

การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการ  
ใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF BIM TOOL FOR CLASSROOM SPACE UTILIZATION ASSESSMENT IN  
UNIVERSITY



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Architecture  
Department of Architecture  
Faculty of Architecture  
Chulalongkorn University  
Academic Year 2019  
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคาร เรียนในมหาวิทยาลัย
โดย	นายปวีศร์ คำมูลตรี
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ ینگโรจน์ฤทธิ์

---

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนะจิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณ ศรีบุญบุตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ ینگโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์พรณชัช สุริโยธิน)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์)

ปวริศร์ คำมูลตรี : การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วย  
ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย. ( DEVELOPMENT  
OF BIM TOOL FOR CLASSROOM SPACE UTILIZATION ASSESSMENT IN  
UNIVERSITY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วรภัทร์ ینگโรจน์ฤทธิ

มหาวิทยาลัยได้กำหนดแนวทางการพัฒนาในด้านการบูรณาการ การพัฒนาและบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมกายภาพ อาคารสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่ต่างๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการนั้นได้กำหนดให้สถาบันอุดมศึกษาทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร พร้อมทั้งจัดทำรายงานส่ง อย่างไรก็ตามปริมาณข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นมีจำนวนมากและข้อมูลมีความซับซ้อน ซึ่งขาดการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดระหว่างหน่วยงาน รวมถึงใช้ระยะเวลาในการประเมินมาก ในการวิจัยนี้จึงได้พัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยมีขั้นตอนในการใช้งานแบ่งเป็น 4 ส่วนหลักคือ ส่วนที่ 1 การเตรียมระบบข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล และการเตรียมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ส่วนที่ 2 การตั้งค่าฐานข้อมูลและกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูล ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร และการแสดงผลในรูปแบบแปลนและในรูปแบบรายงาน ทั้งในระดับอาคารและระดับคณะ/สำนัก ส่วนที่ 4 เสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในรูปแบบรายงาน จากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาสำหรับแต่ละอาคาร ใช้เวลาแต่ละขั้นตอนประมาณ 5 นาที ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ 4 อย่าง ได้แก่ 1) การแสดงผลการประเมินตามค่าระดับสีในรูปแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 2) รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับอาคาร 3) รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก 4) รายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยในส่วนโปรแกรมที่ได้พัฒนานี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารและฐานข้อมูล ซึ่งจะช่วยลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร รวมถึงช่วยลดระยะเวลาในการประเมินผล

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม

ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6073566625 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORD: BUILDING UTILIZATION EFFICIENCY, CLASSROOM EFFICIENCY,  
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Pawaris Khammultri : DEVELOPMENT OF BIM TOOL FOR CLASSROOM  
SPACE UTILIZATION ASSESSMENT IN UNIVERSITY. Advisor: Asst. Prof.  
VORAPAT INKAROJRIT, Ph.D.

The university to establish a development guideline of integrated physical environment for support learning environment. The announcement of the Ministry of Education has stipulated that higher education institutions evaluate the building utilization efficiency and submit them with a report. However, the amount of data used is large and complicated, and there is no linking of all data between departments. It would also require a large amount of time to assessment. In this research, Building Information Modeling (BIM) tool has been developed to help assess the efficiency of building utilization. The using process has 4 phases, as follows: First, the preparation of data systems and BIM; Second, the data link between the BIM and the database; Third, the analysis of building utilization efficiency evaluation. Fourth, suggestions for increasing the efficiency of building utilization. In each building assessment as using the developed tool each phase take about 5 minutes. The results are the display based on the color level values in the form of the BIM plan, the assessment report of Classroom Utilization for the building level and faculty/department level and the suggestions report for increasing the efficiency of building utilization. For this program that has been developed, it will act as a link between the BIM and the database. This will help reduce redundant work processes and help increase the efficiency of data usage in BIM. as well as reducing the time for evaluation.

Field of Study: Architecture

Student's Signature .....

Academic Year: 2019

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงค์โรจน์ฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและข้อคิดเห็น อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาวิจัย ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ ทำให้การเรียนและวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อรรรจน์ เศรษฐบุตุตร และ รศ.พรพรรณชลัท สุริโยธิน สำหรับให้ความรู้ คำแนะนำและข้อคิดเห็น อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งตลอดการศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมถึงการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ รศ.วิวัฒน์ อุดมพิติทรัพย์ สำหรับให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยนี้ อีกทั้งกรุณาให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบุคลากร สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการให้สัมภาษณ์และให้ข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาวิจัย อีกทั้งให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญสำหรับงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เป็นสถานที่บ่มเพาะให้ความรู้และให้ความอนุเคราะห์ในการจัดทำหนังสือเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องด้วยงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยบางส่วนจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้โครงการประเมินประสิทธิภาพของมหาวิทยาลัยด้านความยั่งยืน ประจำปีงบประมาณ 2562

ขอขอบพระคุณบริษัท ซิโน-ไทย เอ็นจิเนียริ่งแอนด์คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) สำหรับการอนุญาตให้ลาศึกษาในวันและเวลาที่กระทบกับเวลาการทำงาน เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้ความสามารถและนำมาประยุกต์ใช้กับลักษณะงานที่เกี่ยวข้อง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน พี่ เพื่อน น้อง บุคคลรอบข้างทุกๆ คน รวมถึงผู้ที่มีความช่วยเหลือทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบิดา มารดาและครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำที่ดีและให้กำลังใจ แรงบันดาลใจ ที่ทำให้เกิดวิทยานิพนธ์นี้

ปวริศร์ คำมูลตรี

## สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.5 นิยามและคำจำกัดความของคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 เกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ อาคาร.....	8
2.2 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร.....	10
2.3 การศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	13
2.3.1 มาตรฐานรายละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	15
2.3.2 กระบวนการของแนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	19

2.4 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา	20
2.5 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	22
2.6 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	25
2.7 สรุปการทบทวนวรรณกรรม	27
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	29
3.1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น	31
3.1.1 การทบทวนวรรณกรรม	31
3.1.2 การเก็บข้อมูลเบื้องต้น	32
3.1.3 วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับของผู้เข้าร่วมการวิจัย	33
3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและการกำหนดตัวแปรที่จะนำมาศึกษา	33
3.2.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง	34
3.2.2 การกำหนดตัวแปร	35
3.3 การเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย	36
3.4 การตรวจสอบข้อมูลอาคารและการคัดกรองการใช้งานห้องเรียน	38
3.4.1 การตรวจสอบข้อมูลอาคาร	38
3.4.2 การคัดกรองการใช้งานห้องเรียน	39
3.5 การพัฒนาระบบข้อมูล	40
3.5.1 การเลือกเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา	40
3.5.2 การเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	41
3.5.2.1 การสร้าง Parameter	42
3.5.2.2 การสร้าง Color Scheme	43
3.5.2.3 การสร้าง Family Room Tags	44



3.5.2.4 การสร้าง Schedule .....	46
3.5.3 การเตรียมฐานข้อมูลและการแสดงผล .....	46
3.5.3.1 การเตรียม Template ฐานข้อมูล.....	47
3.5.3.2 การเตรียม Template การแสดงผลรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ ประโยชน์อาคาร .....	48
3.5.3.3 การเตรียม Template การแสดงผลรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการ ใช้ประโยชน์อาคาร.....	49
3.6 การพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	49
3.6.1 คำสั่ง Export .....	50
3.6.2 คำสั่ง Import.....	50
3.6.3 คำสั่ง Utilization.....	51
3.6.4 คำสั่ง Report Utilization .....	52
3.6.5 คำสั่ง Optimization.....	52
3.6.6 คำสั่ง Optimization Guideline .....	54
3.6.7 คำสั่ง Department Level.....	54
3.7 การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา โดยกลุ่มผู้ใช้งาน.....	54
3.8 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร.....	56
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	57
4.1 รายละเอียดของการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	57
4.2 กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนาและเครื่องมือที่ได้พัฒนา .....	59
4.2.1 กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา .....	59
4.2.2 ชุดเครื่องมือที่ได้พัฒนา.....	60
4.3 ผลการพัฒนาระบบข้อมูล .....	61
4.3.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล .....	62

4.3.2 การเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	62
4.4 การใช้งานพัฒนาเครื่องมือที่ได้พัฒนา .....	65
4.4.1 การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	65
4.4.2 การตั้งค่าเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศและการตั้งค่าฐานข้อมูล .....	66
4.4.2.1 การตั้งค่าไนโปรแกรมเสริม Dynamo .....	67
4.4.3 กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล .....	70
4.4.4 การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร..	72
4.4.5 การแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร.....	73
4.4.5.1 การแสดงผลในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	73
4.4.5.2 การแสดงผลในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	74
4.4.5.3 การแสดงผลในรูปแบบรายงานบน Excel Template .....	75
4.5 การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา.....	77
4.5.1 การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของเครื่องมือพัฒนา .....	78
4.5.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	79
4.5.3 การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน .....	81
4.5.4 สรุปการแนะนำของผู้ให้สัมภาษณ์ .....	81
4.5.5 การปรับปรุงเครื่องมือที่ได้พัฒนา.....	82
4.6 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	82
4.6.1 การตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	84
4.6.2 การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ.....	85
4.6.2.1 การแสดงผลในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	85
4.6.2.2 การแสดงผลในรูปแบบรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ .....	86
4.7 สรุปการพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	87

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	88
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	88
5.1.1 การนำเครื่องมือที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้งาน .....	89
5.1.2 สรุปขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนา .....	90
5.2 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	91
5.3 การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ อาคาร .....	94
5.4 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งาน .....	96
5.4.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งานด้านข้อมูล .....	96
5.4.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งานด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	96
5.4.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งานด้านโปรแกรมเสริม .....	97
5.5 ข้อเสนอแนะ .....	98
บรรณานุกรม .....	100
ภาคผนวก .....	103
ภาคผนวก ก. เอกสารการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน และแบบสัมภาษณ์ .....	104
ภาคผนวก ข. ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ อาคารของสถาบันอุดมศึกษา .....	111
ภาคผนวก ค. รายการตรวจสอบการใช้งานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา .....	121
ประวัติผู้เขียน .....	123

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2. 1 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ .....	17
ตารางที่ 2. 2 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามสภาสถาปนิก สภาวิศวกร และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย .....	18
ตารางที่ 3. 1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐานกลาง.....	32
ตารางที่ 3. 2 สรุป Parameter ที่ต้องสร้างเพิ่ม .....	42
ตารางที่ 3. 3 รายละเอียดการตั้งค่า Parameter .....	43
ตารางที่ 3. 4 แสดงค่าระดับสีตามผลการประเมินประสิทธิภาพห้องเรียน .....	43
ตารางที่ 3. 5 สรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการนำเข้าและส่งออกระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล.....	47
ตารางที่ 3. 6 ตัวแปรที่แสดงในรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	48
ตารางที่ 3. 7 ตัวแปรที่แสดงในรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	49
ตารางที่ 4. 1 ผลการประเมินในระดับอาคารของกลุ่มตัวอย่างปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาต้น	57
ตารางที่ 4. 2 ผลการประเมินในระดับอาคารของกลุ่มตัวอย่างปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาปลาย .....	58
ตารางที่ 4. 3 ผลการประเมินในระดับคณะ/สำนัก ของกลุ่มตัวอย่าง .....	58
ตารางที่ 4. 4 สรุปข้อมูลสำหรับการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	63
ตารางที่ 4. 5 การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่พัฒนากับการคำนวณรูปแบบเดิม.....	78
ตารางที่ 4. 6 การเปรียบเทียบกระบวนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร .....	80
ตารางที่ 5. 1 การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนามบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	90

