที่ 1 ไม่มีการบริหารความเสี่ยงในการใช้งานแบบจำลอง

ระดับที่ 2 มีการจัดตั้งผูบริหารงานดานความเสี่ยงและทีมบริหารความเสี่ยงขององคกร

ระดับที่ 3 เริ่มมีการการกำหนดขอบเขต กรอบแนวทางการบริหารความเสี่ยง และวัฒนธรรมองคกร ด้วยการกำหนดนโยบาย วัตถุประสงค และกลยุทธในการบริหารความเสี่ยง รวมทงระดับความเสี่ยงที่องคกรยอมรับได้

ระดับที่ 4 นำเอากรอบแนวทางการบริหารความเสี่ยงมาใช้ในกรอบนโยบายในการพัฒนาโครงการ

ระดับที่ 5 เริ่มต้นมีการจัดการความเสี่ยง ลดความเสี่ยงใหอยู่ในระดับที่องคกรยอมรับได้

ระดับที่ 6 มีการจัดการความเสี่ยง เป็นการดำเนินการเพื่อจำกัด โอนย้าย หรือลดความเสี่ยงใหอยู่ในระดับที่องคกรยอมรับได้ (ครอบคลุม 20 %)

ระดับที่ 7 มีการจัดการความเสี่ยง เป็นการดำเนินการเพื่อจำกัด โอนย้าย หรือลดความเสี่ยงใหอยู่ในระดับที่องคกรยอมรับได้ (ครอบคลุม 40 %)

ระดับที่ 8 มีการจัดการความเสี่ยง เป็นการดำเนินการเพื่อจำกัด โอนย้าย หรือลดความเสี่ยงใหอยู่ในระดับที่องคกรยอมรับได้ (ครอบคลุม 60%)

ระดับที่ 9 มีการจัดการความเสี่ยง เป็นการดำเนินการเพื่อจำกัด โอนย้าย หรือลดความเสี่ยงใหอยู่ในระดับที่องคกรยอมรับได้ (ครอบคลุม 80%)

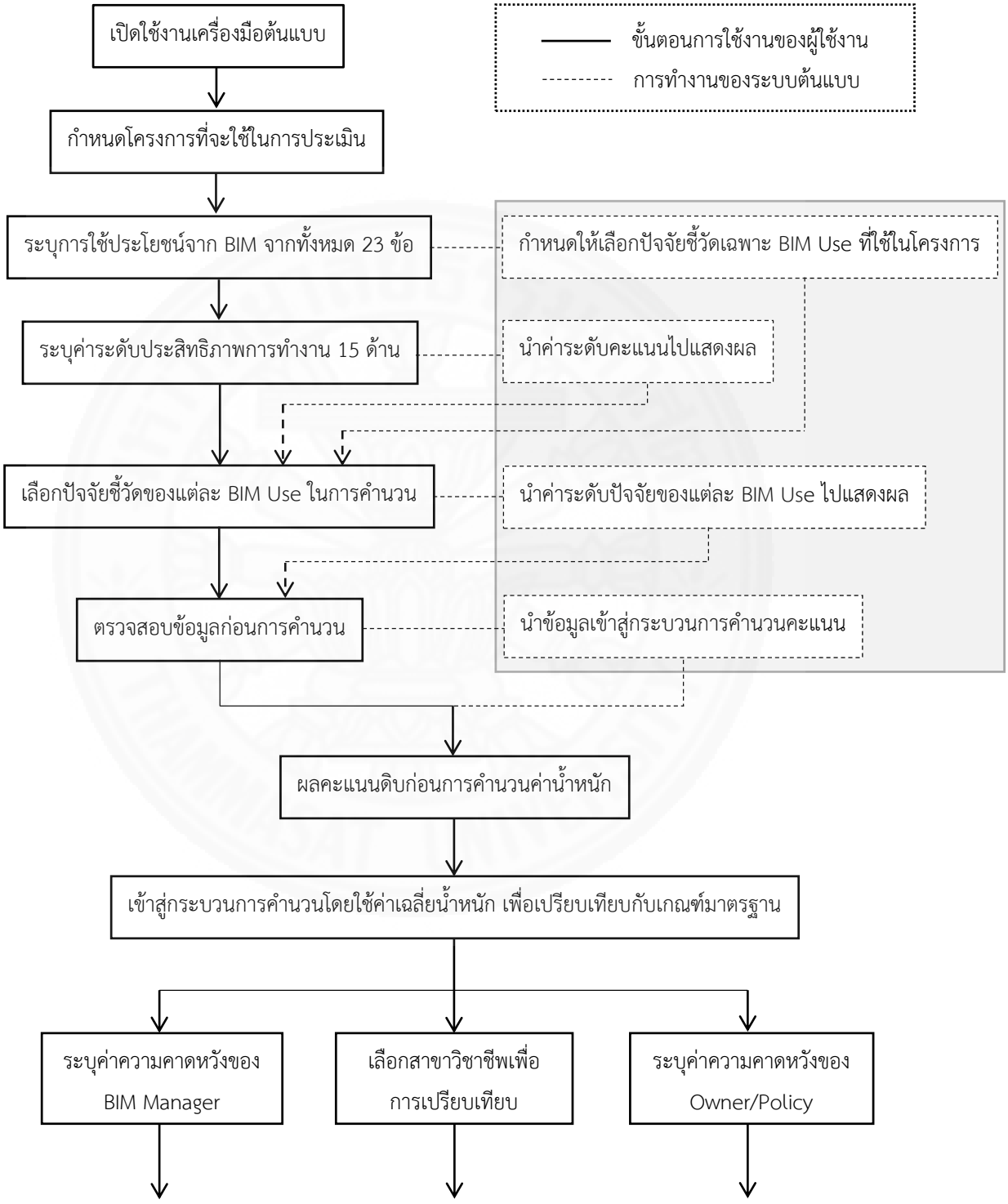
ระดับที่ 10 มีการวางแผนงานจัดการความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ เพื่อจำกัด โอนย้าย หรือลดความเสี่ยงใหอยู่ในระดับที่องคกรยอมรับได้ (ครอบคลุม 100%)

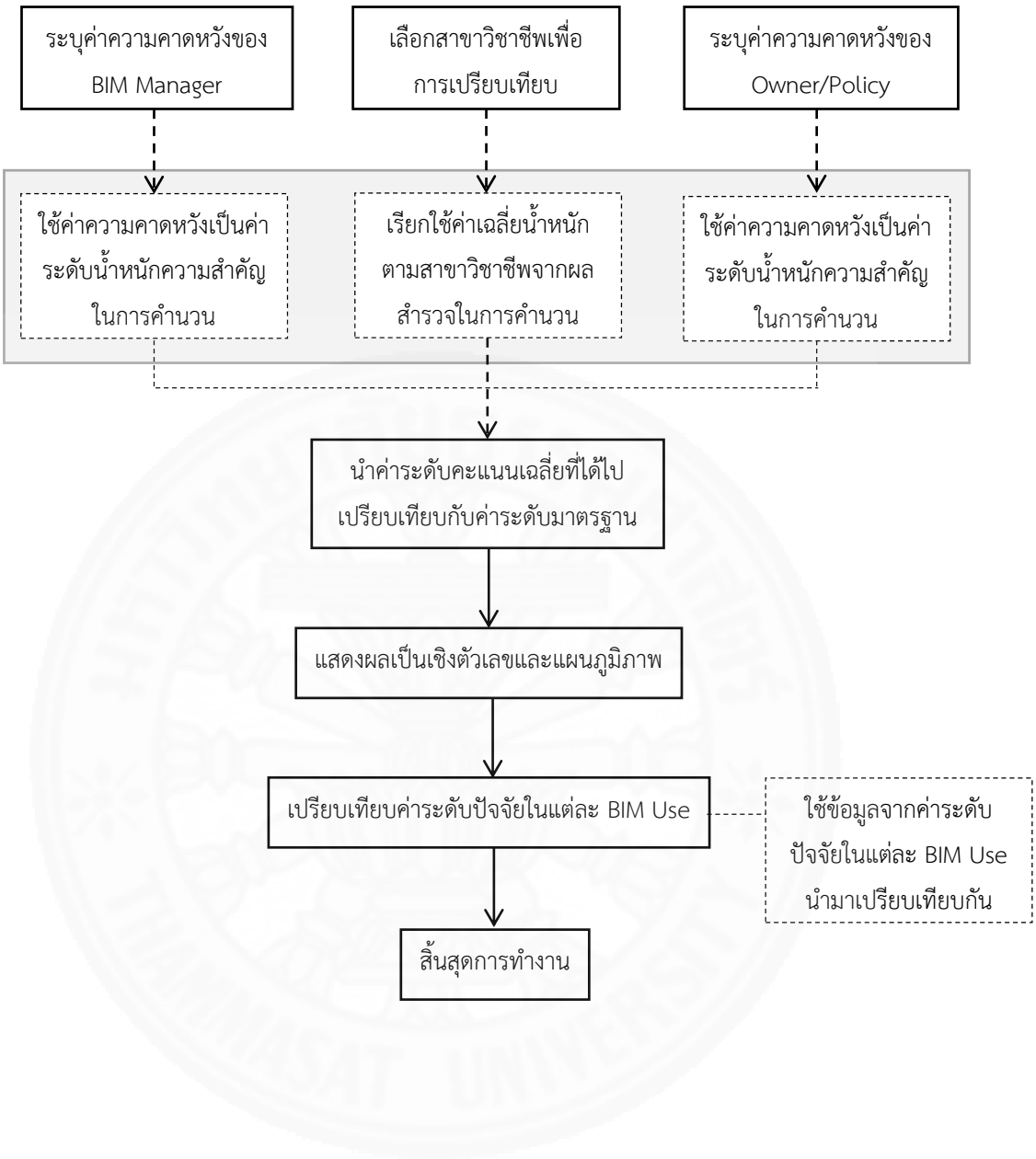
4.3.2 การพัฒนากระบวนการประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

ซอฟแวร์ที่เลือกใช้คือ Microsoft Excel เนื่องจาก ซอฟแวร์สามารถยืดหยุ่นวิธีการทำงานเพื่อช่วยสนับสนุนในการทดลอง ให้เข้ากับวิธีการประเมินผลหรือต้องการดัดแปลงการทำงานให้เหมาะสมกับวิธีการคำนวนได้ โดยลักษณะของเนื้องาน มีข้อมูลส่วนใหญ่เป็นตัวเลขหรือตัวอักษร ใช้สำหรับเก็บข้อมูล คำนวณ ค้นหา วิเคราะห์ สร้างภาพ หรือจัดพิมพ์ มีความถี่ในการใช้งานข้อมูลมากน้อยเพียงใด มีความจำเป็นในการแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลหรือต้องการให้เก็บข้อมูลเป็นความลับระดับใดสามารถกำหนดได้ รวมถึงระดับความรู้ความสามารถของผู้วิจัยสามารถใช้งานได้ทันที

ขอบเขตของการใส่ข้อมูลในเครื่องมือ ผู้ใช้งานจะต้องทำการกำหนดโครงการที่จะทำการประเมินโดยเนื้อหาของการประเมินทั้งหมดจะใช้เฉพาะในโครงการที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งหากมีการใช้ในการเปรียบเทียบการทำงาน ควรจะมีการกำหนดขนาดของโครงการด้วยปัจจัยเดียวกันเพื่อการประเมินการทำงานแต่ละโครงการอย่างเหมาะสม โดยการเปรียบเทียบผลชี้วัดแบ่งค่าน้ำหนักออกเป็น 3 รูปแบบ โดยนอกจากการเลือกใช้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยตามสาขาวิชาชีพแล้ว ยังสามารถระบุค่าความคาดหวังได้จาก 2 ตำแหน่ง คือ 1.ความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Manager) ในแง่ของกระบวนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ 2.ความคาดหวังของเจ้าของ (Owner) ในการควบคุมภาพรวมของโครงการ ซึ่งระบบต้นแบบจะนำค่าน้ำหนักทั้ง 3 ส่วนไปทำการคำนวนผลชี้วัดแบบแยกกันเพื่อทราบผลในกรณีความคาดหวังมีค่าต่างกัน

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือต้นแบบ




ระบุค่าความคาดหวังของ BIM Manager
เลือกสาขาวิชาชีพเพื่อการเปรียบเทียบ
ระบุค่าความคาดหวังของ Owner/Policy
ใช้ค่าความคาดหวังเป็นค่าระดับน้ำหนักความสำคัญในการคำนวน
เรียกใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพจากผลสำรวจในการคำนวน
ใช้ค่าความคาดหวังเป็นค่าระดับน้ำหนักความสำคัญในการคำนวน
นำค่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับมาตรฐาน
แสดงผลเป็นเชิงตัวเลขและแผนภูมิภาพ
เปรียบเทียบค่าระดับปัจจัยในแต่ละ BIM Use
ใช้ข้อมูลจากค่าระดับปัจจัยในแต่ละ BIM Use นำมาเปรียบเทียบกัน
สิ้นสุดการทำงาน

4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนและกระบวนการทำงานของระบบ

(1) เครื่องมือต้นแบบนี้ ได้เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2010 ในการพัฒนา ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงเครื่องมือนี้ได้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

(2) ขั้นตอนเริ่มต้น ผู้ใช้งานจะต้องทำการกำหนดโครงการที่จะทำการประเมิน เนื่องจากเป็นการกำหนดขอบเขตของข้อมูลที่จะทำการกรอกในเครื่องมือซึ่งลักษณะการควบคุมตัวแปรสำคัญในโครงการเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น มูลค่าโครงการ ประเภทโครงการ ตำแหน่งที่ตั้ง เป็นต้น ก่อนการกรอกข้อมูลควรมีการกำหนดและควบคุมเพื่อให้การเปรียบเทียบมีความใกล้เคียงและชัดเจนมากที่สุด หลังจากนั้นทำการเลือก BIM Use จากทั้งหมด 23 หัวข้อ ที่สอดคล้องกับกระบวนการใช้งานจริงในโครงการ ซึ่งเครื่องมือนี้เหมาะที่จะให้ ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารเป็นผู้พิจารณาใส่ข้อมูลดังกล่าว ทั้งนี้กระบวนการคำนวนจะเลือกใช้เพียง BIM Use ที่เลือกเท่านั้นเพื่อกำหนดขอบเขตของการประเมินผล

(3) ขั้นตอนการระบุค่าระดับปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งแบ่งออกเป็นทั้งหมด 15 ด้าน จากผลการวิจัย ซึ่งการพิจารณาค่าระดับการทำงานทางผู้วิจัยกำหนดให้มีทั้งหมด 10 ระดับชี้วัด โดยระบุถึงความหมายในแต่ละระดับให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ ซึ่งขอบเขตในส่วนของเนื้อหาสำหรับการให้คะแนนจะอยู่ในโครงการที่กำหนดเท่านั้น

(4) ขั้นตอนการเลือกปัจจัยชี้วัดที่สอดคล้องกับแต่ละ BIM Use ที่ใช้งานในโครงการ ซึ่งข้อมูลของค่าระดับคะแนนจะถูกนำมาใช้งาน และทำการคัดเลือกโดยผู้ใช้งานว่าปัจจัยใดที่พิจารณาว่าจะนำมาใช้ในการคำนวน ซึ่งในแต่ละโครงการสามารถเลือกปรับเปลี่ยนปัจจัยชี้วัดการทำงานได้ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานของแต่ละโครงการ ดังนั้นสำหรับผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองควรมีการบันทึกกระบวนใช้งานเพื่อทำให้การประเมินมีประสิทธิภาพสูงสุด

(5) ตรวจสอบข้อมูล ซึ่งภายหลังจากการระบุ BIM Use และปัจจัยชี้วัดการทำงาน ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาแสดงในหน้าสรุปข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบผลยืนยันความถูกต้องก่อนการคำนวนคะแนน

(6) การประเมินผล จากข้อมูลทั้งหมดเครื่องมือจะทำการคำนวนค่าระดับคะแนน (Performance Level) เพื่อเตรียมสำหรับการกำหนดค่าน้ำหนัก (Average Weight) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

<u>รูปแบบที่หนึ่ง</u> เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารของแต่ละสาขามีการให้ค่าระดับที่ไม่เท่ากัน จึงมีการให้เลือกใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพได้ 5 สาขา ออกแบบสถาปัตยกรรม ออกแบบโครงสร้าง ออกแบบงานระบบ รับเหมาก่อสร้าง และพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ จากผลการสำรวจ เพื่อนำมาใช้คำนวนหาผลชี้วัดระดับการใช้งานแบบแยกสาขา

<u>รูปแบบที่สอง</u> ระบุค่าระดับความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร ซึ่งเป็นการกำหนดเป้าหมายในระดับผู้ใช้งานถึงประโยชน์ที่ได้รับและกระบวนการทำงานที่สอดคล้องกับค่าระดับน้ำหนักความสำคัญ

<u>รูปแบบที่สาม</u> ระบุค่าระดับความคาดหวังของเจ้าของโครงการหรือนโยบายขององค์กรในแต่ละโครงการที่มีการปรับเปลี่ยนไปตามลักษณะโครงการหรือการเลือกใช้ประโยชน์ต่างกันไป

(7) นำค่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าระดับมาตรฐาน ซึ่งระบบจะทำการคำนวนโดยนำค่าระดับ (Performance Level) และค่าน้ำหนัก (Average Weight) มาคูณกันและหารด้วยค่าน้ำหนักรวม จะได้ผลชี้วัดประสิทธิภาพที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับมาตรฐานได้

$$\left\{ \begin{array}{c} (\text{ค่าระดับคะแนน ก. X ค่าน้ำหนัก ก.}) + (\text{ค่าระดับคะแนน ข. X ค่าน้ำหนัก ข.}) + \ldots\ldots \\ / \text{ ค่าน้ำหนักรวม} = \underline{\text{ผลชี้วัดประสิทธิภาพ}} \end{array} \right\}$$

(8) การแสดงผลลัพธ์ระบบต้นแบบจะสามารถแสดงได้ทั้งเชิงตัวเลขและแผนภูมิภาพ ซึ่งเป็นในลักษณะกราฟแท่ง เป็นการเปรียบเทียบกันใน 4 ลักษณะ ดังนี้

1.เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้างกับคะแนนที่ได้

2.เปรียบเทียบความคาดหวังในระดับการใช้งานกับคะแนนที่ได้

3.เปรียบเทียบความคาดหวังในระดับนโยบายกับคะแนนที่ได้

4.เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้างกับความคาดหวังเพื่อใช้ในการตรวจสอบระดับตำแหน่งของความคาดหวังในองค์กรของตนเองกับองค์กรทั่วไปว่าเป้าหมายของการทำงานอยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือไม่ อีกทั้งยังเป็นส่วนชี้วัดระดับความสามารถขององค์กรในการกำหนดนโยบายเพื่อการพัฒนาโครงการที่มีการประยุกต์ใช้ BIM

(9) เปรียบเทียบค่าระดับปัจจัยในแต่ละ BIM Use แสดงมาในรูปแบบกราฟแท่งเฉพาะปัจจัยที่ใช้ในการคำนวนในแต่ละการใช้ประโยชน์เพื่อการวิเคราะห์ถึงกระบวนการทำงานและการเปลี่ยนแปลงองค์กร

4.3.2.2 คุณสมบัติความสามารถของระบบต้นแบบ

(1) สามารถระบุระดับปัจจัยในการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารได้ในเชิงลึก 10 ระดับ สะท้อนการทำงานในโครงการได้ชัดเจนมากขึ้น

(2) สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ทั้งเชิงตัวเลขและแผนภูมิรูปภาพเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการวิเคราะห์ผลทั้งระดับผู้บริหารและระดับผู้ใช้งาน

(3) สามารถระบุค่าความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM และเจ้าของโครงการได้ โดยเปรียบเทียบจากค่าคะแนน

(4) สามารถเลือกใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพได้ 5 สาขา 1.ออกแบบสถาปัตยกรรม 2.ออกแบบโครงสร้าง 3.ออกแบบงานระบบ 4.รับเหมาก่อสร้าง 5.พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ เพื่อใช้คำนวนค่าระดับการใช้งาน และสำหรับการเปรียบเทียบกับผลคะแนนที่ได้

(5) สามารถเปรียบเทียบค่าระดับคะแนนของแต่ละปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานได้ เพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของโครงการ เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการทำงานในโครงการต่อไป

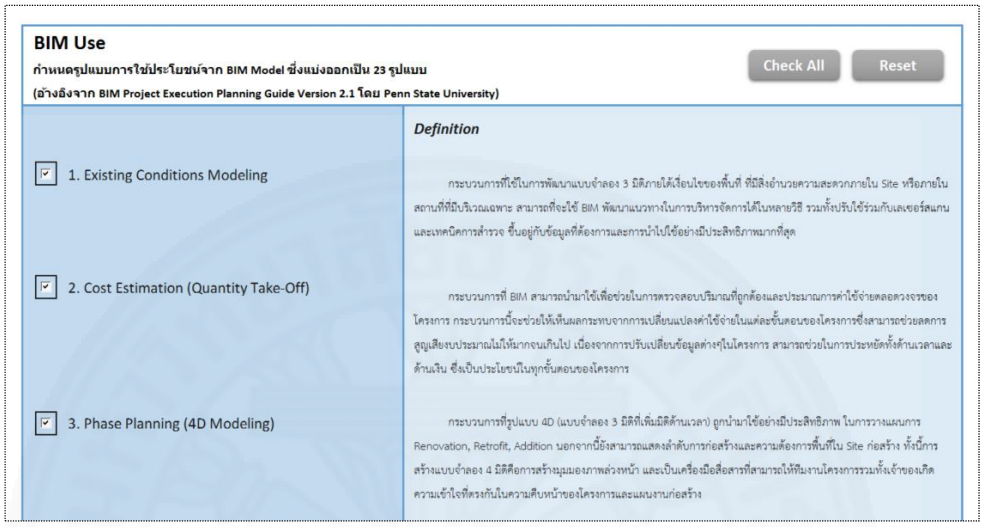
4.3.3 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

4.3.3.1 การแสดงผลของเครื่องมือ สำหรับเฉพาะส่วนที่สื่อสารกับผู้ใช้งานมีทั้งหมด 7 หน้า ดังนี้

(1) Intro คือ หน้าแรกสำหรับแจ้งที่มาของเครื่องมือ รุ่น และวันที่พัฒนาครั้งล่าสุด เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงการพัฒนาของเครื่องมืออย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 4.28

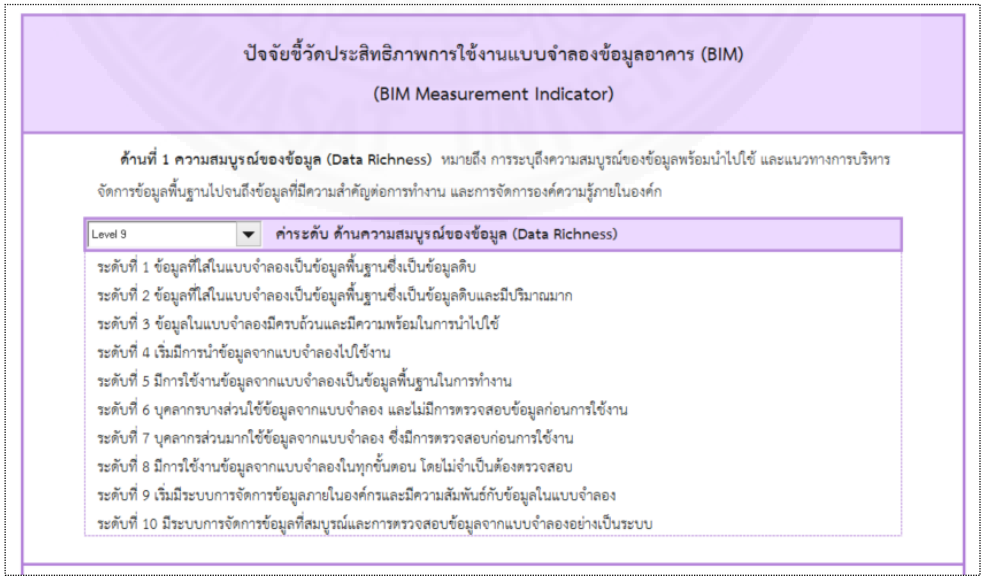
ภาพที่ 4.28 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า "Intro"

(2) BIM Use คือ หน้าที่ให้ผู้ใช้งานระบุการใช้งาน BIM Use ในโครงการ เพื่อใช้ในการเลือกคำนวนเฉพาะการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองที่เลือกเท่านั้น ข้อที่ไม่ได้เลือกจะไม่นำมาใช้ในการคำนวน ดังภาพที่ 4.29



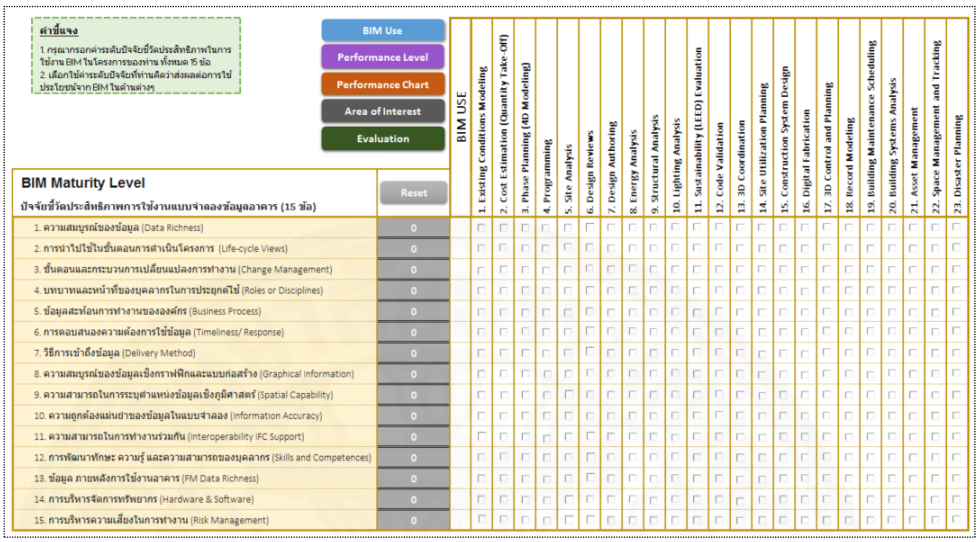
ภาพที่ 4.29 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “BIM Use“

(3) Performance Level คือ หน้าที่ให้ผู้ใช้งานระบุค่าระดับประสิทธิภาพการทำงานซึ่งแบ่งออกเป็น 10 ระดับในแต่ละปัจจัยชี้วัดการทำงานทั้ง 15 ด้าน ดังภาพที่ 4.30



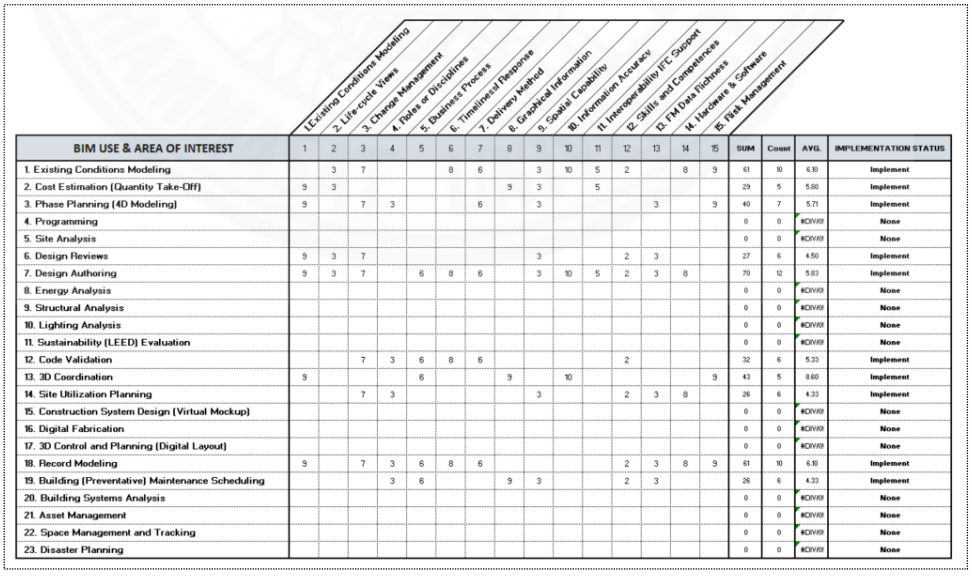
ภาพที่ 4.30 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Performance Level“

(4) Indicator คือ หน้าที่ให้ผู้ใช้งานระบุเลือกปัจจัยชี้วัดที่จะนำมาใช้ในการคำนวนของแต่ละ BIM Use ตามกระบวนการทำงานของแต่ละองค์กร ดังภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Indicator“

(5) Area of Interest คือ หน้าที่สรุปผลการกรอกข้อมูลต่าง ๆ ก่อนการคำนวนค่าระดับคะแนน ดังภาพที่ 4.32



BIM USE & AREA OF INTEREST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SUM	Count	AVG.	IMPLEMENTATION STATUS
1. Existing Conditions Modeling		3	7			8	6		3	10	5	2		8	9	61	10	6.10	Implement
2. Cost Estimation (Quantity Take-Off)	9	3						9	3		5					29	5	5.80	Implement
3. Phase Planning (4D Modeling)	9		7	3			6		3				3		9	40	7	5.71	Implement
4. Programming																0	0	#DIV/0!	None
5. Site Analysis																0	0	#DIV/0!	None
6. Design Reviews	9	3	7						3			2	3			27	6	4.50	Implement
7. Design Authoring	9	3	7		6	8	6		3	10	5	2	3	8		70	12	5.83	Implement
8. Energy Analysis																0	0	#DIV/0!	None
9. Structural Analysis																0	0	#DIV/0!	None
10. Lighting Analysis																0	0	#DIV/0!	None
11. Sustainability (LEED) Evaluation																0	0	#DIV/0!	None
12. Code Validation			7	3	6	8	6					2				32	6	5.33	Implement
13. 3D Coordination	9				6			9		10					9	43	5	8.60	Implement
14. Site Utilization Planning			7	3					3			2	3	8		26	6	4.33	Implement
15. Construction System Design (Virtual Mockup)																0	0	#DIV/0!	None
16. Digital Fabrication																0	0	#DIV/0!	None
17. 3D Control and Planning (Digital Layout)																0	0	#DIV/0!	None
18. Record Modeling	9		7	3	6	8	6					2	3	8	9	61	10	6.10	Implement
19. Building (Preventative) Maintenance Scheduling				3	6			9	3			2	3			26	6	4.33	Implement
20. Building Systems Analysis																0	0	#DIV/0!	None
21. Asset Management																0	0	#DIV/0!	None
22. Space Management and Tracking																0	0	#DIV/0!	None
23. Disaster Planning																0	0	#DIV/0!	None

ภาพที่ 4.32 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Area of Interest“

(6) Evaluation คือ หน้าที่คำนวนผลลัพธ์จากข้อมูลที่ได้รับโดยแบ่งผลออกเป็นเชิงตัวเลขและแผนภูมิภาพ ใช้ในการเปรียบเทียบในอุตสาหกรรมก่อสร้างความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร และความคาดหวังของเจ้าของโครงการได้

BIM Evaluation

Discipline	BIM Use	Custom Weight (10)	Policy Weight (10)	Average Weight (10)	Score (10)
ARCHITECTURAL	1. Existing Conditions Modeling	0.00	0.00	2.31	6.10
	2. Cost Estimation (Quantity Take-Off)	0.00	0.00	6.31	5.80
	3. Phase Planning (4D Modeling)	0.00	0.00	5.69	5.71
	4. Programming	0.00	0.00	0.00	0.00
	5. Site Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	6. Design Reviews	0.00	0.00	7.50	4.50
	7. Design Authoring	7.00	0.00	5.69	5.83
	8. Energy Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	9. Structural Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	10. Lighting Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	11. Sustainability (LEED) Evaluation	0.00	0.00	0.00	0.00
	12. Code Validation	2.00	5.00	3.00	5.33
	13. 3D Coordination	10.00	10.00	9.56	8.60
	14. Site Utilization Planning	2.00	5.00	3.25	4.33
	15. Construction System Design (Virtual Mockup)	0.00	0.00	0.00	0.00
	16. Digital Fabrication	0.00	0.00	0.00	0.00
	17. 3D Control and Planning (Digital Layout)	0.00	0.00	0.00	0.00
	18. Record Modeling	2.00	3.00	2.75	6.10
	19. Building (Preventative) Maintenance Scheduling	2.00	3.00	2.06	4.33
	20. Building Systems Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	21. Asset Management	0.00	0.00	0.00	0.00
	22. Space Management and Tracking	0.00	0.00	0.00	0.00
	23. Disaster Planning	0.00	0.00	0.00	0.00
	SUM AVERAGE WEIGHT	57.00	69.00	48.12	
	ARCHITECTURAL	RESET	RESET	ARCHITECTURAL	
	SUM Credit for Certified	6.03	5.90	5.99	
		Certified	Minimum BIM	Minimum BIM	

ภาพที่ 4.33 รูปแบบการแสดงผลเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Evaluation“

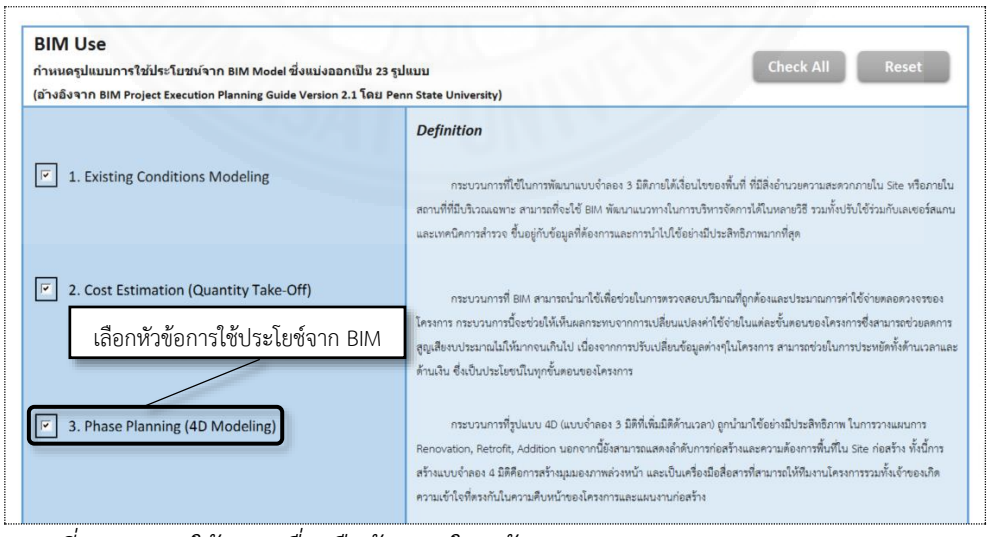
(7) Performance Chart คือ หน้าที่แสดงผลจากค่าระดับประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละด้านตาม BIM Use สามารถใช้ในการเปรียบเทียบปัจจัยเพื่อปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองได้

4.3.3.2 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ

(1) เปิดใช้งานเครื่องมือต้นแบบด้วย โปรแกรม Microsoft Excel จะพบกับหน้า Intro แสดงรุ่นและวันที่พัฒนาครั้งล่าสุดเพื่อทำให้เป็นปัจจุบัน แต่ละหน้าจะประกอบไปด้วยปุ่มที่สามารถใช้ข้ามไปมาในหน้าต่าง ๆ ได้ ดังภาพที่ 4.34 ซึ่งขั้นตอนแรกคือการระบุการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในการพัฒนาโครงการในหน้า BIM Use

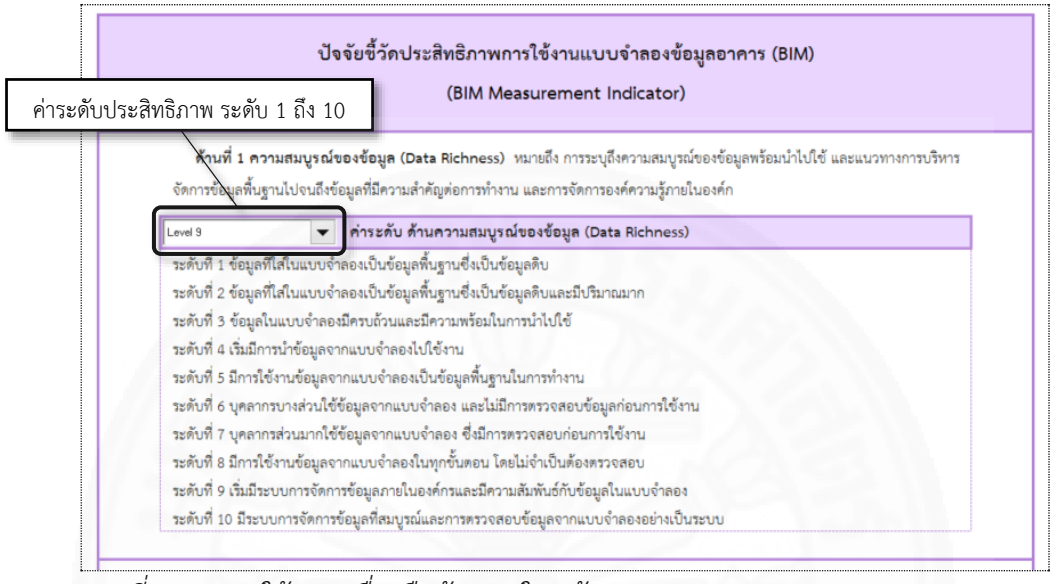
ภาพที่ 4.34 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า "Intro"