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1. 1 แผนยุทธศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560 - 2563 .....	1
ภาพที่ 2. 1 แนวคิดของ BIM.....	14
ภาพที่ 2. 2 การทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	14
ภาพที่ 2. 3 ระดับการพัฒนา (LOD) ของเก้าอี้.....	16
ภาพที่ 2. 4 แสดงตัวอย่าง LOD และ LOI.....	19
ภาพที่ 2. 5 แนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	19
ภาพที่ 2. 6 กรอบความคิดที่พัฒนา BIM 7D.....	21
ภาพที่ 2. 7 การแสดงผลข้อมูลทางกายภาพ real-time ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารแสดง และ ในรายงาน .....	22
ภาพที่ 2. 8 เส้นทางการบำรุงรักษาแบบแปลนในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	24
ภาพที่ 2. 9 ตารางเวลางานบำรุงรักษาอาคารที่ถูกสร้างขึ้น .....	24
ภาพที่ 2. 10 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของโปรแกรมเสริม.....	25
ภาพที่ 2. 11 การแสดงผลด้วยเช็คสีจากผลการคำนวณในโปรแกรม Autodesk Revit.....	27
ภาพที่ 3. 1 กรอบขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	30
ภาพที่ 3. 2 แสดงความเชื่อมโยงของตัวแปร.....	35
ภาพที่ 3. 3 แบบจำลองสารสนเทศอาคารระยะแรก (ก) และระยะสอง (ข).....	36
ภาพที่ 3. 4 รูปแบบการแก้ไขข้อมูลอาคารในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	39
ภาพที่ 3. 5 การกำหนดค่าระดับสีตามผลการประเมินในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	44
ภาพที่ 3. 6 การสร้าง Family Room Tags ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	45
ภาพที่ 3. 7 การแสดงรูปแบบ Room Tags ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	45
ภาพที่ 3. 8 การแสดงรูปแบบ Schedule ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	46
ภาพที่ 3. 9 แนวคิดการทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo สำหรับชุดคำสั่ง Export และ Import .....	51

ภาพที่ 4. 1 การแสดงผลการประเมินในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	59
ภาพที่ 4. 2 กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา .....	60
ภาพที่ 4. 3 ขั้นตอนการ Transfer Parameters .....	63
ภาพที่ 4. 4 ขั้นตอนการ Load Family.....	64
ภาพที่ 4. 5 ขั้นตอนการ Insert from File .....	65
ภาพที่ 4. 6 การกรอกข้อมูลอาคารที่ทำการประเมิน .....	66
ภาพที่ 4. 7 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา.....	67
ภาพที่ 4. 8 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Export.....	67
ภาพที่ 4. 9 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Import .....	68
ภาพที่ 4. 10 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Report Utilization.....	68
ภาพที่ 4. 11 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Report Optimization.....	69
ภาพที่ 4. 12 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Department Level .....	70
ภาพที่ 4. 13 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Export และ Import .....	70
ภาพที่ 4. 14 กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล .....	72
ภาพที่ 4. 15 รูปแบบชุดคำสั่ง Utilization ในโปรแกรมเสริม .....	73
ภาพที่ 4. 16 การแสดงผลการประเมินในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร .....	74
ภาพที่ 4. 17 การแสดงผลการประเมินในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	75
ภาพที่ 4. 18 การแสดงผลการประเมินระดับอาคาร ในรูปแบบรายงานบน Excel Template .....	76
ภาพที่ 4. 19 การแสดงผลการประเมินระดับคณะ/สำนัก ในรูปแบบรายงานบน Excel Template.....	77
ภาพที่ 4. 20 กระบวนการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ .....	83
ภาพที่ 4. 21 การกำหนดค่าค่าบรรทัดฐาน.....	85
ภาพที่ 4. 22 การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร.....	85
ภาพที่ 4. 23 การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในรูปแบบรายงานบน Excel Template.....	86
ภาพที่ 5. 1 สรุปขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา.....	91

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยมีการปรับเปลี่ยนด้านหลักสูตรและรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งทรัพยากรทางกายภาพนั้นเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ส่งผลให้ความต้องการการใช้งานพื้นที่การเรียนรู้มีลักษณะหลากหลายมากขึ้น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้กำหนดแนวทางการพัฒนาตามแผนยุทธศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560 - 2563 (สำนักยุทธศาสตร์และการขับเคลื่อน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562) ดังแสดงในภาพที่ 1.1 ในด้านการบูรณาการ พัฒนาการ และบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม กายภาพ อาคาร สิ่งก่อสร้าง และพื้นที่ต่างๆ ให้สามารถสร้างมูลค่าและสร้างคุณค่าจากทรัพยากรที่มีอยู่ และดำเนินการปรับเปลี่ยนตามผังแม่บท เพื่อออกแบบสภาพแวดล้อมทางการศึกษา กระตุ้นการเรียนรู้ สร้างนวัตกรรมใหม่ ซึ่งมหาวิทยาลัยเป็นสถานที่ที่ประกอบไปด้วยกลุ่มอาคารที่มีจำนวนมาก ลักษณะการใช้งานที่มีความหลากหลาย ในการดำเนินการสนับสนุนด้านการเรียนการสอนภายในมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะการใช้ห้องเรียนไม่ว่าจะเป็นห้องบรรยาย หรือห้องปฏิบัติการต่างๆ จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการผู้ใช้งานได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มประสิทธิภาพและมีการใช้งานอย่างคุ้มค่า



ภาพที่ 1. 1 แผนยุทธศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560 - 2563

(ที่มา: สำนักยุทธศาสตร์และการขับเคลื่อน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562: ออนไลน์)

ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556, 11 เมษายน) ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานกลางสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยให้สถาบันอุดมศึกษาของรัฐที่ประสงค์จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณรายจ่ายประจำปีจัดทำรายงานส่งสำนักงานงบประมาณโดยตรง พร้อมกับคำของบประมาณรายจ่ายประจำปีของสถาบัน และสำเนาให้สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินและสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในช่วง 3 ปีแรก ให้ดำเนินการประเมินเป็นประจำทุกปี หลังจากนั้นให้ประเมินทุกๆ 3 ปี โดยทั่วไประดับการประเมินมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหาวิทยาลัย ระดับคณะ/สำนัก และระดับอาคาร ในช่วง 3 ปีแรก ประเมินเฉพาะระดับมหาวิทยาลัยและระดับอาคาร ซึ่งมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องคือ พื้นที่ห้อง ขนาดความจุห้อง จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้อง จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้อง พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน สำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่ เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยการกำหนดหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลนั้นเป็นดุลพินิจของสถาบันศึกษา

จากประกาศกระทรวงศึกษาธิการฉบับดังกล่าวส่งผลให้สถาบันอุดมศึกษาต้องทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละปีการศึกษา โดยข้อมูลที่ใช้สำหรับการประเมินประกอบไปด้วยสองส่วนหลักได้แก่ 1) ข้อมูลทางกายภาพเกี่ยวกับคุณสมบัติของห้องเรียนต่างๆ ภายในอาคาร 2) ข้อมูลทะเบียนประกอบด้วย จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละรายวิชาและจำนวนชั่วโมงการใช้ห้องเรียนในอาคาร ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารให้ได้ผลการประเมินตามการใช้งานจริง ต้องทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพรายห้อง แล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์ประสิทธิภาพรายห้องมาประมวลผลในระดับอาคาร ระดับคณะ ระดับมหาวิทยาลัยต่อไป ในปัจจุบันการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นสามารถคำนวณด้วยมือหรือสามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณ ผู้ใช้งานต้องมีความรู้ความเข้าใจในการคำนวณประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและต้องมีความสามารถในระดับขั้นพื้นฐานสำหรับการใช้งานโปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในการประเมินระดับอาคาร แต่หากสถาบันอุดมศึกษานั้นมีจำนวนห้องเรียนเป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้มีความละเอียดของผลการประเมินและระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งปัจจุบันยังไม่พบเครื่องมือที่สามารถช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร รวมถึงยังไม่พบระบบสารสนเทศที่ช่วยในการจัดการการใช้พื้นที่ห้องเรียนและระบบฐานข้อมูลการใช้พื้นที่ อีกทั้งในการประเมินต้องทำการจัดเตรียมข้อมูลรายห้อง ที่มีข้อมูลปริมาณมากและต้องเชื่อมโยงข้อมูลกายภาพกับข้อมูลทะเบียน



สำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ทำให้ต้องกรอกข้อมูลและนำเข้าข้อมูลในแต่ละห้อง เพื่อนำมาประมวลผลในระดับอาคาร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของห้องหรือจำนวนการใช้งานต่างๆ ต้องวิเคราะห์ในลักษณะเดิมอีกครั้ง เป็นกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อน อีกทั้งต้องใช้ระยะเวลาการประเมินมาก รวมถึงต้องใช้บุคลากรที่รับผิดชอบดูแลในแต่ละหน่วยงานตามกลุ่มอาคาร

ปัจจุบันแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling; BIM) สามารถนำไปปรับใช้ได้ตลอดวัฏจักรชีวิตของโครงการ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้นจนถึงการรื้อถอนอาคาร โดยกระบวนการทำงานที่มีศูนย์กลางสารสนเทศ สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความซับซ้อนในระดับรายละเอียดต่างๆ สามารถจำกัดการเข้าถึงตามความรับผิดชอบในแต่ละหน่วยงาน จะเห็นได้ว่าส่วนที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารคือ ข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนต้องกำหนดมาตรฐานให้สอดคล้องกับขั้นตอนในการทำงาน อาทิ มาตรฐานรายละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Level of Development; LOD) (สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558) ด้วยการกำหนดระดับรายละเอียดขององค์ประกอบอาคาร รวมทั้งการกำหนดระดับข้อมูลสารสนเทศให้สอดคล้องกับการทำงานในขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ได้พัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (ณัชชา เอกระวีเรียงแสน, 2560; ธัญธร คำไพโรจน์, 2561; อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน, 2561) โดยการสร้างชุดคำสั่งเรียกข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อนำไปประมวลผลต่างๆ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาตามความต้องการและความคาดหวังของผู้วิจัยได้ ซึ่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเองได้ให้ความสนใจในการสร้างฐานข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และเริ่มพัฒนาความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562) สำหรับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักบริหารระบบกายภาพ ได้มีการรวบรวมข้อมูลและจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในเขตพื้นที่การศึกษา อีกทั้งยังมีโครงการการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพด้วยระบบฐานข้อมูลอาคาร และจัดเก็บข้อมูลทางกายภาพในรูปแบบของแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารได้

จากอาคารภายในมหาวิทยาลัยที่มีจำนวนโดยประมาณ 201 อาคาร ซึ่งได้แบ่งกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยสำหรับการบริหารจัดการจากการใช้งานตามหน่วยงานที่ได้สังกัด ทำให้ปริมาณข้อมูลที่ต้องทำการเก็บสำรวจเพื่อที่จะนำมาใช้วิเคราะห์มีจำนวนมากตามไปด้วยและการเข้าถึงข้อมูลอาคารต้องติดต่อกับหน่วยงานที่ได้สังกัด ซึ่งขาดการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดระหว่างหน่วยงาน รวมถึง

ข้อมูลมีความซับซ้อนเนื่องจากเป็นข้อมูลรายละเอียดในแต่ละห้องภายในอาคาร หากมีเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีอยู่ ก็จะเป็นการช่วยลดขั้นตอนการเก็บข้อมูลใหม่และลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการทำงาน รวมถึงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลก็จะสามารถทราบผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปได้ทันที อีกทั้งยังเป็นการสร้างฐานข้อมูลตามสภาพการใช้งานปัจจุบันและสามารถนำผลการประเมินไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อการพัฒนาคุณภาพในการใช้ประโยชน์อาคารต่อไป

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถช่วยในการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในการประเมินระดับอาคาร ระดับคณะ/สำนัก และพัฒนาระบบข้อมูลร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยสามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร อีกทั้งยังเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้กับอาคารต่างๆ หรือหน่วยงานอื่นภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงมหาวิทยาลัยอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและมหาวิทยาลัยในการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบข้อมูลในการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ให้กับอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย หรือหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาเฉพาะกรณีศึกษาอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยคัดเลือกจากกลุ่มอาคารที่มีประเภทการใช้งานด้านการเรียนการสอนและเป็นอาคารประเภทอาคารเรียนรวม อยู่ในสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย มีจำนวน 6 อาคาร ซึ่งวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลการใช้ห้องเรียนที่ครอบคลุมในด้านการจัดการเรียนการสอนและการวิจัย ได้แก่ ห้องบรรยายและห้องสัมมนา

1.3.2 ข้อมูลการใช้งานอาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการใช้งานห้องเรียนในการจัดการเรียนการสอนและการวิจัย ในปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาต้นและภาคการศึกษาปลาย ของการเรียนการสอนระบบทวิภาค เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือ

1.3.3 การประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร อ้างอิงจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา ตามราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 130 ตอนพิเศษ 47 ง วันที่ 11 เมษายน 2556

1.3.4 การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร เลือกใช้โปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับโปรแกรมเสริม Dynamo และบูรณาการร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel โดยโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้มีลิขสิทธิ์สำหรับนักเรียนนักศึกษา ซึ่งเป็น Education License

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

1.4.2 ได้ทราบถึงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

1.4.3 ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลในการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้ประโยชน์อาคาร

1.4.4 ได้ทราบถึงกระบวนการการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา

1.4.5 ได้ทราบแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ให้กับอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย หรือหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ

1.4.6 ได้ทราบถึงแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

### 1.5 นิยามและคำจำกัดความของคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

**แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling; BIM)** คือ แบบจำลองอาคาร (Building Model) ในระบบสามมิติ ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information)

**ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร (Efficiency of Building Utilization)** คือ ค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน ภายในอาคาร

**ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน (Efficiency of Classroom Utilization)** คือ ผลคูณของค่าอัตราการใช้ห้องกับค่าอัตราการใช้พื้นที่

**อัตราการใช้ห้อง (Percentage of Station Occupancy)** คือ อัตราส่วนร้อยละของจำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ กับจำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์

**อัตราการใช้พื้นที่ (Percentage of Station Use)** คือ อัตราส่วนร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ กับความจุเต็มที่ตามจำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์

**ตัวแปร (Parameter)** คือ ในโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นค่าตัวแปร (variable) ที่ได้กำหนดขึ้นไว้แล้วเป็น Parameter สามารถกำหนดพฤติกรรมขององค์ประกอบนั้น อาจเป็นรูปแบบ ของจำนวนตัวเลข หรือชื่อ

**หมายเลขห้อง (Room No)** คือ หมายเลขห้องเรียน

**พื้นที่ห้อง (Area)** คือ พื้นที่ห้องเรียน

**ความจุห้อง (Room Capacity)** คือ จำนวนที่นั่ง ขนาดความจุห้องเรียน

**พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ตามเกณฑ์มาตรฐาน (Space Per Person)** คือ การใช้พื้นที่ห้องเรียนของนักศึกษาต่อคน ตามเกณฑ์พื้นที่ใช้สอยห้องเรียนประเภทต่างๆ

**จำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์ (Weekly Room Fully Hours; WRFH)** คือ จำนวนชั่วโมงที่ห้องเรียนสามารถรองรับการใช้งานอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์

**จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (Weekly Room Hours; (WRH) คือ การวัด**  
เวลาเป็นชั่วโมงที่นักศึกษา 1 คน เข้าห้องเรียนต่อสัปดาห์

**จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (Weekly Student Contact Hours;**  
WSCH) คือ การวัดจำนวนนักศึกษาที่เข้าห้องเรียนต่อสัปดาห์



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร และทบทวนวรรณกรรมจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อ ได้แก่

- 2.1 การศึกษาเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร
  - 2.2 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร
  - 2.3 การศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
  - 2.4 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา
  - 2.5 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
  - 2.6 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
- โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1 เกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

เกณฑ์มาตรฐานกลาง สำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร จากประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556) ออกตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กำหนดให้มีสมการสำหรับการคำนวณดังแสดงในสมการที่ (1) - (3) ต่อไปนี้

อัตราการใช้ห้อง

$$\frac{\text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์}}{\text{จำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์}} \times 100 \quad (1)$$

อัตราการใช้พื้นที่ (2)

$$\frac{\text{จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์} \times \text{พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน} \times 100}{(\text{พื้นที่ห้อง} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์})}$$

ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน (3)

$$\frac{\text{อัตราการใช้ห้อง} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่}}$$

100

จากสมการที่ 1 จะเห็นได้ว่าอัตราการใช้ห้อง สามารถคำนวณได้จาก อัตราส่วนร้อยละของจำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ กับจำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในด้านของเวลา สำหรับในการเพิ่มอัตราการใช้ห้องตามสมการจะต้องทำการเพิ่มจำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นการเพิ่มในด้านการใช้งาน (Function)

อัตราการใช้พื้นที่ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 โดย อัตราส่วนร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ กับความจุเต็มที่ตามจำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในด้านจำนวนผู้ใช้งานและพื้นที่ห้อง สำหรับในการเพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ตามสมการสามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ แบบแรกเป็นการเพิ่มจำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องให้ใกล้เคียงกับความจุห้องเรียน ซึ่งเป็นการเพิ่มในด้านการใช้งาน (Function) และแบบที่สองเป็นการเพิ่มพื้นที่ของห้องเรียนหรือเพิ่มความจุที่นั่งของห้องเรียน ซึ่งเป็นการเพิ่มในด้านกายภาพ (Physical)

ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน ในสมการที่ 3 คำนวณได้จาก อัตราส่วนร้อยละของผลคูณของอัตราการใช้ห้องกับอัตราการใช้พื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานห้องเรียน จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ทางด้านการใช้งาน (Function) และทางด้านกายภาพ (Physical) โดยทางด้านการใช้งานจะประกอบไปด้วยเรื่องของ เวลาและคน ส่วนทางด้านกายภาพจะประกอบไปด้วยเรื่องของ ความจุและพื้นที่ ซึ่งในแต่ละส่วนจะส่งผลกระทบต่อซึ่งกันและกันออกมาเป็นค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

ซึ่งการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร มีขอบเขตการประเมินดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนการสอน ระบบทวิภาค คือ ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ไม่รวมภาคฤดูร้อน สำหรับระบบไตรภาค คือ ภาคเรียนที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 และภาคเรียนที่ 3

2) การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ห้องเรียนของนักศึกษาในหลักสูตรของสถาบันอุดมศึกษาทุกสาขาวิชาและทุกระดับการศึกษา โดยประเภทการเรียน เฉพาะโครงการปกติ ไม่รวมหลักสูตรพิเศษและหลักสูตรนานาชาติ

3) ห้องที่ศึกษาวิเคราะห์ คือ ห้องเรียน ได้แก่ ห้องบรรยายและห้องปฏิบัติการ

4) ช่วงเวลาที่ใช้ประเมินคือ 08.00–12.00 น. และ 13.00–16.00 น. เฉพาะวันจันทร์–วันศุกร์ ซึ่งจำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์ เท่ากับ 35 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

สำหรับเกณฑ์พื้นที่ใช้สอยของห้องเรียน ตามเกณฑ์มาตรฐานกลาง จากเอกสารแนบท้ายประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556, 11 เมษายน) ได้กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

- 1) ห้องบรรยายขนาดความจุ 300 คน 0.9 ตร.ม.: คน
- 2) ห้องบรรยายขนาดความจุ 200 คน 0.9 ตร.ม.: คน
- 3) ห้องบรรยายขนาดความจุ 100 คน 1.0 ตร.ม.: คน
- 4) ห้องบรรยายขนาดความจุ 50 คน 1.1 ตร.ม.: คน
- 5) ห้องบรรยายขนาดความจุ 25 คน 1.5 ตร.ม.: คน
- 6) ห้องสัมมนาหรือห้องติวขนาดความจุ 30 คน 1.8 ตร.ม.: คน

ในส่วนข้อมูลการใช้ห้องเรียน เป็นข้อมูลทะเบียนที่ฝ่ายอาคารสถานที่ สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้สำเนาจากสำนักทะเบียน โดยเป็นข้อมูลการเรียนการสอนระบบทวิภาค ในปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาต้นและภาคการศึกษาปลาย ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารได้ รวมถึงสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือได้

## 2.2 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

จากเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ทำให้ต้องทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ทั้ง



ในด้านปัจจัยที่มีผลในการประเมิน ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ รวมถึงรูปแบบวิธีการคำนวณ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือ โดยเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เลอสม สถาปิตานนท์, กวีไกร ศรีหิรัญ, เสริชย์ โชติพานิช, และ คมกฤษ ชูเกียรติมัน (2544) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเลือกศึกษาการใช้พื้นที่ห้องเรียนของอาคารในเขตวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในปัจจุบัน และได้ศึกษาอุปสงค์ อุปทาน การใช้ห้องเรียน เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่อาคารเรียน ซึ่งมีแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ 2 ประการ คือ การเพิ่มจำนวนห้องตามอุปสงค์ และการเพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงใช้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพอาคารที่ได้เสนอแนะนั้น ต้องขึ้นอยู่กับนโยบายของหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลในแต่ละพื้นที่