(2) ในหน้า BIM Use ให้ผู้ใช้งานกำหนดโครงการหนึ่งโครงการ ที่จะทำการประเมินและทำการเลือก BIM Use จากทั้งหมด 23 ข้อ (Penn State University, 2010) โดยให้ทำเครื่องหมายถูกในการเลือกเฉพาะข้อที่ใช้ในการพัฒนาโครงการดังกล่าว ซึ่งในหน้านี้จะมีข้อความอธิบายถึงการใช้ประโยชน์ในแต่ละ BIM Use เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ดังภาพที่ 4.34 ภายหลังจากการเลือก BIM Use ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการระบุค่าระดับประสิทธิภาพการทำงานทั้ง 15 ด้าน ในหน้า Performance Level



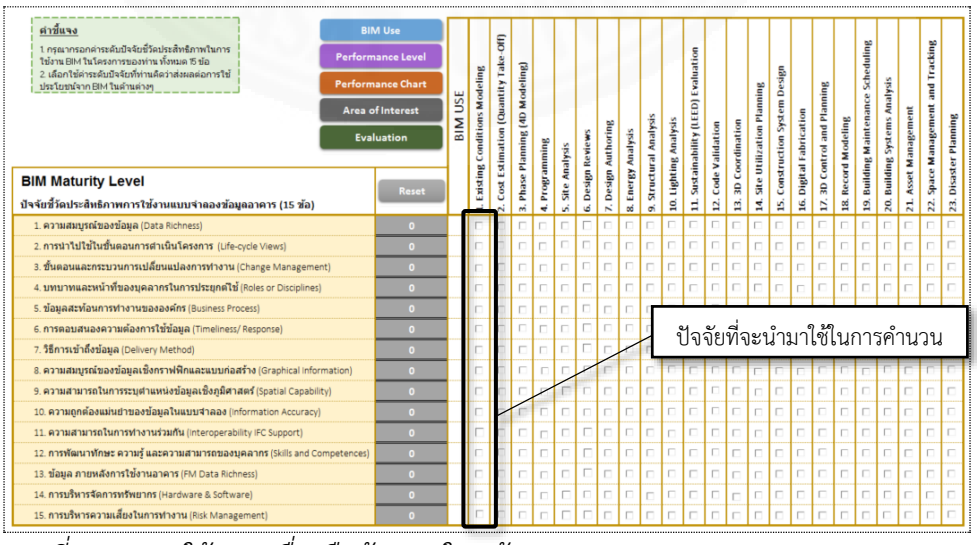
ภาพที่ 4.35 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า "BIM Use"

(3) ในหน้า Performance Level ให้ผู้ใช้งานระบุค่าระดับประสิทธิภาพการทำงานทั้ง 15 ด้าน ซึ่งในแต่ละด้านมีค่าระดับตั้งแต่ ระดับ 1 ถึง ระดับ 10 โดยเลือกค่าระดับจากการพิจารณาการทำงานในช่องระบุค่าระดับ ดังในภาพที่ 4.36



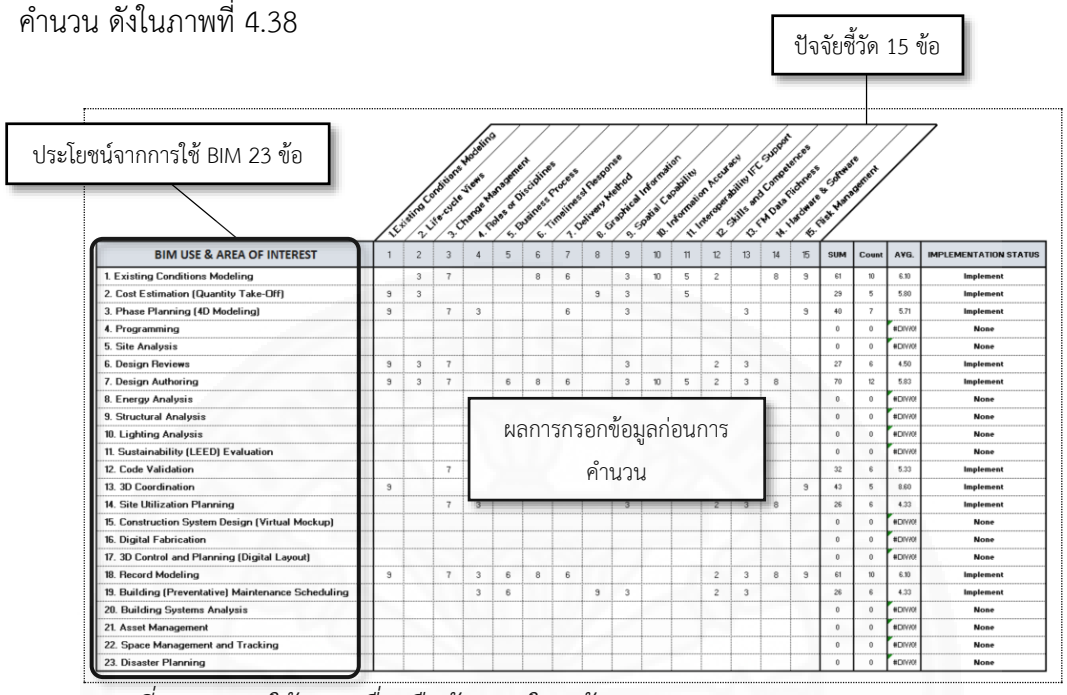
ภาพที่ 4.36 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า "Performance Level"

(4) ในหน้า Indicator ให้ผู้ใช้งานเลือกปัจจัยชี้วัดในแต่ละ BIM Use ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานในโครงการเพื่อนำมาใช้ในการคำนวนคะแนน โดยทำเครื่องหมายถูกในแต่ละปัจจัยของ BIM Use ดังในภาพที่ 4.37 และสรุปการกรอกข้อมูลในหน้า Area of Interest



ภาพที่ 4.37 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า "Indicator"

(5) ในหน้า Area of Interest ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลการกรอกได้จากหน้านี้ว่ามีการเลือกใช้ BIM Use ข้อใดบ้าง รวมถึงปัจจัยชี้วัดการทำงานเพื่อเปรียบเทียบก่อนการคำนวน ดังในภาพที่ 4.38



BIM USE & AREA OF INTEREST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SUM	Count	AVG.	IMPLEMENTATION STATUS
1. Existing Conditions Modeling		3	7			8	6		3	10	5	2		8	9	61	10	6.10	Implement
2. Cost Estimation (Quantity Take-Off)	9	3						9	3		5					29	5	5.80	Implement
3. Phase Planning (4D Modeling)	9		7	3			6		3				3		9	40	7	5.71	Implement
4. Programming																0	0	#DIV/0!	None
5. Site Analysis																0	0	#DIV/0!	None
6. Design Reviews	9	3	7						3			2	3			27	6	4.50	Implement
7. Design Authoring	9	3	7		6	8	6		3	10	5	2	3	8		70	12	5.83	Implement
8. Energy Analysis																0	0	#DIV/0!	None
9. Structural Analysis																0	0	#DIV/0!	None
10. Lighting Analysis																0	0	#DIV/0!	None
11. Sustainability (LEED) Evaluation																0	0	#DIV/0!	None
12. Code Validation			7													32	6	5.33	Implement
13. 3D Coordination	9														9	43	5	8.60	Implement
14. Site Utilization Planning			7	3					3			2	3	8		26	6	4.33	Implement
15. Construction System Design (Virtual Mockup)																0	0	#DIV/0!	None
16. Digital Fabrication																0	0	#DIV/0!	None
17. 3D Control and Planning (Digital Layout)																0	0	#DIV/0!	None
18. Record Modeling	9		7	3	6	8	6					2	3	8	9	61	10	6.10	Implement
19. Building (Preventative) Maintenance Scheduling				3	6			9	3			2	3			26	6	4.33	Implement
20. Building Systems Analysis																0	0	#DIV/0!	None
21. Asset Management																0	0	#DIV/0!	None
22. Space Management and Tracking																0	0	#DIV/0!	None
23. Disaster Planning																0	0	#DIV/0!	None

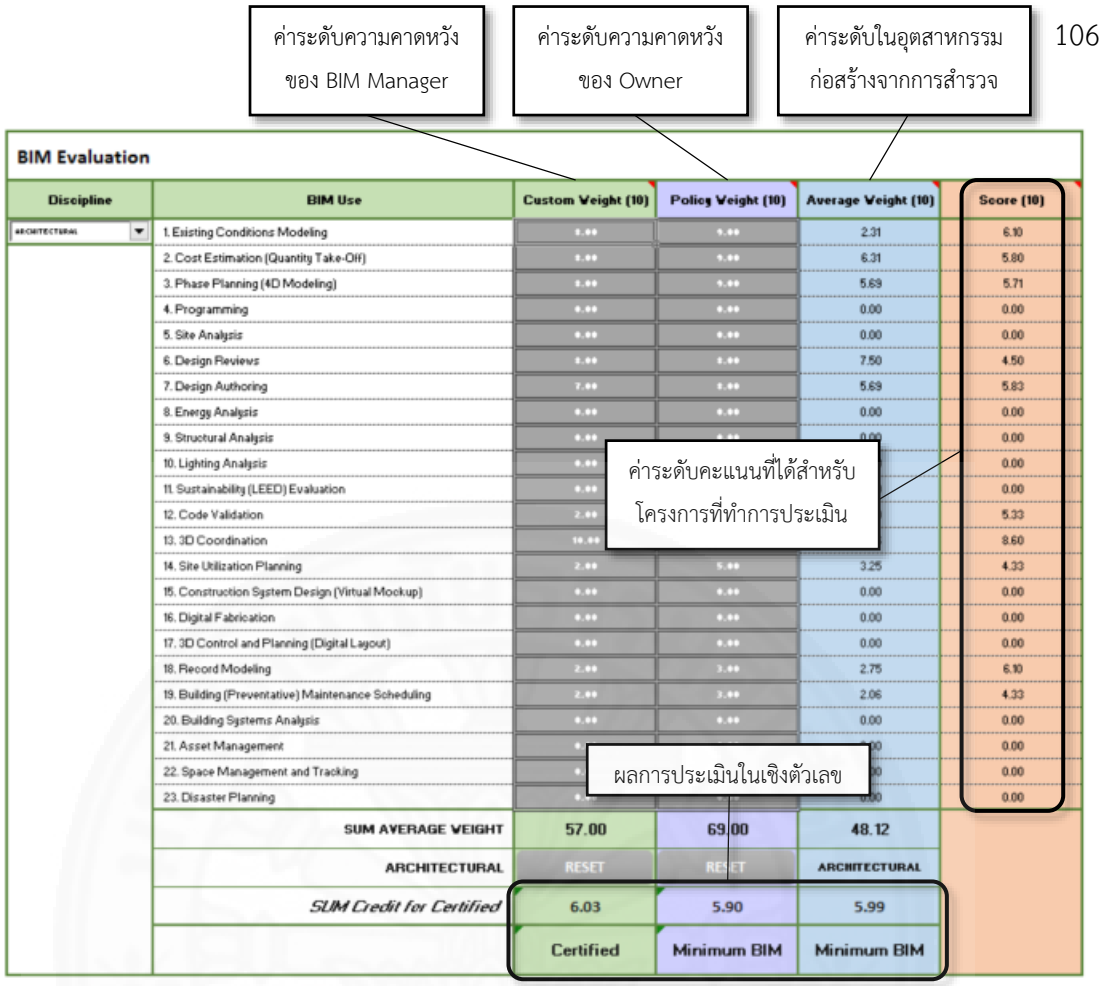
ภาพที่ 4.38 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Area of Interest“

(6) ในหน้า Evaluation แสดงผลการคำนวนโดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. เปรียบเทียบคะแนนกับค่าเฉลี่ยน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งสามารถเลือกใช้ค่าน้ำหนักตามแต่ละสาขาวิชาชีพทั้ง 5 ได้ในช่อง Average Weight ดังในภาพที่ 4.39 และ 4.41

2. เปรียบเทียบคะแนนกับค่าความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร ซึ่งสามารถกำหนดค้าระดับความคาดหวังได้ทั้งหมด 10 ระดับจากแต่ละ BIM Use ในช่อง Custom Weight

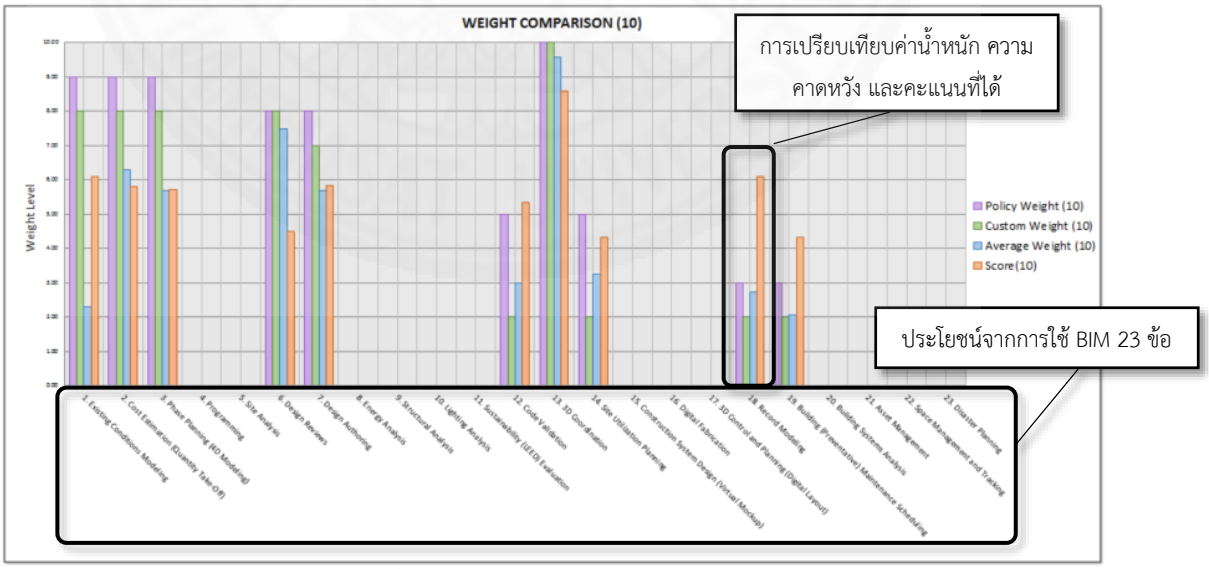
3. เปรียบเทียบคะแนนกับค่าความคาดหวังของเจ้าของโครงการหรือมีการกำหนดความคาดหวังในระดับนโยบาย ในช่อง Policy Weight ทั้งนี้ในแต่ละช่องสามารถคำนวนค่าระดับคะแนนตามค่าน้ำหนักได้แบบแยกกันและนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานเพื่อแสดงเป็นค่าระดับของโครงการ ดังในภาพที่ 4.40



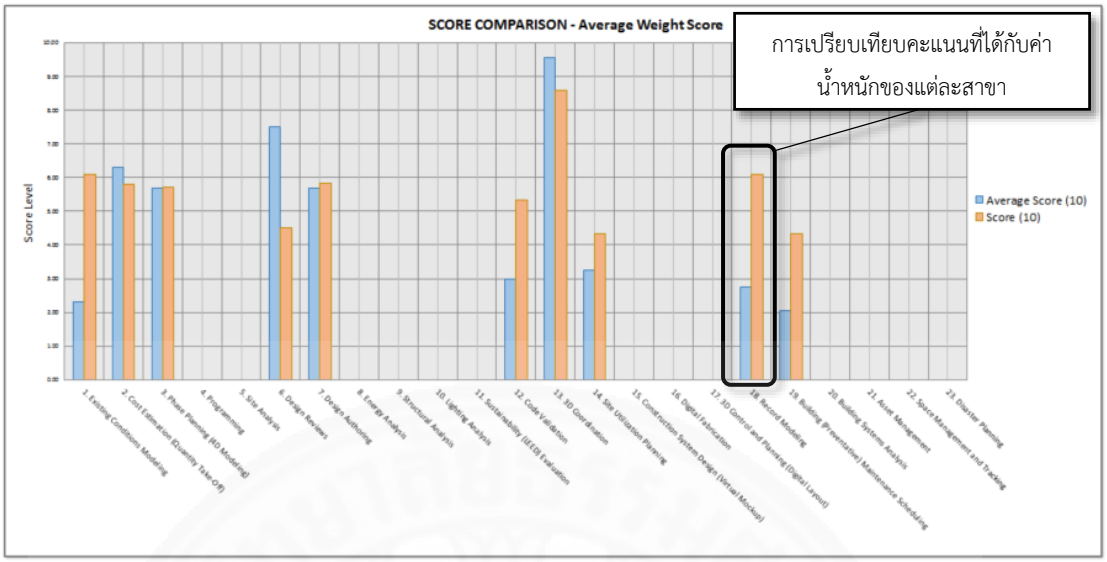
BIM Evaluation

Discipline	BIM Use	Custom Weight (10)	Policy Weight (10)	Average Weight (10)	Score (10)
ARCHITECTURAL	1. Existing Conditions Modeling	0.00	0.00	2.31	6.10
	2. Cost Estimation (Quantity Take-Off)	0.00	0.00	6.31	5.80
	3. Phase Planning (4D Modeling)	0.00	0.00	5.69	5.71
	4. Programming	0.00	0.00	0.00	0.00
	5. Site Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	6. Design Reviews	0.00	0.00	7.50	4.50
	7. Design Authoring	7.00	0.00	5.69	5.83
	8. Energy Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	9. Structural Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	10. Lighting Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	11. Sustainability (LEED) Evaluation	0.00	0.00	0.00	0.00
	12. Code Validation	2.00	0.00	3.25	5.33
	13. 3D Coordination	10.00	10.00	7.75	8.60
	14. Site Utilization Planning	2.00	5.00	3.25	4.33
	15. Construction System Design (Virtual Mockup)	0.00	0.00	0.00	0.00
	16. Digital Fabrication	0.00	0.00	0.00	0.00
	17. 3D Control and Planning (Digital Layout)	0.00	0.00	0.00	0.00
	18. Record Modeling	2.00	3.00	2.75	6.10
	19. Building (Preventative) Maintenance Scheduling	2.00	3.00	2.06	4.33
	20. Building Systems Analysis	0.00	0.00	0.00	0.00
	21. Asset Management	0.00	0.00	0.00	0.00
	22. Space Management and Tracking	0.00	0.00	0.00	0.00
	23. Disaster Planning	0.00	0.00	0.00	0.00
	SUM AVERAGE WEIGHT	57.00	69.00	48.12	
	ARCHITECTURAL	RESET	RESET	ARCHITECTURAL	
	SUM Credit for Certified	6.03	5.90	5.99	
		Certified	Minimum BIM	Minimum BIM	

ภาพที่ 4.39 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Evaluation“

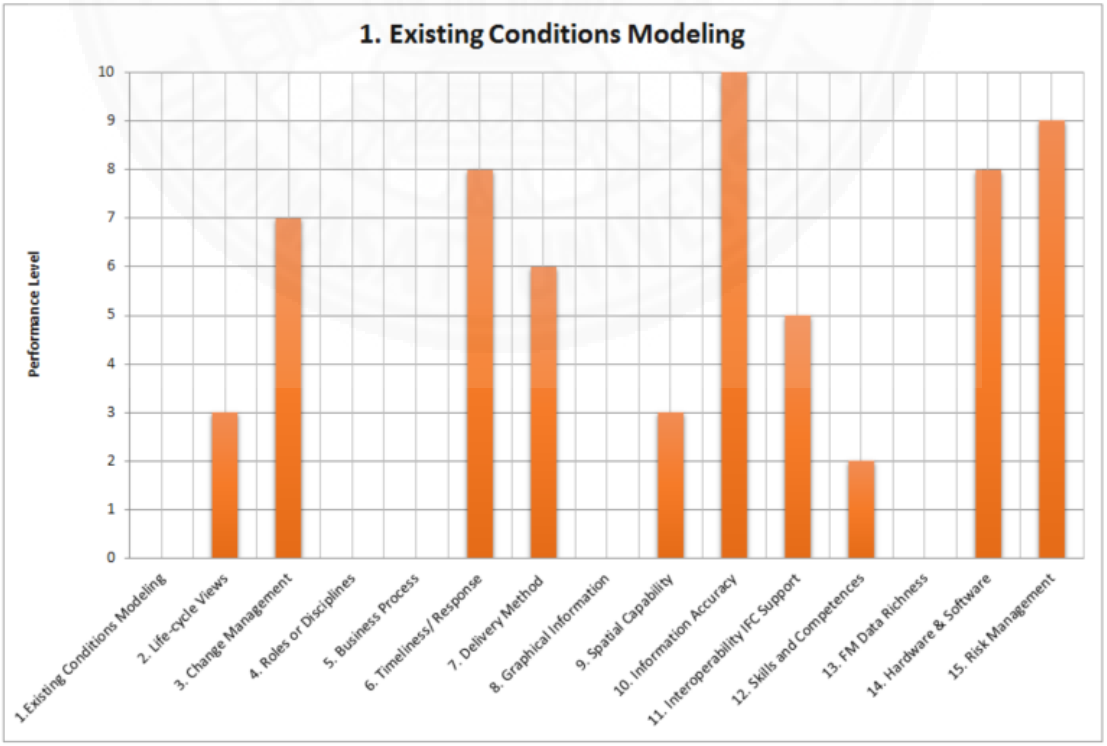


ภาพที่ 4.40 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ความคาดหวัง และคะแนนที่ได้



ภาพที่ 4.41 ผลจากการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้างกับคะแนนที่ได้

(8) ในหน้า Performance Chart สามารถใช้ในการเปรียบเทียบค่าระดับในแต่ละปัจจัยเพื่อปรับเปลี่ยนการทำงานหรือแสดงแนวโน้มของโครงการถึงจุดอ่อนและจุดแข็ง โดยจะแสดงเฉพาะ BIM Use และปัจจัยชี้วัดที่มีการใช้งานในโครงการ ดังในภาพที่ 4.42



ภาพที่ 4.42 การใช้งานเครื่องมือต้นแบบในหน้า “Performance Chart “

จากกผลการพัฒนาเครื่องมือต้นแบบใช้การกำหนดโครงการเพื่อสร้างขอบเขตสำหรับการใส่ข้อมูลของ BIM Manager สามารถทำการพิจารณาและเลือกใช้ประโยชน์จาก BIM เพื่อนำมาคำนวนกับค่าน้ำหนักเฉลี่ยในอุตสาหกรรมตามสาขาวิชาชีพทั้ง 5 สาขา โดยอาศัยปัจจัยชี้วัดการทำงานทั้งหมด 15 ด้าน เพื่อแสดงผลลัพธ์ในเชิงเปรียบเทียบได้ ซึ่งผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมก่อสร้างสามารถนำรูปแบบการประเมินผล และค่าเฉลี่ยน้ำหนักของแต่ละสายอาชีพไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการสำหรับใช้เทคโนโลยี BIM ในองค์กร เพื่อผลักดันให้เกิดการใช้งานในองค์กรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงองค์กรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลลัพธ์นี้ไปใช้ในการชี้วัดและเปรียบเทียบ ศักยภาพขององค์กรในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยที่มีการใช้งาน BIM ในองค์กร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาและการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

การวิเคราะห์ข้อมูลของประชากรตัวอย่างเพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ในมิติของสถานะการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทย การเป็นที่รู้จักของแบบจำลองข้อมูลอาคาร ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์กร ปัญหา-อุปสรรคภายหลังจากการใช้งาน รูปแบบการประเมินการใช้งานในองค์กร เป้าหมายและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารของแต่ละสาขาวิชาชีพ ทั้ง 5 สาขา ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม (Architectural Firm) ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร (Structural Firm) ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร (Mechanical & Electrical Firm) ผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง (Contractor & CM) ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (Realestate Development)

การวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือประเมินการทำงานที่มีอยู่ในอุตสาหกรรมก่อสร้างจากการศึกษาเครื่องมือและปัจจัยชี้วัด สำหรับการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ในแต่ละเครื่องมือมีการจัดระดับการประเมินและปัจจัยที่ใช้ชี้วัดที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยนำมาจัดหมวดหมู่เปรียบเทียบกันเพื่อสรุปนำปัจจัยชี้วัดที่เหมาะสมมาใช้ในเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น และออกแบบกระบวนการประเมินให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองในแต่ละโครงการ โดยแบ่งค่าระดับน้ำหนักออกเป็น 3 รูปแบบ คือ เปรียบเทียบคะแนนกับค่าเฉลี่ยน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เปรียบเทียบคะแนนกับค่าความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร และเปรียบเทียบคะแนนกับค่าความคาดหวังของเจ้าของโครงการหรือมีการกำหนดความคาดหวังในระดับนโยบาย ซึ่งให้ประชากรตัวอย่างจาก 5 สาขาวิชาชีพ วิชาชีพละ 1 องค์กร ทดลองใช้งาน “เครื่องมือประเมินการใช้งาน BIM” ของทางผู้วิจัย ในการทดสอบการใช้งานจริงจากนั้นทำการประเมินด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะในการแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือต่อไป

โดยให้ผู้ประเมินระบุหมายเลขที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของผู้ประเมินมากที่สุดโดยให้ค่าระดับความพึงพอใจตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 5 โดยระดับ 5 คือความพึงพอใจมากที่สุด

5.1.1 ความสามารถของเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ (Process)

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน พบว่าการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการพัฒนาด้วย Microsoft Excel สามารถทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจกระบวนการของเครื่องมือได้ง่ายและสามารถนำไปพัฒนาต่อได้หากมีองค์ความรู้ด้านการเขียนภาษา Macro ซึ่งไม่ซับซ้อนจนเกินไป มีการอธิบายให้ความหมายของการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารโดยอ้างอิงมาจากทฤษฎีด้าน BIM ซึ่งเป็นการให้ความรู้เพิ่มเติมให้กับผู้ใช้งานถึงประโยชน์ที่สามารถหาได้จากการใช้งานแบบจำลอง รวมถึงปัจจัยชี้วัดที่มีความสอดคล้องกับกระบวนการทำงานด้วย BIM แต่ยังคงต้องแก้ไขในส่วนของคำศัพท์ที่ใช้และต้องหาความเป็นกลางในการให้ความหมายในขั้นตอนส่วนการให้ค่าระดับคะแนนของปัจจัยชี้วัด 15 ข้อเพื่อนำมาคำนวนในหน้า Performance Level ใช้เวลานาน ด้วยการให้ความหมายของค่าระดับ 10 ระดับที่ยังต้องการการปรับปรุงให้เข้าใจง่ายขึ้น แต่ในมุมมองของการคำนวนเพื่อหาค่าระดับการประเมิน หากข้อมูลที่ใส่ยิ่งมีความละเอียดมากผลลัพธ์ก็ยิ่งใกล้เคียงความจริงมากขึ้น จึงเป็นเหตุว่าการประเมินอาจไม่สามารถทำให้เสร็จได้ในเวลาอันสั้นจำเป็นต้องมีเวลาและการจดบันทึกอย่างมีระบบเพื่อใช้พิจารณาในการกรอกข้อมูลเพื่อให้เครื่องมือนำข้อมูลที่มีความละเอียดไปคำนวน (ภาคผนวก ก.)

ตารางที่ 5.1

ความสามารถของเครื่องมือด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ (n=5)

หัวข้อ	ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1	การเรียงลำดับขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ	3.40 (0.55)
2	ขั้นตอนการเลือกหัวข้อการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Use)	3.60 (0.89)
3	ขั้นตอนการเลือกใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพ (Average Weight)	3.20 (0.84)
4	ขั้นตอนการกรอกคะแนน สำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	3.00 (0.71)
5	ขั้นตอนการรับทราบผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข	4.00 (0.71)
6	ความเหมาะสมของโปรแปรมที่ใช้พัฒนาเครื่องมือ	3.40 (1.14)
7	ตำแหน่งของปุ่มและตารางในเครื่องมือ	3.40 (1.14)

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือจากความเห็นของผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.43 โดยที่ขั้นตอนการรับทราบผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข มีระดับความพึงพอใจในระดับมากเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 และในขั้นตอนการกรอกคะแนนสำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพ มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.00

5.1.2 ความสามารถของเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในด้านผลลัพธ์ที่ได้รับจากการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ (Result)

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน พบว่าการตั้งเป้าหมายหรือความคาดหวังเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้หรือจะเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของอุตสาหกรรมก่อสร้างกับคะแนนที่ได้ ทำให้การประเมินผลลัพธ์มีหลายมิติสามารถนำไปใช้ต่อในแง่ของการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานหรือแม้กระทั่งการกำหนดนโยบายการทำงานในองค์กรให้มีประสิทธิภาพโดยใช้ปัจจัยชี้วัดเป็นเกณฑ์การประเมินผลซึ่งผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของกราฟซึ่งเครื่องมือนี้สามารถแปลงข้อมูลที่เป็นเชิงคุณภาพให้ได้ผลสรุปในเชิงปริมาณได้ สามารถทำให้ผู้ประเมินเข้าใจได้มากขึ้นและสามารถเปรียบเทียบได้ด้วยมาตรฐานเดียวกัน ทั้งการเปรียบเทียบระดับความคาดหวังของ Owner ต่อคะแนนที่ได้ หรือ ความคาดหวังของ BIM Manager ต่อทีม และเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย

ตารางที่ 5.2

ความสามารถของเครื่องมือด้านผลลัพธ์ที่ได้รับจากการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ (n=5)

หัวข้อ	ด้านผลลัพธ์ที่ได้รับจากการใช้งานเครื่องมือต้นแบบ	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1	ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	3.60 (1.14)
2	ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	3.60 (1.14)
3	ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	3.80 (0.84)
4	ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	2.20 (0.84)
5	ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	4.00 (0.71)
6	คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	2.80 (1.48)
7	ผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพ	3.80 (1.10)
8	ผลลัพธ์เชิงตัวเลข	3.60 (0.89)

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือจากความเห็นของผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.43 โดยที่ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ มีระดับความพึงพอใจในระดับมากเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 ในส่วนของคำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย และความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย มีระดับความพึงพอใจในระดับน้อยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.80 และ 2.20 ตามลำดับ

5.1.3 ความสามารถของเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable)

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน พบว่าการเลือกปัจจัยชี้วัดที่จะนำมาคำนวนด้วยตนเองอาจเป็นส่วนที่ทำให้การเปรียบเทียบกันระหว่างโครงการเป็นไปได้ยากเนื่องจากผู้ประเมินของแต่ละโครงการอาจเป็น BIM Manager คนละคนกันการเลือกใช้ปัจจัยที่จะนำมาคำนวนการตีความหมายของผู้ใช้งานก็จะต่างกัน ดังนั้นหากสามารถทำให้เครื่องมือกำหนดเกณฑ์ที่นำมาใช้คำนวนได้เอง โดยอาจจะใช้การสำรวจเพิ่มเติมหรือการนำเครื่องมือไปใช้ในระบบฐานข้อมูลที่มีการบันทึกการเลือกปัจจัยของผู้ใช้งานจริงก็จะสามารถสร้างทางเลือกให้กับเครื่องมือประเมินได้ และค่าระดับน้ำหนักของอุตสาหกรรมก่อสร้าง จากการสำรวจของผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยค่าระดับน้ำหนักในช่วงเวลาหนึ่ง แต่ในอุตสาหกรรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาซึ่งส่งผลต่อการใช้ประโยชน์จาก BIM ที่ต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ค่าระดับน้ำหนักนี้อาจใช้ได้ในช่วงเวลาหนึ่ง มีความจำเป็นต้องทำการสำรวจใหม่อย่างต่อเนื่อง กรณีนี้อาจแก้ไขได้โดยการระบบต้นแบบนี้เข้าสู่ Web-base และใช้ระบบฐานข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลเชิงสถิติของการใช้ประโยชน์จาก BIM ของแต่ละสาขาวิชาชีพก็จะได้ข้อมูลที่ถูกทำให้เป็นปัจจุบันตลอดเวลา

ตารางที่ 5.3

ความสามารถของเครื่องมือด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือต้นแบบ (n=5)

หัวข้อ	ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือต้นแบบ	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1	ขั้นตอนการคำนวนค่าระดับคะแนน	3.40 (0.89)
2	ปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM (Performance Indicator)	3.40 (1.14)
3	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM (Average Weight)	3.60 (0.89)
4	การให้ความหมายของข้อมูล	2.40 (0.89)
5	ผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข	3.40 (1.14)

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ความน่าเชื่อถือของเครื่องมือจากความเห็นของผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.24 โดยที่ค่าเฉลี่ยน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM (Average Weight) ตามสาขาวิชาชีพ มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.60 ในส่วนของการให้ความหมายของข้อมูลต่าง ๆ มีระดับความพึงพอใจในระดับน้อยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.40

5.1.4 ความสามารถของเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในด้านความสามารถในการประเมิน (Performance)

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน พบว่าค่าระดับน้ำหนักการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร จากการศึกษาของผู้วิจัยทำให้ทราบถึงสถานะการใช้งานในปัจจุบันของทั้ง 5 สาขาซึ่งแสดงให้เห็นว่าสำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน BIM ในประเทศไทย ได้เริ่มมีการนำเข้าไปประยุกต์ใช้ในการเริ่มขั้นตอนหลักในงานก่อสร้าง เช่น Cost Estimation, Design Review, 3D Coordination จะมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่สูงกว่าหัวข้ออื่นๆ อย่างชัดเจน ทั้งนี้ศักยภาพในการประเมินที่ใช้เกณฑ์จากอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยเป็นตัวชี้วัดสามารถตอบโจทย์ผู้ใช้งาน BIM ได้และในขณะเดียวกันก็สามารถติดตามสถานะการใช้งานในปัจจุบันได้หากมีการสำรวจและสร้างเกณฑ์สำหรับเปรียบเทียบให้เป็นมาตรฐานสากล

ตารางที่ 5.4

ความสามารถของเครื่องมือในการประเมินการใช้งาน (n=5)

หัวข้อ	ด้านความสามารถในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1	ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการใช้ข้อมูล	3.60 (0.55)
2	ความรวดเร็วในการประเมินของเครื่องมือ	2.60 (0.89)
3	การประเมินโดยกำหนดค่าน้ำหนักด้วยตนเอง	3.60 (0.89)
4	การประเมินโดยใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามวิชาชีพ	3.60 (0.89)

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ความสามารถในการประเมินของเครื่องมือจากความเห็นของผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.35 โดยที่ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการใช้ข้อมูล การประเมินโดยกำหนดค่าน้ำหนักด้วยตนเอง และใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพ มีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลางเฉลี่ยอยู่ที่ 3.60 ในส่วนของความรวดเร็วในการประเมินของเครื่องมือ มีระดับความพึงพอใจในระดับน้อยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.60

5.1.5 ความสามารถของเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied)

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน พบว่ากลุ่มผู้ใช้งานส่วนใหญ่เล็งเห็นถึงประโยชน์จากเครื่องมือและตระหนักถึงผลลัพธ์ที่ได้กับแนวทางการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในการปรับเปลี่ยนกลยุทธและทราบถึงสถานะในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ทางด้านของ Real Estate Development หรือ Owner มีคุณสมบัติในปัจจัยชี้วัดหลายๆตัวที่ไม่สามารถระบุค่าระดับได้ เนื่องจากสถานะการทำงานที่มีหลากหลายในการทำงานแต่ละโครงการ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาใดในโครงการ ซึ่งบางปัจจัยก็จะอยู่ในส่วนของผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม บางส่วนก็ไปอยู่ในการดูแลของวิศวกร ซึ่งไม่สามารถทราบถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยชี้วัดหรือเพิ่มเติมปัจจัยสำหรับ Owner โดยเฉพาะ

ตารางที่ 5.5

ความสามารถของเครื่องมือด้านการนำไปใช้ต่อ (n=5)

หัวข้อ	ด้านการนำไปใช้ต่อ	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1	ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้ได้กับโครงการจริง	3.40 (1.14)
2	ผลลัพธ์จากเครื่องมือส่งผลต่อการวางแผนการทำงานในอนาคต	3.80 (0.84)
3	ปัจจัยชี้วัดการทำงานสามารถใช้สำหรับกำหนดวัตถุประสงค์การทำงานได้	3.80 (0.84)
4	กระบวนการประเมินนี้ควรอยู่ในระบบ Web-base ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย	4.00 (1.00)
5	ระดับความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมือประเมิน	2.80 (0.84)

หมายเหตุ. จัดทำโดยผู้วิจัย, 2558.