ชฎาพร ประสพถิน และ เอมอร พิทยายน (2558) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์พื้นที่ในอาคารคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2555 โดยศึกษาสภาพการใช้พื้นที่ ตามอัตราการใช้ประโยชน์พื้นที่และอัตราการใช้ห้อง รวมถึงทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคารกับมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่มีบริบทด้านการเรียนการสอนใกล้เคียงกัน ซึ่งมีรายงานผลการศึกษาด้านการใช้พื้นที่เผยแพร่แล้ว 3 มหาวิทยาลัย โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษาปี พ.ศ. 2556 จากการศึกษาผู้วิจัยมีแนวคิดในการเสนอแนะนโยบายการใช้พื้นที่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงกว่าปีการศึกษา 2555 โดยแบ่งออกเป็น 4 นโยบาย ได้แก่ 1) ด้านการรับนักศึกษา ควรมีกลไกและแผนการรับนักศึกษาให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด เพื่อป้องกันการใช้พื้นที่ห้องน้อยกว่าเกณฑ์ 2) การจัดการด้านกายภาพ ควรปรับพื้นที่ห้องบรรยาย ให้สามารถยืดหยุ่นต่อการใช้งานและรองรับนักศึกษาได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 3) การจัดการด้านตารางสอน ควรมีการวางแผนการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยจัดตารางสอนให้มีการเข้าใช้ห้องทั้งภาคเช้า และภาคบ่าย รวมถึงจัดตารางผลัดเปลี่ยน/สลับวัน เข้าใช้ห้องปฏิบัติการให้มากขึ้น 4) การจัดการด้านพื้นที่ ควรเพิ่มนโยบายการเก็บค่าเช่าพื้นที่ เน้นเพื่อนำเงินเข้าสะสมในกองทุนสินทรัพย์ของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ โดยได้มีข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บสถิติการใช้ประโยชน์พื้นที่ ด้านการเรียนการสอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน สมบูรณ์ และควรจัดทำคู่มือการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร

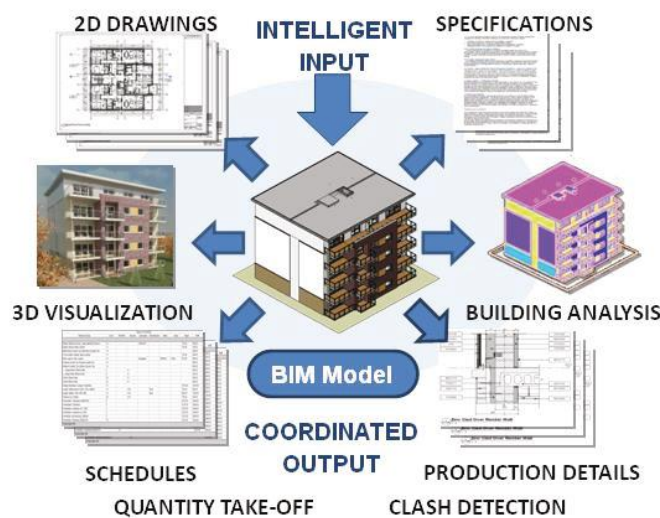
ปัญจพงศ์ นาคะบุตร (2553) ได้ศึกษาการประเมินการใช้พื้นที่อาคาร กรณีศึกษาอาคารเรียน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยทำการประเมินโครงการหลังการใช้งาน (Post Occupancy Evaluation, POE) ในเรื่องขนาดการใช้พื้นที่สำหรับการเรียนการสอนภายหลังการปรับปรุงอาคาร เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกับมาตรฐานของพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ทั้งเสนอแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่ที่เหมาะสม ให้สามารถรองรับการขยายตัวในอนาคต จากผลการศึกษาพบว่าห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้อง ที่ไม่ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วน 50% ของห้องเรียนทั้งหมดและพบว่าขนาดของพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่ต้องการใช้พื้นที่จริงและไม่เหมาะสมกับการใช้งาน ส่วนผลจากการเปรียบเทียบความถี่อัตราการใช้ห้องเรียน พบว่าห้องเรียนมีการใช้งานที่ไม่คุ้มค่าในแง่ของการใช้พื้นที่อาคาร อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาแบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ได้แก่ 1) นโยบายการจัดการด้านการเรียนการสอน 2) นโยบายการจัดการด้านกายภาพ 3) นโยบายการจัดการด้านตารางเรียนตารางสอน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องพื้นที่จำกัดและไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา โดยได้มีข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรศึกษาและกำหนดค่าอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคารให้คุ้มค่าและการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคารสามารถใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และควรตั้งเกณฑ์มาตรฐานสำหรับเกณฑ์พื้นที่ใช้จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับงานใช้งานจริง

จากการทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร พบว่าควรมีการศึกษารูปแบบการใช้พื้นที่ที่เหมาะสมกับลักษณะการเรียนเฉพาะด้านและการปรับปรุงเกณฑ์มาตรฐานให้มีความเหมาะสม ควรประเมินความพึงพอใจและความต้องการพัฒนาการให้บริการพื้นที่ อย่างไรก็ตามในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้น ยังไม่มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เก็บสถิติการใช้ประโยชน์พื้นที่ ด้านการเรียนการสอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน สมบูรณ์ ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างแท้จริง รวมถึงควรกำหนดค่าอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคารให้คุ้มค่า และสามารถใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

## 2.3 การศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling; BIM) เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง โดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) และพร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองอาคารนั้นๆ แนวคิดของ BIM ได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Charles M. Eastman ตีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ เมื่อปี ค.ศ. 1975 ในครั้งนั้นใช้ชื่อว่า “Building Description System” จนเมื่อ Robert Aish นำเสนอในปี ค.ศ. 1986 เปลี่ยนมาใช้คำว่า “Building Information Modeling” ปัจจุบัน BIM ถูกนำมาใช้กับงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม ทั้ง 3 มิติ และ 2 มิติ เข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองและข้อมูลต่างๆ ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ไปใช้ในการทำงานขั้นต่อไป รวมถึงงานในสาขาวิชาชีพด้านอื่นที่เกี่ยวข้องได้

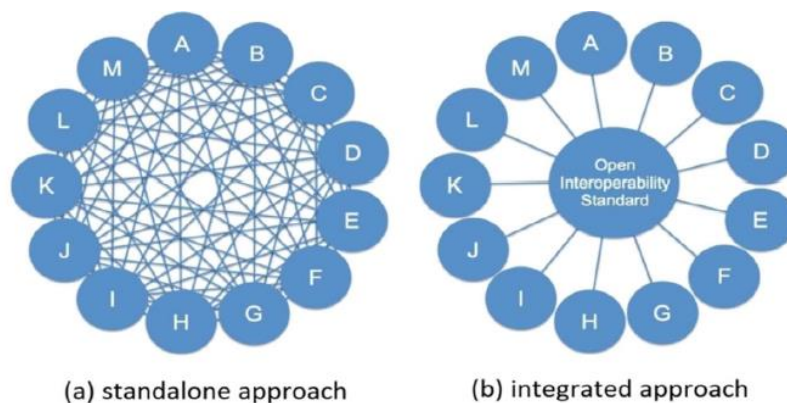
หลักการทำงานของ BIM เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยแบบจำลองอาคารนี้ประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร (Building Component) เช่น เสา ผนัง พื้น หลังคา ประตู หน้าต่าง ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ จะประกอบด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ทั้ง 3 มิติ และ 2 มิติ เช่น ขนาด ระยะ สี วัสดุ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) เช่น ข้อมูลผู้ผลิต รุ่น ราคา ซึ่ง BIM จะทำการเก็บแบบจำลองสารสนเทศอาคารพร้อมข้อมูลสารสนเทศทั้งหมด รวมไว้ที่ฐานข้อมูลกลางของระบบ อีกทั้งความสอดคล้องแสดงผลให้อยู่ในรูปของมุมมอง (View) ลักษณะต่างๆ ที่เหมาะสมตามการใช้งานได้ เช่น มุมมองรูป 2 มิติ ได้แก่ ผัง พื้น รูปด้าน รูปตัด หรือมุมมองรูป 3 มิติ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในรูปแบบของตารางรายการข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาณวัสดุ หรือพื้นที่ใช้สอย และเนื่องจาก BIM จัดเก็บข้อมูลแบบจำลองอาคารทั้งหมดรวมอยู่ในฐานข้อมูลกลาง ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขส่วนใดในแบบจำลองอาคาร การแก้ไขก็จะส่งผลไปยังฐานข้อมูลกลาง ทำให้การแสดงผลแบบจำลองอาคารในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้อง มีความเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยหลักการทำงานตามแนวคิดของ BIM แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2. 1 แนวคิดของ BIM

ที่มา: คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558

อีกทั้งการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นการบูรณาการการทำงานร่วมกัน โดยมีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางของข้อมูล ส่งผ่านข้อมูลในการทำงานที่เป็นมาตรฐาน โดยผู้ร่วมงานแต่ละส่วนสามารถนำไปใช้งานได้ แล้วอัปเดตข้อมูลที่พัฒนากลับมายังศูนย์กลาง ต่างจากการทำงานในรูปแบบเดิมที่แยกการทำงานในแต่ละส่วนงาน อีกทั้งการนำเข้าข้อมูลของส่วนงานอื่นมาตรวจสอบก็ต้องแปลงข้อมูลให้สามารถใช้งานได้ตามส่วนงานนั้น ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่อาจเกิดความผิดพลาดในการนำเข้าและส่งออกข้อมูล รวมถึงการใช้งานข้อมูลที่อัปเดตเพื่อลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน ดังแสดงตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2. 2 การทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร  
ที่มา: (Arayici, Fernando, Munoz, และ Bassanino, 2018)

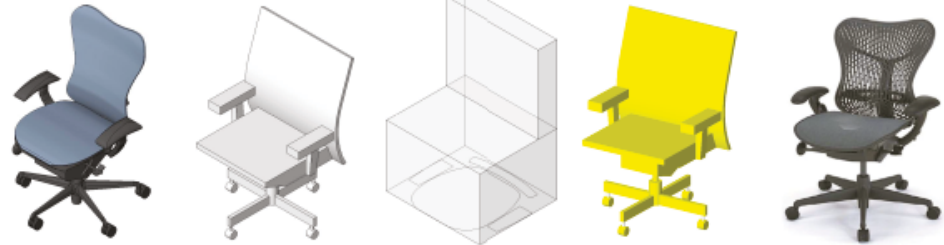
### 2.3.1 มาตรฐานรายละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในการทำงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง (Model) และการบันทึกข้อมูล (Information) ลงบนแบบจำลองนั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนแบบร่างเบื้องต้น (Schematic Design) ไปจนถึง ขั้นตอนแบบรายละเอียดงานก่อสร้าง (As Built) เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานร่วมกัน รวมถึงการจัดการข้อมูล และการทำแบบก่อสร้างให้สามารถสื่อสารกันได้ อีกทั้งให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยมาตรฐานรายละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งก็คือ พัฒนาการระดับความละเอียดขององค์ประกอบอาคารและแบบจำลองอาคาร (Level of Development; LOD) มาตรฐานนี้อาจจะกำหนดเป็นค่าตัวเลข เช่น LOD 100, LOD 200 ฯลฯ หรืออาจจะกำหนดเป็นขั้นตอนในการทำงาน เช่น ขั้นตอนแนวความคิดในการออกแบบ (Conceptual Design), ขั้นตอนพัฒนาแบบ (Design Development) ฯลฯ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงานนำไปใช้ในการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม อย่างไรก็ตามอาจจะมีทั้งการกำหนดในลักษณะของ LOD ในแบบ Level of Detail ที่จะหมายถึงระดับความละเอียดของสิ่งที่ใส่เข้าไปบนแบบจำลอง (สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