ความสามารถในการประเมินของเครื่องมือจากความเห็นของผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 โดยที่กระบวนการประเมินนี้ควรอยู่ในระบบ Web-base ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก เฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 ในส่วนของระดับความรู้ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมือประเมินมีระดับความพึงพอใจในระดับน้อยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.80

<u>การปรับปรุงแก้ไขภายหลังการสัมภาษณ์</u>

ข้อจำกัดของการใช้งานเครื่องมือคือเรื่องของเวลาและการตีความหมายของค่าระดับต่าง ๆ ที่ยังขาดความเป็นกลาง ผู้วิจัยได้นำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะนำมาใช้ปรับปรุงในเรื่องของการปรับใช้ภาษาและลำดับการใช้งานเครื่องมือให้มีความกระชับเข้าใจมากยิ่งขึ้น ลดขั้นตอนและเพิ่มเติมการใช้งานที่สะดวกมากขึ้นแต่ยังคงความสามารถเดิมของเครื่องมือไว้ ซึ่งมีผู้ทดลองหลายท่านให้ความเห็นเกี่ยวกับการนำระบบขึ้น Web-base ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาชีพและผลลัพธ์ที่เป็นสากลมากยิ่งขึ้นในอนาคต

5.2 สรุปและอภิปรายผลงานวิจัยการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

งานศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 4 ด้าน คือ เพื่อศึกษาขอบเขตการใช้งาน ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งาน รูปแบบการประเมินผลและค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมในการประเมินผลการทำงานของแต่ละสายอาชีพที่มีการใช้งาน BIM และพัฒนาเครื่องมือประเมินผลการทำงานที่นำไปสู่การใช้งาน BIM อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย

5.2.1 ด้านขอบเขตการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM ในประเทศไทย

จากผลการวิจัยกลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทย ยังคงมองประโยชน์ที่ได้รับในทิศทางเดียวกันอย่างชัดเจน ในด้านของการตรวจสอบความผิดพลาดจากแบบหรือการหาวิธีตรวจสอบจุดที่อาจสร้างปัญหาในอนาคตแล้วทำการแก้ไขก่อนการก่อสร้างจริง ซึ่งในทุกสาขาหัวข้อ 3D Coordination มีค่าระดับน้ำหนักสูงสุดเป็นอันดับ 1 ซึ่งสอดคล้องกับแบบสำรวจส่วนที่ 2 สถานะการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร และในปัจจุบันสำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน BIM ในประเทศไทย ได้เริ่มมีการนำเข้าไปประยุกต์ใช้ในการเริ่มขั้นตอนหลักทั้ง 4 ช่วงในงานก่อสร้าง (Planning, Design, Construction, Operate) ซึ่งแนวโน้มของการพัฒนาในอนาคตยังคงต้องอาศัยการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อใช้เปรียบเทียบกับสถิติในปัจจุบัน

5.2.2 ด้านปัจจัยมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

จากการศึกษาเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ในแต่ละเครื่องมือมีการจัดระดับการประเมินและปัจจัยที่ใช้ชี้วัดที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยนำมาจัดหมวดหมู่เปรียบเทียบ และคัดกรองได้ทั้งหมด 15 ด้าน (BIM Measurement Indicator) จากเครื่องมือต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ดังนี้

1. ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data Richness)
2. การนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินโครงการ (Life-cycle Views)
3. ขั้นตอนและกระบวนการเปลี่ยนแปลงการทำงาน (Change Management)
4. บทบาทและหน้าที่ของบุคลากรในการประยุกต์ใช้ (Roles or Disciplines)
5. ข้อมูลสะท้อนการทำงานขององค์กร (Business Process)
6. การตอบสนองความต้องการใช้ข้อมูล (Timeliness/ Response)
7. วิธีการเข้าถึงข้อมูล (Delivery Method)

8. ความสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงกราฟฟิกและแบบก่อสร้าง (Graphical Information)

9. ความสามารถในการระบุตำแหน่งข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Spatial Capability)

10. ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลในแบบจำลอง (Information Accuracy)

11. ความสามารถในการทำงานร่วมกัน (Interoperability IFC Support)

12. การพัฒนาทักษะ ความรู้ และความสามารถของบุคลากร (Skills and Competences)

13. ข้อมูล ภายหลังการใช้งานอาคาร (FM Data Richness)

14. การบริหารจัดการทรัพยากร (Hardware & Software)

15. การบริหารความเสี่ยงในการทำงาน (Risk Management)

โดยระบุค่าระดับประสิทธิภาพการทำงานเป็น 10 ระดับ (Performance Level) ซึ่งการให้ความหมายในแต่ละระดับประสิทธิภาพยังคงต้องมีการพัฒนาต่อในด้านความเข้าใจที่ตรงกันและเป็นกลางเพื่อให้ทุกคนสามารถใช้งานเครื่องมือนี้ได้

5.2.3 รูปแบบการประเมินผลและค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เหมาะสมกับประเทศไทย

จากการสำรวจการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ผู้วิจัยสามารถใช้ค่าระดับน้ำหนักของแต่ละองค์กรธุรกิจจากผลสำรวจเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือโดยใช้ในการคิดค่าระดับความสำคัญของ BIM Use ในแต่ละสาขาวิชาชีพเพื่อความสอดคล้องกับการใช้งานจริงในประเทศไทยสูงสุด

5.2.4 เครื่องมือต้นแบบสำหรับประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

จากผลการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร สามารถนำเสนอเครื่องมือต้นแบบสำหรับใช้ชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละการใช้ประโยชน์ (BIM Use) ด้วยปัจจัยชี้วัด 15 ข้อ โดยผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคารสามารถทำการระบุค่าระดับประสิทธิภาพ และเลือกปัจจัยชี้วัดในแต่ละ BIM Use ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานในโครงการเพื่อนำมาใช้ในการคำนวนคะแนน และระบบจะทำการคำนวนและสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบผลในเชิงปริมาณได้โดยมีทางเลือกในการรับทราบผลคือ ด้านของอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย ด้านความคาดหวังของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Manager) และด้านความคาดหวังของเจ้าของ (Owner)

5.3 ข้อจำกัดจากผลการวิจัย (Limitation)

5.3.1 ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ เป็นการสำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างองค์กรใน 5 สาขา ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม (Architectural Firm) ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร (Structural Firm) ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร (Mechanical & Electrical Firm) ผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง (Contractor & CM) ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (Real Estate Development) ทั้งสิ้นจำนวน 44 องค์กร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นเพียงส่วนหนึ่งของกลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในกรุงเทพมหานคร

5.3.2 รูปแบบการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารในแต่ละองค์กร มีการปรับเปลี่ยนตามความความเหมาะสมเพื่อให้เข้ากับลักษณะการทำงานของแต่ละองค์กรหรือสาขาวิชาชีพ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการศึกษาองค์กรใน 5 สาขาวิชาชีพซึ่งอาจไม่ครอบคลุมทั้งระบบการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

5.3.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทย ยังขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจด้านกระบวนการทำงานของ BIM ผู้ที่ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่ยอมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและมีความรู้สึกต่อต้านกับลักษณะการทำงานหรือเทคโนโลยีในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการปรับตัวค่อนข้างมาก และขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ส่งผลให้การให้ความหมายต่าง ๆ หาความเป็นกลางได้ยากและต้องอาศัยความเป็นมาตรฐานเข้ามาช่วยในส่วนนี้

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต (Perspective)

5.4.1 การอ้างอิงข้อมูลนี้ผู้ใช้งานควรมีวิจารณญาณและไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วน สำหรับงานวิจัยต่อไปควรมีการใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณมากขึ้นเพื่อให้งานวิจัยมีความละเอียดถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริงสูงสุดหรือพัฒนารูปแบบการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามอิเล็กทรอนิคในรูปแบบ online เพื่อให้แบบสอบถามสามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ง่ายยิ่งขึ้น เกิดเป็นเกณฑ์มาตรฐานใหม่ที่ถูกกำหนดขึ้นเองโดยผู้ใช้งาน อีกทั้งองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปในการวางแผนการทำงานในอนาคต หรือใช้ในการวางกรอบการทำงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีการใช้งาน BIM

5.4.2 จากข้อ 5.3.2 จึงควรมีการศึกษาและกำหนดประเภทของรูปแบบการทำงานของแต่ละสาขาวิชาชีพก่อนทำการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากยิ่งขึ้นและยังสามารถต่อยอดนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ในด้านอื่นๆ ต่อไปได้ และการพัฒนาปัจจัยชี้วัดสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นเจ้าของ (Owner) สำหรับในเครื่องมือต้นแบบนี้ ตัวชี้วัดจะมุ่งเน้นไปที่ผู้ใช้งานเป็นส่วนใหญ่จึงควรมีการศึกษาและพัฒนากระบวนการชี้วัดประสิทธิภาพในด้านของเจ้าของถึงความคาดหวังและการนำแบบจำลองมาใช้งานต่อจากผู้ออกแบบ

5.4.3 จากข้อ 5.3.3 ในด้านของการพัฒนาเครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ควรมีการปรับเปลี่ยนการให้ความหมายที่เป็นสากลยิ่งขึ้น สามารถเข้าใจได้ทั้งผู้ดูแลการใช้ประโยชน์และเจ้าของ โดยไม่ต้องอาศัยการตีความหลายขั้นตอนซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

5.4.4 ควรมีการพัฒนานำระบบต้นแบบให้สามารถใช้งานบน Web-base เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติของการใช้ประโยชน์จาก BIM ในประเทศไทยให้เป็นปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงสถานะการใช้งานของแต่ละสาขาวิชาชีพ

5.4.5 ในด้านของผลลัพธ์และระบบการทำงานนอกจากจะสามารถทำงานบน Web-base ได้ควรจะมีการพัฒนา User Interface ให้ตอบรับกับการใช้งานจริงประกอบกับการใช้งานฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพช่วยในการคำนวนผลประเมินให้มีความน่าเชื่อถือในข้อมูลมากขึ้น

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

Autodesk Inc. (2002). *Building Information Modeling*. Autodesk Building industry solutions, USA.

Brad Hardin, LEED AP. (2009). *BIM and Construction Management Proven Tools, Methods, and Workflows*. Indianapolis, Indiana, USA.

National Institute of Building Sciences [NIBS]. (2007). *National Building Information Modeling Standard*. Facilities information council national BIM standard, USA.

Eastman, C.E. (2008). *BIM Handbook A Guide to Building Information*. John Wiley and Sons. The business value of BIM getting building information modeling to the bottom line. New Jersey, USA.

Computer Integrated Construction Research Program (2010). *BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1*. The Pennsylvania State University, USA.

Tammy McCuen. (2013). *Future of the BIM Capability Maturity Model.* College of Architecture, University of Oklahoma, USA

Bilal Succar. (2009). *Measuring BIM performance: Five metrics.* School of Architecture and Built Environment, University of Newcastle, Callaghan Campus, NSW 2308, Australia

วิทยานิพนธ์

ธนัชชา สุขขี. (2554). *การศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

พีรพัฒน์ วณิชลักษมี. (2553). *สถานะและการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในองค์การก่อสร้าง.* (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์

สุขสวัสดิ์ หล่อสวัน (2556). *กรอบแนวคิดระบบติดตามโครงการก่อสร้างที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับผู้ว่าจ้าง.* (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์

Chan-ho Park, Jae-sang Ahn, Dong-min Lee, Yu-na Cha and Sang-yoon Chin. (2006). Key Performance Indicator on Benefits of BSC-based BIM and Validation Method. Department of u-City Design and Engineering Sungkyunkwan University, Seobu-ro, Jangan-gu, Suwan, Korea.

Hazar Dib, Yunfeng Chen, Robert Cox. (2012) A Framework for measuring building information modeling maturity based on Perception of Practitioners and Academics Outside the USA. Department of Building Construction Management, West Lafayette, IN

Patrick C. Suermann. (2009). *Evaluating the Impact of Building Information Modeling (BIM) on Construction.* Doctor of Philosophy, University of Florida, USA

Kristen Barlish. (2011). *How to Measure the Benefits of BIM - A Case Study Approach,* Master of Science, Arizona State University, USA

P. Coates et al. (2010). *The key performance indicators of the BIM implementation process.* The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, University of Salford, Nothingham, UK

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

Bilal Succar (2009). BIM Performance Measurement. Accessed September 27 Available from http://www.bimthinkspace.com/2009/09/episode-12-bim-performance-measurement.html

Adrian Malleson (2014). NBS National BIM Report. Accessed October 12. Available from http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/nbs-national-bim-report-2014.asp

Gerber B.,Rice S. (2009). The Value of Building Information Modeling: Can We Measure the ROI of BIM?. Accessed January 20. Available from http://www.aecbytes.com/viewpoint/2009/issue_47.html

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษา

ภายหลังทดลองใช้งาน “เครื่องมือประเมินการใช้งาน BIM” ของทางผู้วิจัย ในการทดสอบการใช้งานจริงจากนั้นทำการประเมินด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะในการแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือ

ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษาที่ 1

ประชากรตัวอย่างที่ 1 ผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรม

ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินเป็นอย่างไร

“ในแง่ของโปรแกรมที่ใช้คือเลือก Microsoft Excel ถือว่าดี เป็นโปรแกรมที่ทุกคนน่าจะเคยใช้งาน ทำให้สามารถเข้าใจวิธีการได้ไม่ยาก รวมถึงการใส่ปุ่มและ CheckBox ในแต่ละหน้าก็เป็นส่วนช่วยให้ผู้ใช้งานใช้ได้สะดวก แต่สำหรับเครื่องมือนี้ปุ่มต่าง ๆ ยังอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ตรงกัน และอีกส่วนหนึ่งผมคิดว่าในขั้นตอนการกรอกคะแนนในหน้าตัวชี้วัดค่อนข้างยากที่จะเข้าใจและใช้เวลาในการตีความค่อนข้างนาน อันนี้อาจเป็นอุปสรรคสำคัญของการใช้งานเครื่องมือตัวนี้”

ด้านการแสดงผลลัพธ์เป็นอย่างไร

“การแสดงผลลัพธ์สรุปออกมาเป็นกราฟแท่งมีความชัดเจนและเป็นประโยชน์มาก รวมถึงการสรุปผลจากข้อมูลแบบนามธรรมให้เป็นตัวเลขซึ่งทำให้เข้าใจได้ง่าย มีเกณฑ์มาตรฐานเปรียบเทียบกับในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งน่าสนใจและส่งผลกับการทำงานในอนาคตแน่นอน แต่ปัญหาก็อยู่ที่เรื่องของการใช้ภาษาและข้อความสำหรับอธิบายปัจจัยชี้วัด ซึ่งใช้คำศัพท์วิชาการมากเกินไปคนทั่วไปอาจไม่เข้าใจถึงความหมายหรืออาจตีความไปต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการประเมินโครงการได้”

ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือเป็นอย่างไร

“สำหรับในด้านการคำนวน การทำความเข้าใจค่อนข้างยาก ไม่มีโครงสร้างการคำนวนมาให้อ่านก่อนและการตีความหมายของระดับปัจจัย 10 ระดับในแต่ละข้อใช้เวลาทำความเข้าใจนานมาก ส่วนในด้านของค่าน้ำหนักถือว่ามีประโยชน์ จะดีมากกว่านี้ถ้าค่าน้ำหนักมีการ Update ตลอดเวลา เพื่อดูการเคลื่อนไหวของการใช้ประโยชน์จาก BIM ในประเทศไทยจริงๆ”

ด้านความสามารถในการประเมินเป็นอย่างไร

“ผลลัพธ์ที่แสดงออกมาสามารถใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งในหลายสิ่งไม่เคยทราบมาก่อนว่า BIM สมารถทำได้ จึงเป็นการสร้างองค์ความรู้ให้กับผู้ใช้งานได้จากสิ่งที่ไม่เคยได้ทราบ แต่สำหรับในด้านความรวดเร็วในการประเมินถือว่าอยู่ในระดับต่ำ หมายถึงใช้เวลานานเกินไปในการกรอกข้อมูล”

ด้านการนำไปใช้ต่อเป็นอย่างไร

“น่าจะนำไปใช้ได้บางส่วน โดยเฉพาะค่าน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM ของแต่ละสาขาสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการพัฒนากระบวนการทำงานในองค์กรได้ทันที และระบบต้นแบบตัวนี้ควรจะนำไปอยู่บน Website เพื่อให้ใช้งานได้ง่ายและจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลสำหรับการเก็บสถิติในการคำนวนต่อไป”

ข้อเสนอแนะ

“ปรับปรุงเนื้อหาในส่วนของปัจจัยชี้วัดการทำงานควรแก้ไขให้ผู้ใช้งานไม่ต้องตีความให้มาก เข้าใจได้ตรงกันมากที่สุดเครื่องมือนี้ก็จะเสถียรมากขึ้น และในด้านกราฟิกตัวอักษรและคำอธิบายควรจะปรับแก้ได้ให้มีขนาดใหญาขึ้นตามความเหมาะสมของผู้ใช้”

ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษาที่ 2

ประชากรตัวอย่างที่ 2 ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์

ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินเป็นอย่างไร

“ในฐานะของ Owner มีคุณสมบัติในปัจจัยชี้วัดหลายๆตัวที่ไม่สามารถระบุค่าระดับได้เนื่องจากสถานะการทำงานที่มีหลากหลายในการทำงานแต่ละโครงการ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาใดในโครงการ ซึ่งบางปัจจัยก็จะอยู่ในส่วนของผู้ออกแบบสถาปัตยกรรม บางส่วนก็ไปอยู่ในการดูแลของวิศวกรโยธา ซึ่งไม่สามารถทราบถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยชี้วัดหรือเพิ่มเติมปัจจัยสำหรับ Owner โดยเฉพาะ สำหรับในส่วนอื่นๆ ก็ใช้งานได้ง่ายและค่อนข้างคุ้นเคยกับโปรแกรม”