ในการกำหนดลำดับขั้นในการพัฒนาจึงสามารถสรุปและแยกส่วนประกอบของรูปแบบข้อมูลที่นำมาใช้บนระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) ข้อมูลกราฟิก (Graphics) ซึ่งหมายถึงตัวแบบจำลองที่เป็นส่วนของแบบจำลอง 3 มิติ และ 2 มิติ 2) ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) ซึ่งหมายถึง ข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกประกอบลงไปบนตัวแบบจำลอง ซึ่งแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2.3 เป็นระดับการพัฒนา (LOD) ของเก้าอี้ โดยข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก เพิ่มขึ้นตามระดับของโครงการ ในขณะที่ข้อมูลส่วนที่เป็นกราฟิกหรือรูปร่างหน้าตาเก้าอี้ ความละเอียดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน

## LEVEL of DEVELOPMENT

LOD 100      LOD 200      LOD 300      LOD 400      LOD 500



Concept (Presentation)	Design Development	Documentation	Construction	Facilities Management
<b>DESCRIPTION:</b> <b>Office Chair</b> Arms, Wheels <b>WIDTH:</b> 700 <b>DEPTH:</b> 450 <b>HEIGHT:</b> 1100 <b>MANUFACTURER:</b> Herman Miller, Inc. <b>MODEL:</b> Mirra <b>LOD:</b> 100	<b>DESCRIPTION:</b> <b>Office Chair</b> Arms, Wheels <b>WIDTH:</b> 700 <b>DEPTH:</b> 450 <b>HEIGHT:</b> 1100 <b>MANUFACTURER:</b> Herman Miller, Inc. <b>MODEL:</b> Mirra <b>LOD:</b> 200	<b>DESCRIPTION:</b> <b>Office Chair</b> <b>Arms, Wheels</b> <b>WIDTH:</b> 700 <b>DEPTH:</b> 450 <b>HEIGHT:</b> 1100 <b>MANUFACTURER:</b> Herman Miller, Inc. <b>MODEL:</b> Mirra <b>LOD:</b> 300	<b>DESCRIPTION:</b> <b>Office Chair</b> <b>Arms, Wheels</b> <b>WIDTH:</b> 685 <b>DEPTH:</b> 430 <b>HEIGHT:</b> 1085 <b>MANUFACTURER:</b> <b>Herman Miller, Inc</b> <b>MODEL:</b> <b>Mirra</b> <b>LOD:</b> 400	<b>DESCRIPTION:</b> <b>Office Chair</b> <b>Arms, Wheels</b> <b>WIDTH:</b> 685 <b>DEPTH:</b> 430 <b>HEIGHT:</b> 1085 <b>MANUFACTURER:</b> <b>Herman Miller, Inc</b> <b>MODEL:</b> <b>Mirra</b> <b>PURCHASE DATE:</b> 01/02/2013

(Only data in red is useable)

practicalBIM.net © 2013

ภาพที่ 2. 3 ระดับการพัฒนา (LOD) ของเก้าอี้

ที่มา: <http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lob.html>

ขั้นตอนการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรมในประเทศไทย ทัวไปจะมีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนแนวคิดในการออกแบบและการทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design)

2) ขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development)

3) ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง (Construction Documents)

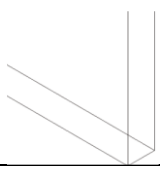
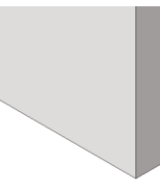

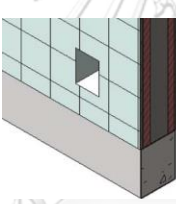
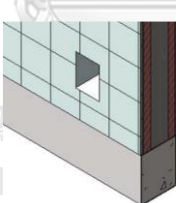
โดยในช่วงการก่อสร้างจะมีอีก 2 ขั้นตอน ได้แก่

4) ขั้นตอนการจัดทำแบบเพื่อทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้าง (Shop Drawing)

5) ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ตามแบบที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว (As-built Drawing)

การกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ในการทำงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย ตามสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2558) ได้กำหนดเป็นขั้นตอนของการทำงาน ในส่วนงานต่างๆ ยกตัวอย่างงานผนัง ตามตารางที่ 2.1 ซึ่งยังไม่ควรนำมาเปรียบเทียบกับระดับขั้นของ LOD ที่กำหนดเป็นค่าตัวเลข เนื่องจากแต่ละประเทศมีการกำหนดค่าตัวเลขที่แตกต่างกัน และมีรายละเอียดของข้อมูลที่แตกต่างกันแม้จะมีค่าตัวเลขเดียวกัน

ตารางที่ 2. 1 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์

LOD	Graphics	Non-Graphics
Conceptual & Schematic Design		-ตำแหน่งทั่วไป -ยังไม่ระบุชนิดและความหนา
Design Development		-ความหนา / ตำแหน่ง -ระบุชนิด / ความยาว / ความกว้าง
Construction Documents		-ความหนา / แยกวัสดุ / ตำแหน่ง -ระบุชนิด / ความยาว / ความกว้าง / ความสูง -วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี
Shop Drawing		-ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง -ระบุชนิด / ความยาว / ความกว้าง / ความสูง -วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง -ตำแหน่งเจาะ
As-built Drawing		-ความหนาแยกวัสดุ / ตำแหน่ง -ระบุชนิด / ความยาว / ความกว้าง / ความสูง -พื้นที่ / ปริมาตร (ตามแบบก่อสร้าง) -วัสดุที่ใช้ / รุ่น / สี / การติดตั้ง -ผู้ขาย / โรงงานผลิต / ประกัน

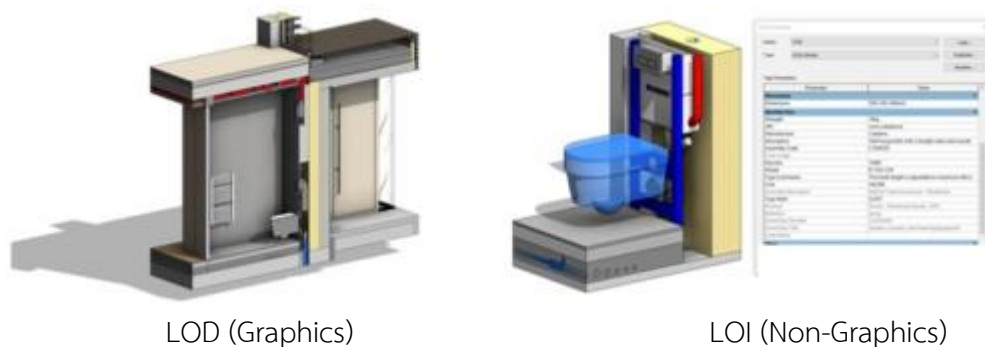
สภาสถาปนิก สถาปนิก และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2560) ร่วมกันจัดทำเกณฑ์กลาง เพื่อใช้เป็นแนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้กำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) เพื่อให้มีการทำงานร่วมกันไม่ไขว่จองใจใช้ประกอบการส่งงาน มาตรฐานการทำงานอ้างอิงจาก Level of Development Specification © 2016 by BIMForum โดยลำดับขั้น ตอน และรายละเอียดของข้อมูลสรุปได้ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2. 2 ระดับของการพัฒนา (LOD) ตามสภาสถาปนิก สถาปนิก และวิศวกรสถานแห่งประเทศไทย

LOD	Information
Conceptual & Schematic Design	ข้อมูล Project Information ลักษณะของโครงการที่บอกรูปร่างสังเขปและขนาดอาคารมีการแสดงผลของพื้นที่การใช้สอยตำแหน่งที่ตั้งและค่าระดับพื้นที่ก่อสร้างโดยสังเขป หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 100)
Design Development	ข้อมูลเนื้อที่ใช้สอย วัสดุ ปริมาณ พื้นที่ผิววัสดุ รูปทรง 3 มิติ ที่สามารถรับรู้มิติได้ แสดงภาพเป็น Drawing View ข้อมูลประมาณการเบื้องต้น ข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆ ที่ขัดแย้ง เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 200)
Construction Documents	ข้อมูลรายละเอียดของงานออกแบบทั้งหมดแสดงเป็นตารางและ Drawing View, Detail View, Material List ผลสรุปของการทำ Coordination ประมาณการของโครงการและ Soft File, Hard Copy หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 300)
Shop Drawing	ข้อมูลวิธีการทำงานติดตั้งอุปกรณ์หรือนำเสนอข้อขัดแย้งของแบบในรูปของ 3 มิติให้ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ นำเสนอวิธีการทำงานและขั้นตอนในการก่อสร้างข้อมูลผล Clash เพื่อหาข้อสรุปในการทำงาน และแบบ Shop Drawing หรือที่มีความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 350)
As-built Drawing	As Built Model ที่แสดงผล 3 มิติ และ 2 มิติ Specification และ Manual ประกอบการซ่อมแซมเป็น Soft File และ Hard Copy หรือที่มีความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 400)

อย่างไรก็ตามในส่วนขอระดับของข้อมูล (Level of Information; LOI) คือปริมาณรายละเอียดที่มีอยู่ในข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิกในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามกระบวนการในวัฏจักรโครงการ ซึ่งข้อมูลเป็นส่วนสำคัญของโครงการ โดยระดับของข้อมูลถูกใช้เพื่อระบุระดับของข้อมูลที่เชื่อมโยงกับ Family ยกตัวอย่าง Family ที่ประกอบด้วยข้อมูลเฉพาะจากโรงงานผลิตและคู่มือประกอบการซ่อมแซม กล่าวคือไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนใดก็ตามเพื่อให้เกิดความสับสนน้อยลง กลายเป็นที่เรียกว่าระดับความหมายของแบบจำลอง (Level of Model Definition; LOMD) โดยในแต่ละองค์ประกอบหรือระบบนั้นมีความชัดเจนโดยสิ้นเชิงและสามารถยึดหยุ่นได้ตามความจำเป็น ซึ่ง LOMD เป็นการผสมผสานระหว่าง LOD ที่เป็นข้อมูลกราฟฟิก และ LOI ที่เป็นข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิก ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2.4