ด้านการแสดงผลลัพธ์เป็นอย่างไร

“การให้ความหมายของปัจจัยชี้วัดยังไม่ไปในทิศทางเดียวกัน ควรปรับเกณฑ์การประเมินระดับให้สอดคล้องกัน อาจเป็นที่การเลือกใช้คำที่ต้องการการตีความซึ่งไม่ควรให้เกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน ในส่วนของผลลัพธ์ที่เป็นตัวเลขนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานโดยใช้ค่าน้ำหนักที่สามารถกำหนดได้เอง ตรงส่วนนี้ Owner มีความคาดหวังในการทำงานและระบุเป้าหมายตลอดเวลาซึ่งเหมาะต่อการใช้งาน”

ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือเป็นอย่างไร

“อยู่ในระดับปานกลาง ไม่ได้ทราบถึงขั้นตอนการคำนวนเชิงลึกว่าที่มาของผลลัพธ์มาจากที่ใดบ้าง แต่ค่าน้ำหนักในอุตสาหกรรมก่อสร้างถ้าหากใช้ข้อมูลชุดนี้ไปตลอด อาจมองในแง่ของการพัฒนาได้ เช่น ใช้ในการดูความเปลี่ยนแปลงขององค์กรตนเองในแง่การใช้ประโยชน์จาก BIM แต่ชี้วัดโครงการที่เกิดต่างเวลาไม่ได้”

ด้านความสามารถในการประเมินเป็นอย่างไร

“ผลลัพธ์ตรงกับสิ่งที่ต้องการทราบ ซึ่งในอนาคตเกณฑ์การประเมินหรือปัจจัยชี้วัดอาจเปลี่ยนไปตามแต่ละองค์กรจะคิดขึ้นมา และขั้นตอนที่ควรปรับปรุงคือขั้นตอนการใช้งานปัจจัยชี้วัดซึ่งด้วยความละเอียดของเครื่องมือที่ชี้วัดถึง 10 ระดับ เลยมีความจำเป็นต้องใช้เวลาอ่านตีความค่าระดับแต่ละตัวทั้ง 15 ด้าน หากเป็นไปได้ควรหาวิธีการประเมินที่ลดระยะเวลาลงแต่ผลลัพธ์ยังคงเดิม”

ด้านการนำไปใช้ต่อเป็นอย่างไร

“เครื่องมือนี้ใช้ได้จริงสำหรับ ผู้ออกแบบ รับเหมา และค่าน้ำหนักก็สามารถใช้ได้เช่นกัน แต่ควรมีการ Update ข้อมูลทุกๆปีเพื่อติดตามกระแสการใช้งานให้เป็นปัจจุบัน”

ข้อเสนอแนะ

“อาจมีการสร้างปัจจัยชี้วัดโดยเฉพาะ Owner ขึ้นอีกส่วนหนึ่งหรือพัฒนาขึ้นมาใหม่ให้เหมาะกับการทำงานในประเทศไทยมากขึ้น เนื่องจากแนวโน้มในอนาคตสถานการณ์ของ BIM ในประเทศไทยน่าจะมีการเติบโตที่สูงขึ้น”

ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษาที่ 3

ประชากรตัวอย่างที่ 3 ผู้รับเหมาและบริหารงานก่อสร้าง

ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินเป็นอย่างไร

“ถือว่าใช้งานง่ายและเรียงลำดับการทำงานอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการเลือกใช้ค่าน้ำหนักตามวิชาชีพ ซึ่งประเด็นนี้สำคัญมากเนื่องจากการใช้งาน BIM ของแต่ละสาขาก็ใช้ต่างกัน เป็นไปไม่ได้ที่เครื่องมือประเมินจะให้ค่าน้ำหนักความสำคัญที่เท่ากัน”

ด้านการแสดงผลลัพธ์เป็นอย่างไร

“การใช้ข้อความเพื่ออธิบายยังทำได้ไม่ดีนักควรเลือกใช้คำที่เหมาะสมและง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้งาน แต่สำหรับในส่วนอื่นๆ ถือว่าเหมาะสมแล้วในส่วนของกราฟแท่งมีความตรงไปตรงมาใช้สีแยกประเภทชัดเจน”

ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือเป็นอย่างไร

“ลำดับขั้นตอนการคำนวนคล้ายกับระบบการคิดเกรดเฉลี่ยโดยมีค่าน้ำหนักเป็นหน่วยกิตที่สามารถกำหนดเองก็ได้ และมีของในอุตสาหกรรมก่อสร้างมาให้ใช้งานเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบตลาดกับองค์กรของตนเอง ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้จริง”

ด้านความสามารถในการประเมินเป็นอย่างไร

“ใช้เวลานานเกินไป คาดว่าปัญหาอยู่ที่การระบุค่าระดับปัจจัยชี้วัดการทำงาน แต่ถ้ามองในมุมของการคำนวนหากข้อมูลที่ใส่ยิ่งมีความละเอียดเท่าไร ผลลัพธ์ก็ยิ่งใกล้เคียงความจริงเท่านั้น จึงเป็นเหตุว่าการประเมินอาจไม่สามารถทำให้เสร็จได้ในเวลาอันสั้นจำเป็นต้องมีเวลาและการจดบันทึกอย่างมีระบบเพื่อใช้พิจารณาในการกรอกข้อมูลเพื่อนำไปคำนวน”

ด้านการนำไปใช้ต่อเป็นอย่างไร

“สามารถนำไปใช้จริงได้อย่างแน่นอน เนื่องจากผลการประเมินแสดงให้เห็นถึงความจริงของการทำงานในโครงการซึ่งส่งผลต่อวิธีการทำงานแน่นอน เพื่อให้ไปสู่เกณฑ์มาตรฐานและใช้ในการออกนโยบายเพื่อควบคุมการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด”

ข้อเสนอแนะ

“เห็นด้วยกับการที่ระบบนี้จะถูกนำไปใส่ใน Website ที่มีฐานข้อมูลรองรับและทำการ Update ข้อมูลตลอดเวลา อาจมีการปรับปรุงได้แง่ความสวยงามของ Interface การทำงานและการให้ความหมายของข้อมูลต่าง ๆ ให้เข้าใจง่ายมากขึ้น”

ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษาที่ 4

ประชากรตัวอย่างที่ 4 ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร

ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินเป็นอย่างไร

“ขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน เรียงลำดับได้ดี แต่มีความสับสนในขั้นตอนการเลือกปัจจัยที่จะนำมาคำนวน อาจเป็นเพราะปัจจัยชี้วัดมีหลายข้อและการเลือกเฉพาะตัวที่จะนำมาใช้ค่อนข้างพิจารณาได้ยาก อีกทั้งในหลายส่วนก็ไม่ได้มีการจดบันทึกไว้เลยทำให้ระบุค่าระดับในบางข้อไม่ได้”

ด้านการแสดงผลลัพธ์เป็นอย่างไร

“กราฟแท่งช่วยให้เข้าใจความเป็นจริงมากขึ้น เพราะทุกอย่างที่เป็นข้อมูลมักจะเป็นในเชิงคุณภาพทั้งนั้น การที่จะแปลงให้มาเป็นตัวเลขเพื่อแสดงเป็นกราฟมันค่อนข้างเป็นไปได้ยาก ก็เลยไม่รู้จะหาเกณฑ์แบบไหนมาใช้วัดผลและเปรียบเทียบ ซึ่งถือว่างานวิจัยตัวนี้เป็นการเริ่มต้นที่ดี”

ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือเป็นอย่างไร

“สำหรับหัวข้อนี้คงต้องใช้เวลาศึกษาเครื่องมือมากกว่านี้ หรืออาจต้องมี Flow การทำงานของเครื่องมือรวมถึงที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประกอบกัน ในแต่ละสาขาวิชาชีพก็มีลักษณะการทำงานที่มีความหลากหลาย เช่น รับเหมาก่อสร้าง ก็จะมีรับเหมางานโครงสร้าง งานระสุขาภิบาล งานไฟฟ้า ซึ่งอาจจะแยกกันตามธุรกิจองค์กร ดังนั้นที่มาของค่าเฉลี่ยในอุตสาหกรรมก่อสร้างจากการสำรวจอาจจะต้องเพิ่มเติมเรื่องพวกนี้เข้าไปร่วมพิจารณาด้วย”

ด้านความสามารถในการประเมินเป็นอย่างไร

“ความสามารถอาจจะไม่ใช่ในด้านเครื่องมือ แต่เป็นความสามารถในการตีความความหมายของแต่ละปัจจัยของผู้ใช้งานมากกว่า จำเป็นต้องหาคำอธิบายที่เข้าใจง่ายกว่านี้ อีกอุปสรรคหนึ่งคือการให้ความหมายของ BIM ในไทยก็ค่อนข้างหลากหลายการทำงานก็ไม่เหมือนกันต้องหาจุดเชื่อมโยงให้เจอ”

ด้านการนำไปใช้ต่อเป็นอย่างไร

“สำหรับตอนนี้คิดว่าเครื่องมือนี้สามารถพัฒนาต่อได้ ในส่วนของค่าน้ำหนักในอุตสาหกรรมส่วนนี้ยังคงต้องทำต่อให้ได้ค่าที่ทุกคนยอมรับ อาจใช้เวลา เพราะคนไทยมักเปลี่ยนแปลงได้ช้า ต้องยอมรับตรงส่วนนี้และหวังว่าจะนำมาใช้ได้จริงในอนาคต”

ข้อเสนอแนะ

“ไม่มี”

ข้อมูลการสัมภาษณ์กรณีศึกษาที่ 5

ประชากรตัวอย่างที่ 5 ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร

ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือประเมินเป็นอย่างไร

“The process is easy to use, but users should use it with themself or make a tutorial so that users do not need to own anybody description.”

ด้านการแสดงผลลัพธ์เป็นอย่างไร

“The graph is easy to understand results of worldwide. Other evaluation measurement can make the results, it looks like this.”

ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือเป็นอย่างไร

“The weight of the uses of BIM may be unusable. It can not be present at all times, may be only 1-2 years only, which you can continue.”

ด้านความสามารถในการประเมินเป็นอย่างไร

“There is a problem with the interpretation of the terminology that is used in determining factor working ,in other sections is considered well done and implemented.”

ด้านการนำไปใช้ต่อเป็นอย่างไร

“May be used, but must adjust to the meaning of the word describes, and interesting measure factors in bringing to study.”

ข้อเสนอแนะ

“The text explanations are quite lengthy, possiblily better to be less wordy”

ภาคผนวก ข
แบบสำรวจและแบบประเมินความพึงพอใจ

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. แบบสำรวจ สถานะการใช้งานในปัจจุบันของกลุ่มผู้ใช้งาน BIM และงานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์โดยการประเมินด้วยค่าระดับความสำคัญในการใช้ประโยชน์จาก BIM ด้านต่าง ๆ ของแต่ละสายอาชีพ เป็นตัวกำหนดค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ซึ่งเกณฑ์สำหรับความสำคัญในการใช้ประโยชน์จาก BIM ในแต่ละด้านประกอบด้วยระดับทั้งหมด 10 ระดับ

2. แบบสัมภาษณ์ สำหรับศึกษาในแง่มุมของนโยบายกับการปรับใช้เทคโนโลยีในองค์กรก่อสร้าง และประเมินเครื่องมือชี้วัดประสิทธิภาพถึงข้อดีข้อเสียและสิ่งที่ต้องปรับปรุง ในทัศนะของผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM โดย อ้างอิงข้อมูลจากเครื่องมือประเมิน การวิเคราะห์รูปแบบกายภาพและบริหารจัดการเพื่อนำไปสู่การชี้วัดประสิทธิภาพที่มีความชัดเจนสูงสุด

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

โทรศัพท์: +66 (0) 2986 9434, +66 (0) 2986 9605-6 โทรสาร: +66 (0) 2986 8067 เว็บไซต์: http://www.tds.tu.ac.th

<u>คำชี้แจง</u> แบบสำรวจชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสำรวจสถานะการใช้งานและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย เพื่อสำรวจความคิดเห็น ความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติของผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย เพื่อใช้ประกอบในการทำงานศึกษาวิจัยในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาประสิทธิภาพและประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย” ของนักศึกษาปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปี พ.ศ.2558

แบบสำรวจมีจำนวนทั้งหมด 14 หน้า ประกอบด้วยชุดแบบสำรวจ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 สถานะการประยุกต์ใช้งานและปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

ส่วนที่ 3 เป้าหมายและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Goals/ BIM Uses)

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และต่อองค์กรของท่านสูงสุด ขอความกรุณาท่านผู้ตอบแบบสำรวจ

<u>อันดับที่ 1</u> BIM Manager (ผู้รับผิดชอบควบคุมดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM)

<u>อันดับที่ 2</u> สถาปนิกโครงการ (Project Architect), วิศวกรโครงการ (Project Engineer), ผู้รับผิดชอบโครงการ หรือผู้ประกอบการ

<u>(*กรณีองค์กรของท่านไม่มี BIM Manager ให้เลือก อันดับที่ 2)</u>

เพียง 1 ท่าน ในองค์กรของท่าน โปรดกรุณากรอกแบบสำรวจนี้ตามความรู้ความเข้าใจของท่าน ถ้าหากท่านไม่ทราบคำตอบ หรือไม่สามารถตอบคำถามได้ในบางกรณี โปรดผ่านไปโดยไม่ต้องกรอกคำตอบ กรุณาอย่าใช้การคาดเดา ทั้งนี้คำตอบของท่านจะนำไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น และขอรับรองว่าการให้ข้อมูลของท่านจะไม่เกิดผลกระทบใดๆ ต่อท่าน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ตรงตามความเป็นจริง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1.1 เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20 - 30 ปี ☐ 31 - 40 ปี ☐ 41 - 50 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี

1.3 ระดับการศึกษาสูงสุด

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท ☐ สูงกว่า ปริญญาโท ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

1.4 ตำแหน่งงานของผู้ตอบแบบสำรวจ

☐ BIM Manager ☐ สถาปนิกโครงการ ☐ วิศวกรโครงการ ☐ เจ้าของกิจการ

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

1.5 ประสบการณ์ในการทำงานในองค์กรของผู้ตอบแบบสำรวจ

☐ ต่ำกว่า 1 ปี ☐ 1 - 2 ปี ☐ 2 - 4 ปี ☐ 4 - 6 ปี ☐ 6 - 8 ปี

☐ มากกว่า 8 ปี

1.6 สถานะขององค์กรของท่านในวงการก่อสร้าง (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรม ☐ ผู้ออกแบบงานโครงสร้างอาคาร

☐ ผู้ออกแบบงานระบบอาคาร ☐ รับเหมา/ บริหารงานก่อสร้าง

☐ พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

1.7 องค์กรของท่านจัดอยู่ในกลุ่มองค์กรขนาดใด

☐ ขนาดเล็ก 1-20 คน ☐ ขนาดกลาง 21-50 คน ☐ ขนาดใหญ่ มากกว่า 50 คน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ตรงตามความเป็นจริง

ส่วนที่ 2 สถานะการประยุกต์ใช้งาน และปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในประเทศไทย

2.1 สถานะการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในองค์กร

2.1.1 ท่านรู้จัก แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) หรือไม่

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก ☐ ไม่แน่ใจ

2.1.2 ท่านทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) จากแหล่งใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ สื่อ/ สิ่งพิมพ์ ☐ การอบรม/ สัมมนา ☐ วิทยุ/ โทรทัศน์
☐ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ☐ เพื่อนร่วมงาน ☐ หนังสือ/ เอกสารงานวิจัย
☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2.1.3 ในความรู้ความเข้าใจของท่าน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) คืออะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ระบบการจัดการอาคาร ผ่านกระบวนการ Software 3 มิติ
☐ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกแบบ/ เขียนแบบก่อสร้าง
☐ หลักการทำงานแบบ Object-base Parametric Modeling
☐ Revit, Archicad, Tekla, Allplan, Bensley Architect, etc
☐ ความคิดเห็น อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

2.1.4 เทคโนโลยี หรือ Software ที่ใช้ในการพัฒนาโครงการสถาปัตยกรรม ที่มีการใช้งานในองค์กรของท่านในปัจจุบัน มีอะไรบ้าง

.....

.....

2.1.5 องค์กรของท่านได้มีการนำกระบวณการของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) มาใช้ในองค์กรหรือไม่

☐ มีการใช้งาน *(กรุณาตอบแบบสำรวจในข้อ 2.1.6 ถัดไป)
☐ ไม่มีการใช้งาน *(จบการทำแบบสำรวจ)

2.1.6 ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในโครงการ จนถึงปัจจุบัน (มีนาคม 2558)

☐ น้อยกว่า 6 เดือน ☐ 6 เดือน - 1 ปี ☐ 1 – 3 ปี ☐ มากกว่า 3 ปี

2.1.7 จำนวนโครงการที่มีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการ

☐ น้อยกว่า 3 โครงการ ☐ 3 - 5 โครงการ ☐ 5 - 10 โครงการ
☐ มากกว่า 10 โครงการ

2.1.8 หากองค์กรของท่านกำลังมีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในโครงการ ขอบเขตของการใช้งานอยู่ในระดับใด

☐ ทดลองกับงานขนาดเล็กที่ไม่มีความซับซ้อน แต่ไม่ใช่งานก่อสร้างจริง
☐ ทดลองกับงานขนาดเล็กที่ไม่มีความซับซ้อน และเป็นงานก่อสร้างจริง
☐ ทดลองกับงานขนาดปานกลางที่มีความซับซ้อนพอสมควร แต่ไม่ใช่งานก่อสร้างจริง
☐ ทดลองกับงานขนาดปานกลางที่มีความซับซ้อนพอสมควร และเป็นงานก่อสร้างจริง
☐ ทำงานโดยใช้กระบวนการ BIM ได้ครบสมบูรณ์เฉพาะส่วนที่ให้ประโยชน์ต่อองค์กร
☐ ไม่มีความคิดเห็น
☐ ความคิดเห็น อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ในองค์กร

2.2.1 แนวคิดที่มีผลต่อการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับในองค์กรของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ทำให้สามารถเข้าใจแบบก่อสร้างได้มากขึ้น และสามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน
☐ ใช้สร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ (3D Model)
☐ ใช้ในการออกแบบ เขียนแบบก่อสร้าง (Shop Drawing, As-Built Drawing)
☐ ถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ประมาณราคา
☐ การนำเสนอผลงานในรูปแบบมุมมอง 3 มิติ มาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจของลูกค้า
☐ เพื่อลดระยะเวลา ต้นทุนและทรัพยากรในการทำงาน
☐ ใช้สำหรับจัดการเกี่ยวกับเอกสารก่อสร้าง
☐ ใช้ในการลำดับงานก่อสร้าง (Method Statement)
☐ มีข้อมูลก่อสร้างจริง (As built Drawing) ที่ถูกต้องเชื้อถือได้ และเป็นแบบ 3 มิติ ซึ่งสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้สำหรับการบริหารจัดการอาคาร เช่น ทำแผนการบำรุงรักษาอาคาร แผนการประหยัดพลังงานหรือการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ เป็นต้น
☐ ใช้ตรวจสอบข้อผิดพลาดหรือข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง
☐ เป็นการสร้างภาพพจน์ให้กับองค์กรในแง่ของเทคโนโลยีด้านการออกแบบ ก่อสร้าง
☐ สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ในอนาคต
☐ การจัดทำฐานข้อมูล (Family) สามารถนำไปใช้ในโครงการอื่นๆได้ และเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการทำงานที่ซ้ำซ่อนกัน หรือ ในรูปแบบเดียวกัน
☐ การแก้ไขแบบให้เป็นปัจจุบัน (Update) ทำให้ทุกส่วนมีความสัมพันธ์กันได้รับการแก้ไขโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง
☐ การเชื่อมโยงข้อมูลไปยังผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการโดยการใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารและฐานข้อมูลเดียวกัน ช่วยให้การประสานงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

☐ การวิเคราะห์อาคาร เช่น ด้านพลังงาน พื้นที่ประโยชน์ใช้สอยอาคาร เป็นต้น

☐ ความต้องการของลูกค้า (Owner) และกระแสของการเปิดการค้าเสรี (FTA)

☐ การสนับสนุนของผู้จำหน่าย Software ทั้งในด้านการฝึกอบรมการใช้งานและด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เขียนแบบก่อสร้าง

☐ ความคิดเห็น อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

2.2.2 ความสำคัญของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) จากการใช้งานในองค์กรของท่าน มีอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ลดขั้นตอน ระยะเวลา ต้นทุนในการทำงานและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ในขั้นตอนการออกแบบและในระหว่างขั้นตอนก่อสร้าง จากการตรวจสอบปัญหาและข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้าง

☐ ลดการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการเขียนแบบใหม่หากเกิดการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของแบบก่อสร้าง และตำแหน่งของงานที่มีการแก้ไข จะสามารถเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ทำให้การแก้ไขเกิดขึ้นในขั้นตอนเดียวไม่ต้องทำการแก้ไขในหลายมุมมอง

☐ การวางแผน บริหารจัดการและควบคุมงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการทั้งด้านระยะเวลา งบประมาณ และคุณภาพในการทำงานซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวอาคาร

☐ การประมาณราคาก่อสร้าง และลดการบานปลายของค่าก่อสร้างที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบ และควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง

☐ พัฒนาคุณภาพของงานออกแบบ งานเขียนแบบ และงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำมากขึ้นจากการเห็นภาพจำลองอาคารเสมือนจริงก่อนการก่อสร้าง

☐ ใช้ในการทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) แบบก่อสร้างเสมือน (As-Built Drawing) ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบจำลองอาคาร 3 มิติ

☐ ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการประสานงานของระบบต่าง ๆ (Combine) เช่น งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานระบบ ทั้งก่อนและในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง โดยการใช้แบบจำลองอาคารเดียวกัน

☐ ส่งเสริมด้านการนำเสนอผลงานให้มีประสิทธิภาพ ช่วยให้เจ้าของและผู้ออกแบบมีความเข้าใจที่ไปในทิศทางเดียวกัน

☐ ลดข้อจำกัดของการออกแบบอาคารที่มีความสลับซับซ้อน โดยเฉพาะอาคารที่มีรูปทรงอิสระและออกแบบได้ตรงตามความต้องการ

☐ ช่วยในด้านการวิเคราะห์อาคาร เช่น พลังงาน โครงสร้าง งานระบบประกอบอาคาร สิ่งแวดล้อม และอื่นๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ของโครงการ ก่อนที่จะทำการออกแบบและก่อสร้างจริง

☐ ความคิดเห็น อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

2.2.3 ปัญหา-อุปสรรค ที่ท่านได้พบเจอ ภายหลังจากการประยุกต์ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) เกิดจากสาเหตุ อะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ขาดบุคคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานและมีประสบการณ์ในการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร

☐ ขาดบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร

☐ ผู้บริหารยังขาดความรู้ความเข้าใจในประสิทธิภาพและกระบวนการทำงานและผู้ที่จะให้ความรู้เกี่ยวกับ แบบจำลองข้อมูลอาคาร อย่างจริงจัง

☐ ผู้ที่ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่ยอมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและมีความรู้สึกต่อต้านกับลักษณะการทำงานหรือเทคโนโลยีในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการปรับตัวค่อนข้างมาก

☐ ค่าลิขสิทธิ์ของ Software และการเพิ่มประสิทธิภาพของ Hardware มีราคาค่อนข้างสูง

☐ ขาดบุคลากรที่จะมาให้ความรู้และฝึกอบรมเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร อย่างจริงจัง

☐ ด้านการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้ที่ใช้งานร่วมกัน (Work Set) อีกทั้งกลุ่มผู้ใช้งาน (User Group) ในประเทศไทยยังมีน้อย

☐ การประสานงานระหว่างผู้รับเหมาช่วงเกี่ยวกับการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร

☐ การใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร มีความยากและค่อนข้างซับซ้อน

☐ ขาดการสนับสนุนทางด้านฐานข้อมูล (Families) ที่จัดทำขึ้นจากผู้ผลิต Software โดยตรง เพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการทำงานโครงการ

☐ ความคิดเห็น อื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

2.2.4 องค์กรของท่าน ได้มีรูปแบบการประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) หรือไม่

☐ มีการประเมิน ด้วยวิธีการ

.....

☐ ไม่มีการประเมิน

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ตรงตามความเป็นจริง

ส่วนที่ 3 เป้าหมายและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM Goals/ BIM Uses)

BIM Uses คือ การกำหนดรูปแบบการใช้ข้อมูลจาก BIM Model ซึ่งแบ่งออกเป็น 23 รูปแบบ (อ้างอิงจาก BIM Project Execution Planning Guide Version 2.1 โดย Penn State University) ซึ่งการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก BIM ในโครงการ สำหรับขั้นตอนของการวางแผนการทำงานร่วมกัน หรือการกำหนดแนวทางการทำงานร่วมกันจากหลายฝ่าย (BIM Execution Plan) ควรที่จะมีการระบุถึงทิศทางของความต้องการประโยชน์ ในการกำหนดขอบเขตการทำงานเพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ (BIM Goals)

ดังนั้น แบบสำรวจส่วนที่ 3 ในฐานะที่ท่านควบคุมดูแลการใช้ประโยชน์จาก BIM กรุณาระบุถึง BIM Uses ที่เป็น<u>จุดประสงค์ เป้าหมายหลัก หรือความคาดหวังในประโยชน์จากการใช้ BIM เฉพาะในส่วนที่องค์กรของท่านใช้งานอยู่จริง (BIM Goals)</u> โดยให้คะแนน จากการให้ความสำคัญของแต่ละ BIM Uses ที่มีต่อโครงการของท่านโดยแบ่งออกเป็น 10 ระดับ โดยท่านสามารถทบทวนคำจำกัดความของ BIM Uses ทั้ง 23 ข้อ ได้จากด้านหลังของแบบสำรวจ

* หากในกรณี BIM Uses บางหัวข้อ องค์กรของท่านไม่ได้นำมาใช้งาน ให้ท่านทำการ <u>เว้นว่าง</u> ไว้

BIM Uses	Value to Project									
	High			Medium			Low			
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1. Existing Conditions Modeling										
2. Cost Estimation (Quantity Take-Off)										
3. Phase Planning (4D Modeling)										
4. Programming										
5. Site Analysis										
6. Design Reviews										
7. Design Authoring										
8. Engineering Analysis - Energy Analysis										
9. Engineering Analysis - Structural Analysis										
10. Engineering Analysis – Lighting Analysis										
11. Sustainability (LEED) Evaluation										
12. Code Validation										
13. 3D Coordination										
14. Site Utilization Planning										
15. Construction System Design (Virtual Mockup)										
16. Digital Fabrication										
17. 3D Control and Planning (Digital Layout)										
18. Record Modeling										
19. Building (Preventative) Maintenance Scheduling										
20. Building Systems Analysis										
21. Asset Management										
22. Space Management and Tracking										
23. Disaster Planning										

โดยแต่ละ BIM Uses มีคำจำกัดความเบื้องต้น ดังนี้

1.1. **Existing Conditions Modeling**

เป็นกระบวนการที่ทีมงานพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติภายใต้เงื่อนไขของพื้นที่ Site ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกภายใน Site หรือ ภายในสถานที่ที่มีบริเวณเฉพาะ สามารถที่จะใช้ BIM พัฒนาแนวทางในการบริหารจัดการได้ในหลายวิธี รวมทั้งปรับใช้ร่วมกับเลเซอร์สแกนและเทคนิคการสำรวจ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการและการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2. **Cost Estimation (Quantity Take-Off)**

เป็นกระบวนการที่ BIM สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยในการตรวจสอบปริมาณที่ถูกต้องและประมาณการค่าใช้จ่ายตลอดวงจรของโครงการ กระบวนการนี้จะช่วยให้เห็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนของโครงการซึ่งสามารถช่วยลดการสูญเสียงบประมาณมากเกินไป เนื่องจากการปรับเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ในโครงการ สามารถช่วยในการประหยัดทั้งด้านเวลาและด้านเงิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในขั้นตอนของการออกแบบโครงการ

1.3. **Phase Planning (4D Modeling)**

เป็นกระบวนการที่รูปแบบ 4D (แบบจำลอง 3 มิติที่เพิ่มมิติด้านเวลา) ถูกนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการวางแผนการ Renovation, Retrofit, Addition นอกจากนี้ยังสามารถแสดงลำดับการก่อสร้างและความต้องการพื้นที่ใน Site ก่อสร้าง ทั้งนี้การสร้างแบบจำลอง 4 มิติคือการสร้างมุมมองภาพล่วงหน้า และเป็นเครื่องมือสื่อสารที่สามารถให้ทีมงานโครงการรวมทั้งเจ้าของเกิดความเข้าใจที่ตรงกันในความคืบหน้าของโครงการและแผนงานก่อสร้าง

1.4. **Programming**

เป็นกระบวนการที่ใช้งาน BIM ในเชิงพื้นที่ ซึ่งสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพและความถูกต้องในการประเมินผลการการออกแบบที่คำนึงถึงความต้องการเชิงพื้นที่ ช่วยให้ทีมงานโครงการสามารถทำการวิเคราะห์พื้นที่และเข้าใจความซับซ้อนของมาตรฐาน รวมถึงกฎระเบียบในการจัดสรรพื้นที่ เป็นการตัดสินใจที่สำคัญในช่วงของการออกแบบและนำคุณค่ามาสู่โครงการสูงสุด

1.5. **Site Analysis**

เป็นกระบวนการที่ BIM และเครื่องมือ GIS ถูกใช้ในการประเมินคุณสมบัติในพื้นที่ที่กำหนดเพื่อตรวจสอบสถานที่ตั้งของ Site ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโครงการในอนาคต ข้อมูลที่เก็บรวบรวมใน Site จะถูกนำมาใช้ในการเลือกพื้นที่และวางตำแหน่งอาคาร

1.6. **Design Reviews**

เป็นกระบวนการที่ใช้รูปแบบมุมมอง 3 มิติ ในการตรวจสอบด้านการออกแบบในหลายแง่มุม ตัวอย่างเช่น ความสวยงามของพื้นที่ รูปแบบสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เช่น layout, sightlines, lighting, security, ergonomics, acoustic, texture, color เป็นต้น ซึ่งสามารถสร้างในระดับความละเอียด (LOD) ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการของโครงการ ตัวอย่างของการสร้างแบบจำลองที่มีรายละเอียดสูง แต่เป็นในส่วนเล็ก ๆ ของอาคาร เช่น

façade อาคารสามารถวิเคราะห์ทางเลือกในการออกแบบและแก้ปัญหาการออกแบบ รวมถึงวิธีการก่อสร้างได้

1.7. **Design Authoring**

เป็นกระบวนการที่กำหนดให้ผู้ที่เขียนแบบจำลองข้อมูลอาคาร ภายใต้สภานะต่าง ๆ (Architecture, Structure, MEP) ที่มีความสำคัญต่อการออกแบบอาคาร โดยผู้ที่เขียนแบบจำลองในขณะที่ทำการตรวจสอบหรือวิเคราะห์แบบจำลอง จะทำการเพิ่มข้อมูลลงไปในแบบจำลองมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ของการตรวจสอบและการวิเคราะห์แบบจำลองสามารถใช้สำหรับการตรวจสอบการออกแบบได้ ทั้งนี้การกำหนดสถานะของผู้เขียนแบบจำลอง คือก้าวแรกสู่ BIM และที่สำคัญคือการเชื่อมต่อรูปแบบ 3 มิติที่มีฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ ด้วยข้อมูลด้านคุณสมบัติ ปริมาณ วิธีการ ค่าใช้จ่ายและตารางเวลา

Engineering Analysis (Structural, Lighting, Energy, Mechanical, Other)

เป็นกระบวนการที่ซอฟแวร์ใช้แบบจำลอง เพื่อตรวจสอบวิธีการทางวิศวกรรมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดการออกแบบ ทั้งนี้การพัฒนาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการส่งต่อไปยังเจ้าของ หรือผู้ประกอบการเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบของอาคาร เช่น วิเคราะห์การใช้พลังงาน, การวิเคราะห์โครงสร้าง การวางแผนการอพยพฉุกเฉิน เป็นต้น การวิเคราะห์และจำลองประสิทธิภาพการทำงานอย่างมีนัยสำคัญสามารถปรับปรุงการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกและการใช้พลังงานในช่วงอายุการใช้งานอาคารในอนาคต

1.8. **Engineering Analysis - Energy Analysis**

การใช้ประโยชน์จาก BIM ในแง่สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการวิเคราะห์พลังงานเป็นขั้นตอนการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวก มากกว่าโปรแกรมจำลองพลังงานในอาคารที่ใช้รูปแบบการตั้งค่าทั่วไป ซึ่ง BIM สามารถให้ผลลัพธ์อย่างถูกต้องในการดำเนินการประเมินการใช้พลังงานสำหรับการออกแบบอาคารในปัจจุบัน เป้าหมายหลักของประโยชน์การใช้ BIM นี้ คือการตรวจสอบด้านพลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐานและแสวงหาโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในโครงการ

1.9. **Engineering Analysis - Structural Analysis**

กระบวนการในการสร้างแบบจำลองซึ่งการวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง มาตรฐานขั้นต่ำที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการตรวจสอบอย่างเคร่งครัด การวิเคราะห์การออกแบบโครงสร้าง การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ สำหรับการจำลองการทำงานที่ช่วยให้เห็นถึงความเป็นเป็นได้ในระหว่างการออกแบบและก่อสร้าง

1.10. **Engineering Analysis - Lighting Analysis**

กระบวนการในการสร้างแบบจำลองซึ่งการวิเคราะห์การออกแบบเพื่อที่จะตรวจสอบการทำงานของระบบไฟส่องสว่างสามารถใช้กับในร่มและกลางแจ้ง รวมถึงแสงธรรมชาติ จากการวิเคราะห์นี้จะสามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาปรับแต่งการออกแบบแสงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.11. **Sustainability (LEED) Evaluation**

เป็นกระบวนการที่โครงการ BIM ถูกประเมินบนพื้นฐานของ LEED หรือเกณฑ์อื่น ๆ ที่เน้นด้านความยั่งยืน กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของสิ่งอำนวยความสะดวกรวมถึงการวางแผนการออกแบบ การก่อสร้าง และการดำเนินการ การใช้คุณสมบัติที่ยั่งยืนให้กับโครงการในการวางแผนและขั้นตอนการออกแบบตั้งแต่แรกเริ่มจะทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงค่าใช้จ่ายและระยะเวลาของการตัดสินใจ กระบวนการนี้ต้องครอบคลุมสาขาวิชามากขึ้น โดยการให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าต่อโครงการ นอกจากนี้ในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่มีขั้นตอนการอนุมัติ LEED จึงมีการเพิ่มเติมในส่วนของการคำนวณและการจำลองพลังงาน การคำนวณภายในสภาพแวดล้อมแบบบูรณาการ ความรับผิดชอบต่อสังคมที่มีการกำหนดแนวทางไว้อย่างดีและใช้งานร่วมกันได้อย่างชัดเจน

1.12. **Code Validation**

เป็นกระบวนการที่ซอฟแวร์ทำการตรวจสอบข้อกฎหมาย โดยใช้การตรวจสอบพารามิเตอร์ในแบบจำลองกับกฎหมายเฉพาะโครงการ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบรูปแบบการออกแบบที่ถูกต้อง

1.13. **3D Coordination**

เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ Communicate กันระหว่าง Discipline ตัวอย่างเช่น Clash Detection ที่ใช้ในการตรวจสอบในระหว่างขั้นตอนการประสานงานเพื่อตรวจสอบข้อมูลความขัดแย้งโดยการเปรียบเทียบจากแบบจำลอง 3 มิติ ของแต่ละระบบ เป้าหมายของการตรวจสอบการซ้อนทับกัน คือการกำจัดความขัดแย้งในส่วนที่สำคัญก่อนการก่อสร้างจริง

1.14. **Site Utilization Planning**

เป็นกระบวนการที่ BIM ถูกใช้ในการแสดงกิจกรรม สิ่งอำนวยความสะดวกถาวรและชั่วคราวบน Site ในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้าง นอกจากนี้ยังสามารถจะเชื่อมโยงกับตารางเวลาของกิจกรรมการก่อสร้างที่จะจำลองพื้นที่และกำหนดลำดับตามเวลา สามารถกำหนดทรัพยากรแรงงาน วัสดุที่มีการส่งมอบ และสถานที่ตั้งอุปกรณ์ เนื่องจากส่วนประกอบรูปแบบ 3 มิติสามารถเชื่อมโยงโดยตรงกับตารางเวลาของการจัดการ Site