ภาพที่ 2. 4 แสดงตัวอย่าง LOD และ LOI

ที่มา: <http://bimtoolbox.org/model-requirements/model-detail/>

### 2.3.2 กระบวนการของแนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

กระบวนการของแนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (สภาสถาปนิก, สภาวิศวกร, และ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2560) ได้ลำดับขั้นตอนจากความต้องการของโครงการสู่การจัดเตรียมแผนปฏิบัติงาน BIM (BIM Execution Plan) ซึ่งเกิดขึ้นตามลักษณะของโครงการ นำมาบริหารการทำงานร่วมกันโดยมีกรอบการทำงานที่ได้ตกลงกันไว้บนวิธีการจัดการข้อมูลของโครงการ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก โดยสังเขปให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปปรับใช้งานได้ดังนี้

- 1) กำหนดความต้องการของโครงการ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ในการใช้ BIM ในด้านต่างๆ อย่างชัดเจน รวมถึงการใช้เครื่องมือหรือ Software และการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน
- 2) สร้างแผนปฏิบัติงาน BIM (BIM Execution Plan) เป็นการจัดเตรียมแผนปฏิบัติงานของโครงการรวมถึงของหน้าที่ต่างๆ อีกทั้งกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ร่วมงาน
- 3) ดำเนินกระบวนการทำงานร่วมกัน ต้องคำนึงถึงมาตรฐานในการทำงานร่วมกัน โดยบริหารข้อมูลตลอดระยะเวลาการทำงาน of โครงการ
- 4) บริหารโครงการตามแผนที่ถูกกำหนด รวมถึงการใช้ข้อมูลอาคาร ตั้งแต่ขั้นตอนการทำงานโครงการไปถึงการส่งมอบโครงการ ตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ในแผนงาน

กรอบความคิดของแนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แสดงตามภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2. 5 แนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในส่วนข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักบริหารระบบ ภายภาพ ได้เริ่มจัดทำและพัฒนาความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในเขตพื้นที่ การศึกษา แบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกสร้างขึ้นตามแบบที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว (As-built Drawing) ในการทำงานแบบเดิมที่เป็น 2 มิติ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ได้นำมา ศึกษา นั้นกับระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ของสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2558) จัดอยู่ในระดับขั้นตอนการพัฒนาแบบ (Design Development) ที่มีข้อมูลตำแหน่ง ชนิด ความยาว ความกว้าง ขององค์ประกอบอาคาร โดยองค์ประกอบในแบบจำลองสารสนเทศอาคารประกอบเป็น ห้องต่างๆ ภายในอาคาร ทำให้ได้ข้อมูลพื้นที่ภายในห้อง ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับนำมาใช้ในการ ประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร รวมถึงการแสดงผลในรูปของมุมมอง 2 มิติ ของผังพื้น

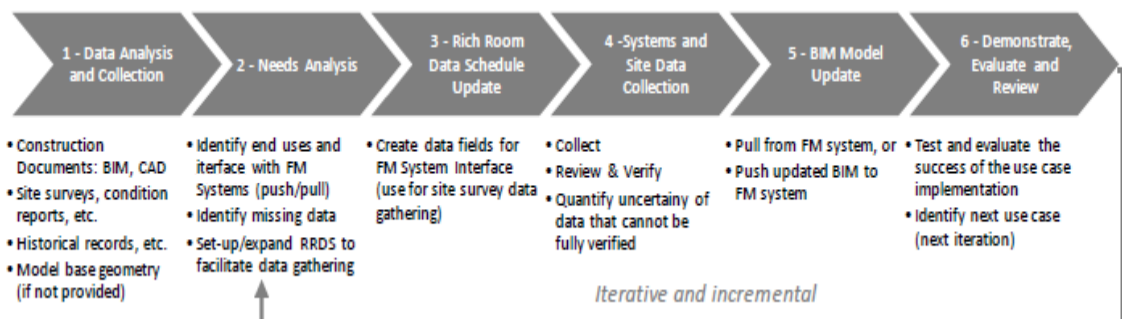
อย่างไรก็ดีจากการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถนำมาประยุกต์ใช้ สำหรับงานวิจัยนี้ได้ ไม่ว่าจะเป็นแนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่ต้องกำหนดความ ต้องการให้ชัดเจนในการใช้งาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน รวมถึงการกำหนดหน้าที่ของผู้ใช้งาน ซึ่งจะ เป็นการกำหนดผู้ใช้งานในขั้นตอนต่างๆและการกำหนดความสามารถพื้นฐานในการใช้งานโปรแกรมที่ เกี่ยวข้อง สำหรับการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ อาคาร อีกทั้งในส่วนสำคัญซึ่งก็คือการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ในการใช้งานข้อมูล ภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยความสัมพันธ์ของตัวแปรที่นำมาใช้วิเคราะห์เมื่อมีความ ละเอียดสูงขึ้น จะทำให้ความถูกต้องของผลลัพธ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.4 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ประกอบไปด้วยข้อมูลหรือสารสนเทศ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่มี ไปใช้วิเคราะห์หรือประมวลผลต่างๆ ได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ การใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา ที่นำมาใช้งานในบริบทต่างๆ เพื่อเป็น แนวทางในการประยุกต์ใช้แนวคิด วิธีการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาพัฒนาเครื่องมือที่ ช่วยประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สำหรับอาคารภายในสถาบันอุดมศึกษา โดยมี รายละเอียดดังนี้

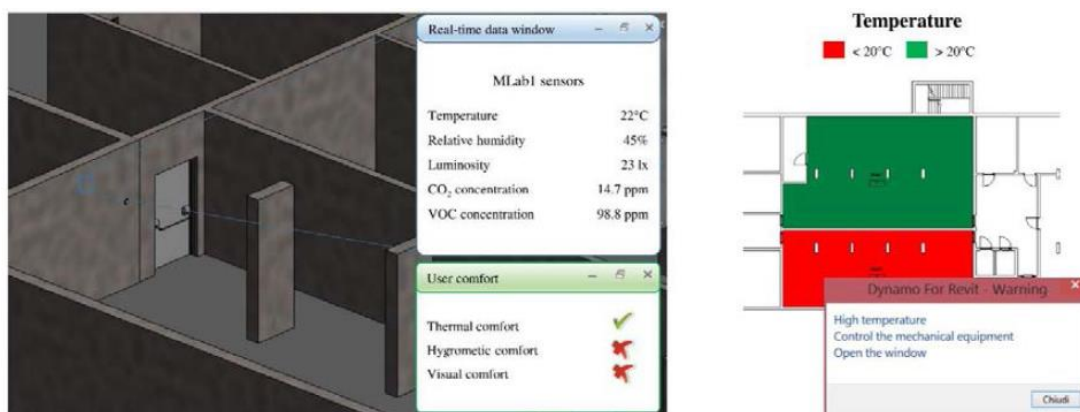
จากงานวิจัยของ McArthur (2015) ได้ทำการพัฒนารอบความคิดที่สนับสนุนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษาการดำเนินงานของการบำรุงรักษาและการพัฒนาอย่างยั่งยืนของอาคารที่มีอยู่ โดยการส่งผ่านข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารตั้งแต่กระบวนการออกแบบถึงกระบวนการใช้งาน ซึ่งกรอบความคิดที่พัฒนาคือ BIM 7D ตามภาพที่ 2.6 โดยมีประเด็นสำคัญ 4 ข้อ ได้แก่ 1) การจำแนกข้อมูลที่มีความวิกฤตเพื่อเป็นข้อมูลช่วยตัดสินใจในการใช้งาน 2) ความพยายามยกระดับเพื่อสร้างรูปแบบใหม่หรือปรับเปลี่ยนแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีอยู่สำหรับอาคาร 3) การจัดการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างการดำเนินการแบบตามเวลาจริงกับระบบการตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 4) การจัดการความไม่แน่นอนตามเอกสารอาคารที่ไม่สมบูรณ์ โดยจำลอง กรณีศึกษา Kerr Hall East, Ryerson University จากรูปแบบอาคารเดิมในมหาวิทยาลัยที่มีอยู่ได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งาน โดยวิเคราะห์ 3 กรณี ได้แก่ 1) การรายงานพื้นที่ว่าง 2) การทำแผนที่และข้อมูลติดตามในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง 3) การประมาณการอนุรักษ์พลังงานในการคำนวณการคืนทุนจากการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED โดยกระบวนการวิเคราะห์นี้จะช่วยให้สามารถคาดการณ์การบำรุงรักษาและการประเมินสภาพอาคารด้วยการรายงานพื้นที่ว่าง การทำแผนที่และข้อมูลติดตามการประมาณการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับรูปแบบอาคารที่คล้ายกันในวิทยาเขตอื่นๆ



ภาพที่ 2. 6 กรอบความคิดที่พัฒนา BIM 7D

ส่วนงานวิจัยของ Ciribini และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาการติดตามพฤติกรรมผู้ใช้งานตามข้อมูลเวลาจริงในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในอาคารอัจฉริยะที่ช่วยสนับสนุนผู้ใช้งานด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล มุ่งเน้นในกระบวนการบำรุงรักษาอาคาร โดยการใช้งานร่วมกันของเครื่องมือ Building Management Systems (BMS) ร่วมกับ BIM เชื่อมโยงข้อมูลตามเวลาจริงจากเครื่องรับสัญญาณผ่านกระบวนการ Internet of Things (IoT) ไปเก็บไว้ใน BIM Database โดยทำการทดลองใน Brescia University ซึ่งได้ทำการแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ การชี้ให้เห็นว่าอาคารควรมีวิวัฒนาการอย่างไรและการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ ในการเก็บข้อมูลจากการติดตั้ง

เครื่องรับสัญญาณที่ทำการเก็บค่า อุณหภูมิภายในห้องเรียน ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความส่องสว่าง ปริมาณคาร์บอน การใช้งานห้องเรียน โดยมีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นตัวกลางที่ส่งออกของ ข้อมูลทางกายภาพ ทำงานร่วมกับ IoT เพื่อนำมาวิเคราะห์สภาวะความน่าสบายภายในห้องเรียน ความสบายตา ความเหมาะสมของการใช้ห้อง โดยการแสดงผลใน Application ซึ่งสามารถแสดง ข้อมูลได้ตามเวลาจริง ข้อมูลรายสัปดาห์ ข้อมูลสรุปผลการวิเคราะห์ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 การแสดงผลข้อมูลทางกายภาพ real-time ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารแสดง และในรายงาน

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา ทำให้ทราบถึงกรอบความคิดที่สนับสนุนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผ่านการใช้ งานข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อคาดการณ์การบำรุงรักษาและการประเมินสภาพอาคาร สำหรับเป็น แบบอย่างของอาคารที่คล้ายกันในวิทยาเขตอื่นๆ อีกทั้งเป็นแนวทางในการเก็บข้อมูลทางกายภาพของ ห้องเรียน แบบ real-time ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ตาม วัตถุประสงค์ของผู้วิจัย