1.15. **Construction System Design (Virtual Mockup)**

เป็นกระบวนการที่ 3D ซอฟแวร์ถูกใช้เพื่อการออกแบบและวิเคราะห์การก่อสร้างรวมถึงวิธีการก่อสร้างที่ซับซ้อนเพื่อเตรียมการวางแผนก่อนก่อสร้าง

1.16. **Digital Fabrication**

เป็นกระบวนการที่ใช้ข้อมูลดิจิตอลในการกำหนดการผลิตของวัสดุก่อสร้าง หรือประกอบการใช้ประโยชน์จากการสั่งผลิตแผ่นเมทัลชีทให้ได้ตามขนาด โครงสร้างเหล็กท่อต้นแบบสำหรับการออกแบบตามที่ต้องการ จะช่วยในการสร้างความมั่นใจว่าขั้นตอนของการผลิตจะมีความผิดพลาดน้อยที่สุด และจะมีชิ้นส่วนที่สูญเสียจากการตัดแต่งหน้างานน้อยที่สุด

1.17. **3D Control and Planning (Digital Layout)**

เป็นกระบวนการที่ใช้ข้อมูลควบคุมรูปแบบสิ่งอำนวยความสะดวกโดยอัตโนมัติ ควบคุมการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์และสถานที่ตั้ง ตัวอย่าง การใช้พิกัด GPS เพื่อตรวจสอบว่าการขุดความลึกที่เหมาะสมอยู่ในระดับเท่าใด

1.18. **Record Modeling**

บันทึกการสร้างแบบจำลอง เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสดงให้เห็นถึงการเป็นตัวแทนของอาคารจริงที่ถูกต้องของสภาพทางกายภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพย์สินของสิ่งอำนวยความสะดวก ในรูปแบบของการบันทึก ซึ่งในค่าระดับขั้นต่ำควรมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรมหลัก โครงสร้างและงานระบบ เป็นการสร้างแบบจำลองตลอดโครงการรวมทั้งการเชื่อมโยงการดำเนินงาน การบำรุงรักษา ข้อมูลสินทรัพย์ ในการส่งมอบแบบจำลองให้กับเจ้าของหรือผู้จัดการสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งระบบการวางแผนพื้นที่อาจมีความจำเป็นในกรณีที่เจ้าของตั้งใจที่จะใช้ประโยชน์จากข้อมูลในอนาคต

1.19. **Building (Preventative) Maintenance Scheduling**

เป็นกระบวนการใช้ข้อมูลที่กำหนดในองค์ประกอบหลักของอาคาร เช่น ผนัง พื้น หลังคา และรวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานระบบอาคาร เช่น งานระบบเครื่องกล งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาและใช้งานอาคาร เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานอาคาร ลดงานซ่อมบำรุงและลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการจัดการอาคาร

1.20. **Building Systems Analysis**

เป็นกระบวนการวัดประสิทธิภาพของอาคารโดยเปรียบเทียบกับรูปแบบการออกแบบอาคาร ซึ่งรวมถึงการวัดประสิทธิภาพการทำงานของงานระบบอาคาร และการใช้พลังงานของอาคาร แต่ไม่ครอบคลุมถึงการออกแบบเปลือกอาคารที่มีผลต่อการหมุนเวียนของอากาศ (Ventilated façade studies) การวิเคราะห์แสงสว่าง (Lighting Analysis) การวิเคราะห์การหมุนเวียนของอากาศทั้งภายในและภายนอกอาคาร (internal and external CFD airflow) และการวิเคราะห์ผลกระทบของแสงแดดต่อเปลือกอาคาร (solar analysis)

1.21. **Asset Management**

เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ระบบบริหารจัดการองค์กร (organized management system) สามารถเชื่อมต่อแบบสองทางกับแบบจำลอง (record model) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาและจัดการการใช้งานอาคารและทรัพย์สิน ซึ่งทรัพย์สินในที่นี้ประกอบด้วย ตัวอาคาร ระบบอาคาร สภาพแวดล้อมโดยรอบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการการบำรุงรักษา ปรับเปลี่ยนและการจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์แต่เจ้าของโครงการและผู้ใช้งานภายใต้งบประมาณที่กำหนด ช่วยในการตัดสินใจทางการเงิน การวางแผนทั้งในระยะสั้น-ระยะยาวรวมถึงการออกแผนงานการสั่งซื้อ การบริหารจัดการทรัพย์สิน (Asset Management) สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองช่วยสำรวจที่ตั้งทรัพย์สินต่าง ๆ ในระบบการจัดการทรัพย์สิน ซึ่งมีส่วนช่วยในการพิจารณาค่าใช้จ่ายทีเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงทรัพย์สินในอาคาร ช่วยแยกค่าใช้จ่ายที่แท้จริงออกจากภาษี และการจัดการฐานข้อมูลให้ครอบคลุมสภาพปัจจุบันสามารถช่วยให้เห็นถึงมูลค่าของทรัพย์สินของบริษัทได้ ระบบการเชื่อมต่อแบบสองทางยังช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นภาพของทรัพย์สินจากแบบจำลอง ก่อนที่จะเข้าไปซ่อมบำรุง เป็นประโยชน์ในการลดเวลาในการปฏิบัติงาน

1.22. **Space Management and Tracking**

เป็นกระบวนการที่ BIM ถูกนำมาใช้จัดการและติดตามพื้นที่อย่างเหมาะสมกับทรัพยากรที่เกี่ยวข้องภายในสถานที่ รวมถึงข้อมูลสิ่งอำนวยความสะดวก จะช่วยให้ทีมผู้บริหารสิ่งอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์การใช้งานที่มีอยู่ของพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ในการวางแผนการจัดการ การเปลี่ยนแปลงควบคู่กัน จะเป็นประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการปรับปรุงโครงการ การบริหารจัดการพื้นที่และการติดตามเพื่อให้แน่ใจว่าการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมเชิงพื้นที่ตลอดชีวิตของสิ่งอำนวยความสะดวก

1.23. **Disaster Planning**

เป็นกระบวนการที่หน่วยงานกู้ภัยฉุกเฉินจะมีการเข้าถึงข้อมูลอาคาร ข้อมูล BIM จะให้ข้อมูลอาคารที่สำคัญในการตอบสนองต่อการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของการตอบสนองและลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยข้อมูลอาคารแบบไดนามิก จะได้รับการใช้งานจากระบบ (BAS) ในขณะที่ข้อมูลอาคารแบบคงที่ เช่น แปลนและตำแหน่งอุปกรณ์จะอยู่ในรูปแบบ BIM ทั้งสองระบบ จะต้องบูรณาการผ่านการเชื่อมต่อแบบไร้สายและการตอบสนองฉุกเฉินจะได้รับการเชื่อมโยงกับระบบโดยรวม BIM ควบคู่กับ BAS จะสามารถแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงตำแหน่งฉุกเฉินที่ตั้งอยู่ภายในอาคาร เส้นทางที่สามารถไปได้ รวมถึงพื้นที่ที่เป็นอันตรายอื่น ๆ ภายในอาคาร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

โทรศัพท์: +66 (0) 2986 9434, +66 (0) 2986 9605-6 โทรสาร: +66 (0) 2986 8067 เว็บไซต์: http://www.tds.tu.ac.th

เรียน ผู้ดูแลการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)

<u>คำชี้แจง</u>

ด้วย ข้าพเจ้า นายภากร ภัทราพรพิสิฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาบริหารจัดการสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์ เรื่อง *“เครื่องมือประเมินการใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย”* ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการมาถึงขั้นตอนทดสอบผลการพัฒนาเครื่องมือ

ซึ่งภายหลังทดลองใช้งาน “เครื่องมือประเมินการใช้งาน BIM” ของทางผู้วิจัย ในการทดสอบการใช้งานจริงจากนั้นทำการประเมินด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะในการแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือต่อไป ทั้งนี้การประเมินของท่านจะนำไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น และขอรับรองว่าการให้ข้อมูลของท่านจะไม่เกิดผลกระทบใดๆ ต่อท่านหรือองค์กรของท่าน

ขอแสดงความนับถือ
ภากร ภัทราพรพิสิฐ
ผู้วิจัย

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

<u>แบบประเมินความพึงพอใจ</u> จากการทดลองใช้งาน “เครื่องมือประเมินแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM)"

การประเมิน “เครื่องมือประเมินการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร”

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ตรงตามความเป็นจริง

1. แบบสำรวจความคิดเห็นส่วนที่ 2 นี้ เป็นการสอบถามข้อมูลความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสำรวจภายหลังจากที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งแบบสำรวจมแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ
   1.1 ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process)
   1.2 ด้านผลลัพธ์ (Result)
   1.3 ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable)
   1.4 ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance)
   1.5 ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied)
2. ในการตอบแบบสำรวจตอนที่ 2 นี้ ขอความกรุณาให้ท่านดำเนินการดังนี้
   ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องในแบบสำรวจที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยตัวเลขของระดับความพึงพอใจแต่ละด้านมีความหมายดังนี้
   5 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
   4 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับมาก
   3 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
   2 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับน้อย
   1 หมายถึง ความเหมาะสม/ ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

2.1 ด้านขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ (Process)

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.การเรียงลำดับขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ					
2.ขั้นตอนการเลือกหัวข้อการใช้ประโยชน์จาก BIM (BIM Use)					
3.ขั้นตอนการเลือกใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามสาขาวิชาชีพ (Average Weight)					
4.ขั้นตอนการกรอกคะแนน สำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพ					
5.ขั้นตอนการรับทราบผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข					
6.ความเหมาะสมของโปรแปรมที่ใช้พัฒนาเครื่องมือ					
7.ตำแหน่งของปุ่มและตารางในเครื่องมือ					

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ตรงตามความเป็นจริง

2.2 ด้านผลลัพธ์ (Result)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ					
2.ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ					
3.ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ					
4.ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย					
5.ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ					
6.คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย					
7.ผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพ					
8.ผลลัพธ์เชิงตัวเลข					

2.3 ด้านความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ (Reliable)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1.ขั้นตอนการคำนวนค่าระดับคะแนน					
2.ปัจจัยชี้วัดประสิทธิภาพการใช้งาน BIM (Performance Indicator)					
3.ค่าเฉลี่ยน้ำหนักการใช้ประโยชน์จาก BIM (Average Weight)					
4.การให้ความหมายของข้อมูล					
5.ผลลัพธ์เชิงแผนภูมิภาพและตัวเลข					

2.4 ด้านความสามารถในการประเมิน (Performance)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1.ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการใช้ข้อมูล					
2.ความรวดเร็วในการประเมินของเครื่องมือ					
3.การประเมินโดยกำหนดค่าน้ำหนักด้วยตนเอง					
4.การประเมินโดยใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามวิชาชีพ					

2.5 ด้านการนำไปใช้ต่อ (Applied)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1.ผลลัพธ์สามารถนำไปใช้ได้กับโครงการจริง					
2.ผลลัพธ์จากเครื่องมือส่งผลต่อการวางแผนการทำงานในอนาคต					
3.ปัจจัยชี้วัดการทำงานสามารถใช้สำหรับกำหนดวัตถุประสงค์การทำงานได้					
4.กระบวนการประเมินนี้ควรอยู่ในระบบ Web-base ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย					
5.ระดับความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมือประเมิน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

โทรศัพท์: +66 (0) 2986 9434, +66 (0) 2986 9605-6 โทรสาร: +66 (0) 2986 8067 เว็บไซต์: http://www.tds.tu.ac.th

Dear BIM Manager

I am Mr. Phakorn Phatrapornpisit. 2nd year Graduate student in Management class of Architecture, Faculty of Architecture and Planning. Thammasat University approved the scheme thesis ***"A STUDY OF EVALUATION TOOLS OF BUILDING INFORMATION MODELING IN CONSTRUCTION INDUSTRY IN THAILAND"*** under control of Professor Dr. Chawee Busayarat, Thesis advisor who conducted. This research comes to the test step results in the development of the tool.

In order to conduct research, it's wish accomplished with great courtesy on request to collect information by **BIM Manager** experimental BIM Evaluation Tool's Researcher for evaluation and assessment with the assessment user satisfaction. And suggestions for correction and further development of the tool.

Your Faithfully

Phakorn Phattrapornpisit

Researcher

Faculty of Architecture and Planning

Thammasat University

User satisfaction assessment from experimental of "BIM Evaluation Tool"

Please mark ✓ into ☐ or fill in your answer.

1. This Part is to ask the opinion of the respondents after the trial of BIM Evaluation Tool. User satisfaction is divided into 5 aspects are.

2.1 Process

2.2 Result

2.3 Reliable

2.4 Performance

2.5 Applied

2. This Part of this satisfaction assessment ask that you do the following. Please mark ✓ into ☐ or fill in your answer. The number of levels of satisfaction on each aspects have the following meanings.

5 refers to the appropriate/ satisfaction level in most.

4 refers to the appropriate/ satisfaction level in lot.

3 refers to the appropriate/ satisfaction level in medium.

2 refers to the appropriate/ satisfaction level in less.

1 refers to the appropriate/ satisfaction level in minimum.

2.1 Process

List of assessment	Satisfaction level				
	1	2	3	4	5
1. The sorting process tools					
2. The process of selecting the topics to take advantage of the BIM (BIM Use).					
3. The filling process for choose weight for calculating					
4. The filling process for performance indicators					
5. The process of getting to know the results-oriented charts and numeral.					
6. The suitability of the software development tools used. (MS Excel)					
7. The position of the button and the table in the tool.					

Please mark ✓ into ☐ or fill in your answer.

2.2 Result.

List of assessment	Satisfaction level				
	1	2	3	4	5
1. In the select the type of characters on the screen.					
2. In the select the size of characters on the screen.					
3. In the select the color of characters on the screen.					
4. The appropriateness of the use of text for interpretation.					
5. Same as the standard in the design of User Interface.					
6. The words used are familiar and can be followed easily.					
7. Results-oriented charts.					
8. Results-oriented numeral.					

2.3 Reliable.

List of assessment	Satisfaction level				
	1	2	3	4	5
1. The process of calculating.					
2. Performance indicators usage factor for BIM.					
3. The average weight of the use of BIM.					
4. The definition of the data.					
5. Results-oriented charts, figures and numeral.					

2.4 Performance.

List of assessment	Satisfaction level				
	1	2	3	4	5
1. The results match the demand for information.					
2. The duration of the evaluation of the tool.					
3. Evaluation of using manually weight					
4. Evaluation of using average weight based on professional ethics.					

2.5 Applied.

List of assessment	Satisfaction level				
	1	2	3	4	5
1. The results can be applied to actual projects.					
2. The results of the tools affect the planning of future work.					
3. Performance indicators can be used for the purpose of work.					
4. This evaluation process should be in a Web-base system that can be easily accessed.					
5. The level of knowledge in the use of assessment tools.					

Suggestion.

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างชุดคำสั่ง Macro ในระบบต้นแบบ

ตัวอย่างชุดคำสั่งใน Buttom สำหรับข้ามหน้า Sheet

```
Sub BIMUSE()
' BIMUSE Macro
    Sheets("BIM Use").Select
End Sub
```

ตัวอย่างชุดคำสั่งใน Checkbox สำหรับเลือกคำนวนเฉพาะ BIM Use ที่ต้องการ และสั่งให้ใส่สีดำลงใน BIM Use ที่ไม่ได้เลือกใช้ในหน้า Indicator

```
Private Sub CheckBox1_Click()
    If CheckBox1.Value = True Then
    Sheet3.Range("G2:G24").Interior.ColorIndex = Null
    Sheet2.Rows("19:51").EntireRow.Hidden = False
End If
    If CheckBox1.Value = False Then
    Sheet3.Range("G2:G24").Interior.ColorIndex = 1
    Sheet2.Rows("19:51").EntireRow.Hidden = True
End If
End Sub
```

ตัวอย่างชุดคำสั่งใน Buttom สำหรับสั่งให้ Checkbox เลือกเครื่องหมาย ✓ ทั้งหมด

```
Sub CheckAll()
' CheckAll Macro
'Dim sh As Shape
   For Each sh In ActiveSheet.Shapes
         'Uncheck ActiveX objects
         If sh.Type = msoOLEControlObject Then
         If TypeName(sh.OLEFormat.Object.Object) = "CheckBox" Then
         sh.OLEFormat.Object.Object = True
End If
      Next sh
End Sub
```

ตัวอย่างชุดคำสั่งใน Checkbox สำหรับเลือกปัจจัยชี้วัดที่จะนำมาใช้ในการคำนวนในหน้า Indicator

```
Private Sub CheckBox1_Click()
      If CheckBox1.Value = False Then
      Sheet4.Range("G4").Value = ""
End If
      If CheckBox1.Value = True Then
      Sheet4.Range("G4").Value = ActiveSheet.Range("E10")
End If
End Sub
```

ตัวอย่างคำสั่งใน การเลือกใช้ค่า Average Weight ในอุตสาหกรรมก่อสร้างใช้คำนวนตามแต่ละสาขาวิชาชีพ

```
=IF(Calculate!$F$3=1,Calculate!P14,IF(Calculate!$F$3=2,Calculate!R14,IF(Calculate!$F$3=3,Calculate!T14,IF(Calculate!$F$3=4,Calculate!V14,IF(Calculate!$F$3=5,Calculate!X14,"X")))))
```

ตัวอย่างคำสั่งการแสดงค่าคะแนนที่ใช้ในการคำนวน ส่วนค่าที่ไม่ได้ใช้ให้แสดงเป็น 0.00

```
=IF('Area of Interest'!V4>0,'Area of Interest'!X4,"0.00")
```

ตัวอย่างคำสั่งการเปรียบเทียบค่าคะแนนที่ได้กับมาตรฐานเพื่อแสดงเป็นผลชี้วัด

```
=IF($F$30 > 9,"Platinum",IF($F$30 > 8,"Gold",IF($F$30 > 7,"Silver",IF($F$30 > 6,"Certified",IF($F$30 > 4,"Minimum BIM","Not Certified")))))
```

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย ภากร ภัทราพรพิสิฐ
วันเดือนปีเกิด	9 สิงหาคม 2533
ตำแหน่ง	สถาปนิก บริษัท เจเอไอ กรุ๊ป จำกัด
ประสบการณ์ทำงาน	2558 Graduated Architect JAI Group.co.Ltd.