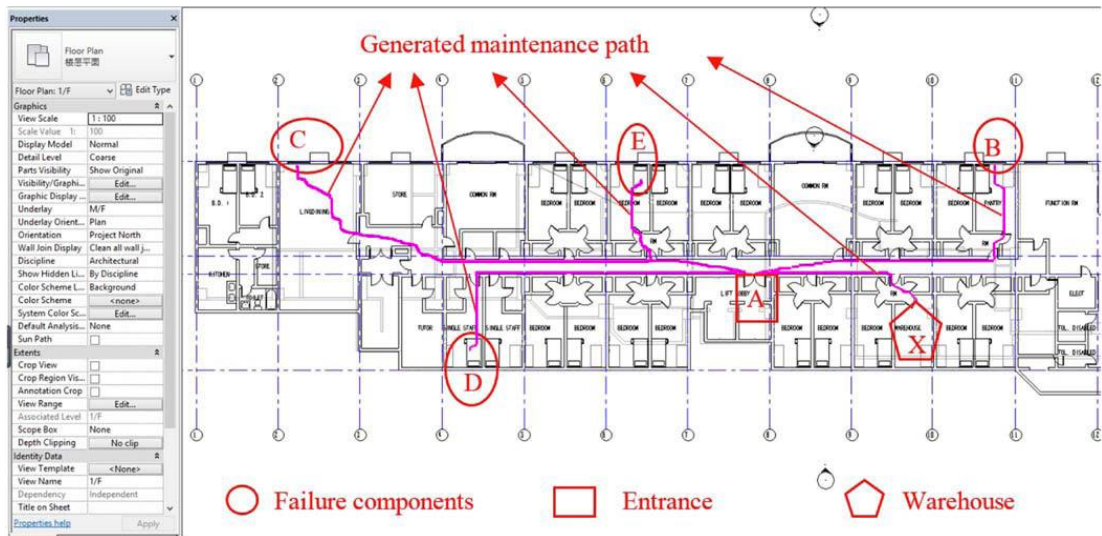
## 2.5 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศ อาคาร

การใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถใช้ในการการบริหารทรัพยากรอาคาร ซึ่ง เป็นการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยบริหารจัดการ แล้ว แสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับการบริหารทรัพยากร อาคารในแต่ละแบบ โดยการทบทวนวรรณกรรมที่มีรายละเอียดดังนี้

จากงานวิจัยของ Nicat และ Wodynski (2016) ได้ศึกษาการบริหารทรัพยากรอาคาร (Facility Management; FM) กับการมีส่วนร่วมของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการดำเนินการ โดยมีข้อมูลที่ยั่งยืนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับขั้นตอนการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ แนวคิดของ FM กับ BIM คือการจัดการพื้นที่การใช้งานโดยการมีส่วนร่วมของแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ช่วยดึงศักยภาพข้อมูล สำหรับในการดำเนินงานบริหารทรัพยากรอาคารตลอดวงจรชีวิตโครงการ

Kumar และ Cheng (2015) ได้นำเสนอกรอบความคิดของรูปแบบการวางแผนพื้นที่ก่อสร้าง (Construction site layout planning; CSLP) จากใช้ประโยชน์ข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ร่วมกับการใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) เพื่อพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพของเส้นทางจริงของบุคลากรและวัสดุในพื้นที่โครงการ โดยแก้ไขข้อจำกัดด้านการใช้พื้นที่ในโครงการ การปรับขนาดของการใช้งานให้เหมาะสมและตรวจสอบการจัดเก็บข้อมูลภายในอาคารขณะทำการก่อสร้าง

Chen, Chen, Cheng, Wang, และ Gan (2018) ได้ศึกษากระบวนการทำงานของการจัดการบำรุงรักษาอาคาร (Facilities Maintenance Management; FMM) บนแบบจำลองสารสนเทศอาคารและระบบการบริหารทรัพยากรอาคาร ที่สามารถช่วยจัดการตารางคำสั่งงานการซ่อมบำรุงในการตัดสินใจที่ดีในการจัดการบำรุงรักษาอาคาร ได้เสนอกรอบความคิดจากข้อมูลที่ถูกรวบรวมขึ้นระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับระบบการบริหารทรัพยากรอาคาร โดยจะแสดงเส้นทางการบำรุงรักษาแบบแปลนในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามภาพที่ 2.8 เพื่อคำนวณเส้นทางการบำรุงรักษาอาคารที่มีประสิทธิภาพ สำหรับการกำหนดเวลางานบำรุงรักษาอาคารที่ถูกสร้างขึ้นอัตโนมัติ จากการใช้อัลกอริทึมในการวางแผนเส้นทาง ด้วยการปรับปรุงอัลกอริทึม Dijkstra ซึ่งพิจารณาปัจจัย 4 ประการ ได้แก่ ประเภทปัญหา ระดับฉุกเฉิน ระยะห่างระหว่างส่วนประกอบและตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงเวลาการบำรุงรักษาลดลง 20% โดยใช้กระบวนการดังกล่าว ดังแสดงตามภาพที่ 2.9 โดยการศึกษาได้มีข้อจำกัดคือ สามารถแสดงการดำเนินการทำงานของทีมบำรุงรักษาเดี่ยว ระยะทางในการบำรุงรักษามาจากค่าเฉลี่ยของการเดิน สำหรับเวลาการเดินกำหนดจากการเดินระหว่างพื้นที่ในสภาพแวดล้อมจริง



ภาพที่ 2. 8 เส้นทางการบำรุงรักษาแบบแปลนในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร



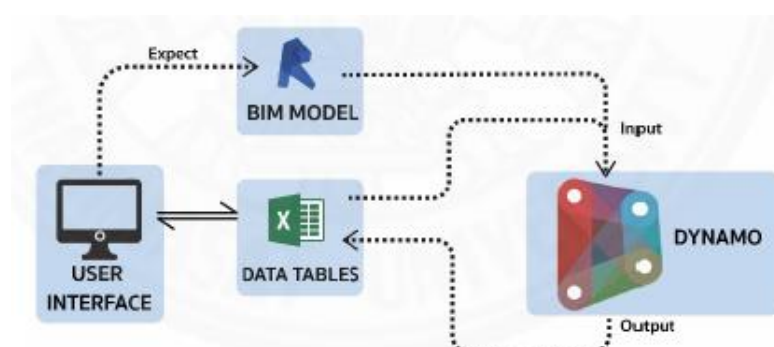
ภาพที่ 2. 9 ตารางเวลางานบำรุงรักษาอาคารที่ถูกสร้างขึ้น

จากการทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร พบว่าในการบริหารทรัพยากรอาคารยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนหลังการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพไม่มากในการจัดการข้อมูล รวมถึงการขาดความร่วมมือของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามแบบจำลองสารสนเทศเป็นกระบวนการที่สนับสนุนการทำงานร่วมกัน และช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูล สำหรับใช้ในการบริหารจัดการอาคารได้ต่อไป ในงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้กระบวนการทำงาน โดยการนำข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์ แล้วทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของกลุ่มอาคาร อีกทั้งแนะนำในการเพิ่มประสิทธิภาพของห้องเรียน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรอาคารให้เกิดความคุ้มค่า รวมถึงสามารถคาดการณ์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากการบริหารจัดการการใช้งานอาคารได้

## 2.6 การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

จากงานวิจัยที่ได้พัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยการสร้างชุดคำสั่งเรียกข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อนำไปประมวลผลต่างๆ สามารถแก้ไขปัญหาตามความต้องการและความคาดหวังของผู้วิจัยได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารและกระบวนการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อีกทั้งเป็นแนวทางประยุกต์ใช้โปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย โดยมีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ณัชชา เอกராเริงแสน (2560) ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร เพื่อวัดประสิทธิภาพของความปลอดภัยในอาคาร ด้านการหนีออกจากอาคาร สำหรับการออกแบบและแก้ไข รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขอาคารที่มีอยู่ โดยได้ศึกษามาตรฐานทางหนีไฟและนำข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟจากแบบจำลอง มาใช้ในคำนวณร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำการประมวลผลและส่งไปแสดงผลบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารในรูปแบบของเส้น Line Styles โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Dynamo เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมเสริมต้นแบบ ในโปรแกรม Autodesk Revit เนื่องจากเป็นโปรแกรมเสริมแบบภาษาภาพ (Visual Programming Languages) และมีความสามารถในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลทำให้สามารถนำมาใช้งานร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีหลักการทำงานของโปรแกรมเสริม ตามภาพที่ 2.10 ซึ่งในการศึกษานี้ได้มีข้อเสนอแนะในการลดขั้นตอนโดยการดึงข้อมูลและคำนวณจาก BIM Model ผ่าน Dynamo แล้วแสดงผลใน BIM Model



ภาพที่ 2. 10 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของโปรแกรมเสริม

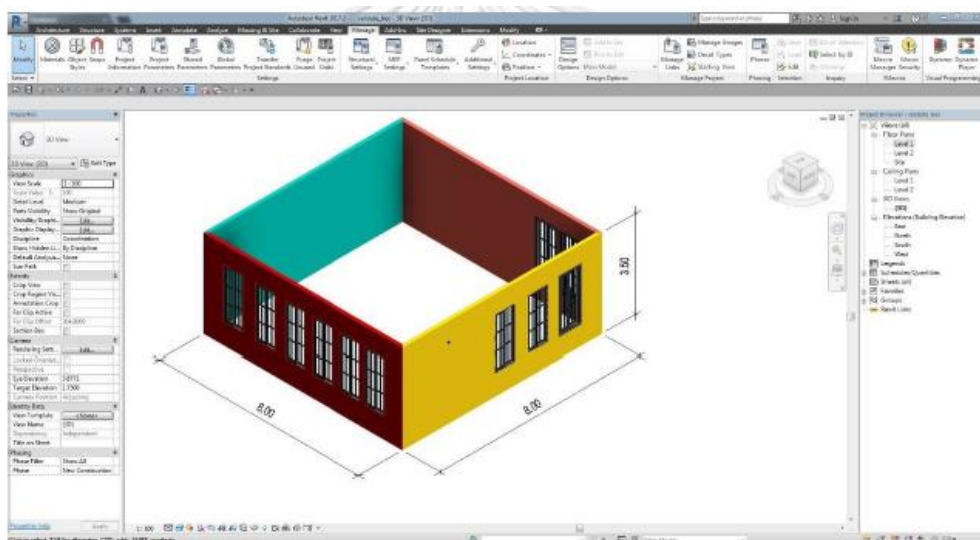
(ที่มา: ณัชชา เอกราเริงแสน, 2560: 34)

อัญชร์ คำไพโรจน์ (2561) ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ช่วยในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น กรณีศึกษา อาคารพักอาศัย ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก โดยเป็นการถอดปริมาณ การกรอกข้อมูลซ้ำๆ ใช้เวลานาน เมื่อทำการประเมินแล้วมีการแก้ไขยาก ทำให้การประเมินมักเกิดขึ้นภายหลังการออกแบบและทำโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือประเภทต่างๆ ที่ช่วยลดขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือจากฐานข้อมูลเครื่องมือบนเว็บ แต่เครื่องมือเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการกรอกข้อมูลที่ซ้ำซ้อนอยู่ ซึ่งในการศึกษานี้ได้พัฒนาเครื่องมือต้นแบบที่สามารถใช้ประเมินได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบในช่วงแรก มีการถอดปริมาณและข้อมูลจาก 3D model อัตโนมัติ และมีการแสดงผลแบบ Real time ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการกรอกข้อมูลซ้ำซ้อน ผู้ใช้สามารถแก้ไข-เพิ่ม-อัปเดตข้อมูลในฐานข้อมูลเองได้ โดยเป็นการพัฒนาเครื่องมือในโปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับโปรแกรมเสริม Dynamo

อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน (2561) ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ช่วยคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น ปัจจุบันการคำนวณค่า OTTV สามารถคำนวณด้วยมือ หรือโปรแกรม BEC V.1.0.6 ซึ่งโปรแกรมที่ใช้นี้จะรับข้อมูลปริมาณมากจากผู้ออกแบบและมีการเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้อาจเกิดความผิดพลาดในการใส่ข้อมูล ซึ่งในการศึกษานี้ได้พัฒนาโดยเป็นการพัฒนาชุดคำสั่งในโปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับโปรแกรมเสริม Dynamo ที่สามารถควบคุมการเรียกข้อมูลจาก 3D model และสามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์ของค่า OTTV ที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงพลังงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น เมื่อผู้ใช้งานปรับเปลี่ยนข้อมูลผลลัพธ์ของค่า OTTV จะเปลี่ยนอัตโนมัติ จึงทำให้ลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลการคำนวณด้วยเครื่องมือที่ได้พัฒนากับโปรแกรม BEC V.1.0.6 มีความใกล้เคียงกัน โดยผลการคำนวณแสดงผลด้วยเฉดสีในโปรแกรม Autodesk Revit ตามภาพที่ 2.11

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำให้ทราบถึงกระบวนการในการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตั้งแต่การนำข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มาเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์จากการเขียนชุดคำสั่งในโปรแกรมเสริม แล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้มาแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารและแสดงผลในโปรแกรมอื่นๆ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ได้





ภาพที่ 2. 11 การแสดงผลด้วยเฉดสีจากผลการคำนวณในโปรแกรม Autodesk Revit

## 2.7 สรุปการทบทวนวรรณกรรม

จากเกณฑ์มาตรฐานกลาง สำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ต้องดำเนินการประเมินเป็นประจำ ตามระดับการประเมินต่างๆ ได้แก่ ระดับมหาวิทยาลัย ระดับคณะ/สำนัก และระดับอาคาร อีกทั้งข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นอยู่ในรูปแบบรายห้อง ซึ่งมีข้อมูลในปริมาณที่มาก อีกทั้งในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารยังไม่มีเครื่องมือที่สามารถช่วยในการประเมินและระบบสารสนเทศที่ช่วยจัดการข้อมูล

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ได้มีการพัฒนากรอบความคิดของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร นำมาประยุกต์ใช้ในสถาบันอุดมศึกษา โดยนำมาใช้วิเคราะห์ที่สามารถคาดการณ์การบำรุงรักษาและการประเมินสภาพอาคาร รวมถึงการรายงานพื้นที่ว่าง และการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศเชื่อมโยงข้อมูลตามเวลาจริงจากเครื่องรับสัญญาณ ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา

อีกทั้งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ใช้แนวความคิดของการบริหารทรัพยากรอาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในการดำเนินงานอาคารตลอดวงจรชีวิตโครงการและการวางแผนพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งเดิมภายในมหาวิทยาลัยนั้นมีการบริหารจัดการอาคารที่ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ของ

ข้อมูลที่เกิดขึ้นภายหลังจากขั้นตอนการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพไม่มากในการจัดการข้อมูล รวมถึงการขาดความร่วมมือของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยในงานวิจัยนี้เองจึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ที่อยู่ภายในสังกัดเดียวกัน โดยการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา ซึ่งเป็นการบูรณาการชุดข้อมูลแต่ละอาคารเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรอาคารในหน่วยงานที่อยู่ในสังกัดให้มีประสิทธิภาพได้ต่อไป

การพัฒนาเครื่องมือในโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงข้อจำกัดในการพัฒนา เพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการสร้างชุดคำสั่งบนโปรแกรมเสริม รวมถึงได้เรียนรู้กระบวนการพัฒนาการใช้งานเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพมีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้งาน ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นประสิทธิภาพของผลการใช้งาน ประสิทธิภาพความสะดวกในการใช้งาน อย่างไรก็ตามในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารควรมีการผลักดันให้เกิดการยอมรับที่นำไปใช้งานอย่างจริงจัง ดังนั้นในการศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่สามารถช่วยในการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การพัฒนาระบบฐานข้อมูลร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารและเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ จึงเป็นที่มาสำหรับงานวิจัยนี้

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถประยุกต์ใช้แนวความคิดในการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร จากการเชื่อมโยงข้อมูล ผ่านกระบวนการวิเคราะห์แล้วแสดงผลลัพธ์ โดยมีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางที่ทำงานร่วมกับโปรแกรมเสริม ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยจัดการข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นถึงสิ้นสุดการทำงาน ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556) สามารถทราบถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ต้องนำเข้า (Input) ไปในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ (Process) จากการสร้างชุดคำสั่งในโปรแกรมเสริมที่ทำงานบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แล้วส่งออกข้อมูล (Output) ที่เป็นการแสดงผลลัพธ์ที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ ตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ โดยทำการพัฒนาชุดเครื่องมือสำหรับการนำเข้าข้อมูล (Input) กระบวนการวิเคราะห์ (Process) การส่งออกข้อมูล (Output) รวมถึงกำหนดระบบการทำงานเพื่อให้ใช้งานเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

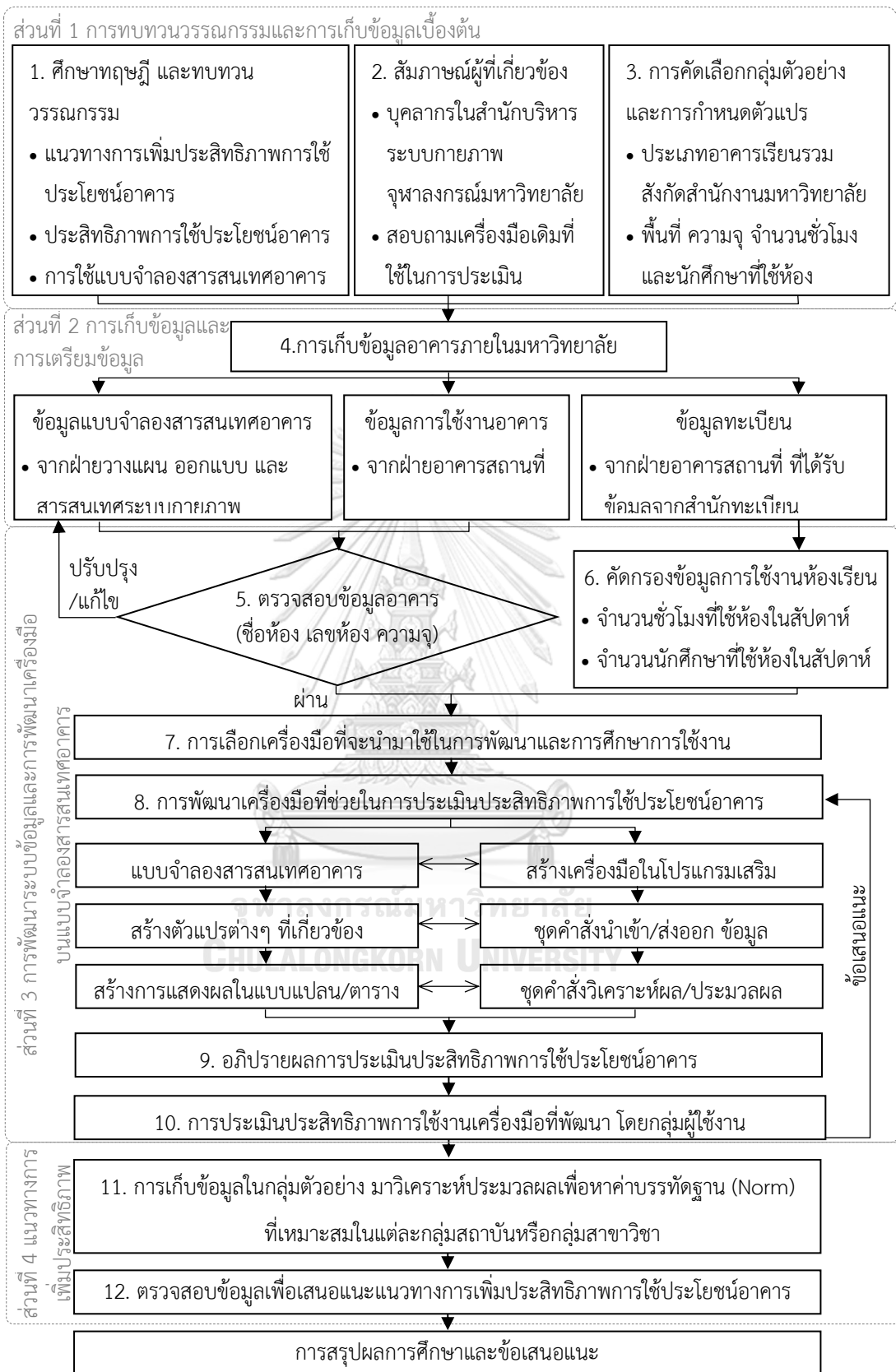
งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย รวมถึงพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้อยู่ที่พื้นที่อาคาร

การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย เป็นการพัฒนาเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร และพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพสำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร ซึ่งมีกระบวนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ส่วนที่ 2 การเก็บข้อมูลและการเตรียมข้อมูล ส่วนที่ 3 การพัฒนาระบบข้อมูลและการพัฒนาเครื่องมือ ส่วนที่ 4 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยมีกรอบขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3.1

โดยในการศึกษานี้มีระเบียบวิธีวิจัยแบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังต่อไปนี้

- 3.1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น
- 3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและการกำหนดตัวแปรที่จะนำมาศึกษา
- 3.3 การเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย
- 3.4 การตรวจสอบข้อมูลอาคารและการคัดกรองการใช้งานห้องเรียน
- 3.5 การพัฒนาระบบข้อมูล
- 3.6 การพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
- 3.7 การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา โดยกลุ่มผู้ใช้งาน
- 3.8 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3. 1 กรอบขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 การทบทวนวรรณกรรมและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

การดำเนินการในลำดับแรกเป็นการศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ข้อกำหนด กฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร และปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในสถาบันอุดมศึกษา รวมถึงทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา และในด้านการบริหารทรัพยากรอาคาร เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารนำไปประมวลผลต่างๆ และในส่วนของเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อเป็นการสอบถามลักษณะการใช้งานอาคารภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งแนวคิดการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย

#### 3.1.1 การทบทวนวรรณกรรม

สำหรับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง อัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ได้มีข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องจากประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556) ออกตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานกลางสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร พร้อมให้สถาบันอุดมศึกษาจัดทำรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากข้อกำหนดดังกล่าวสามารถสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร คือความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ห้องกับอัตราการใช้พื้นที่ และสามารถสรุปขอบเขตที่ใช้ในการประเมิน อีกทั้งยังได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งเป็นการศึกษาสภาพการใช้พื้นที่ ตามอัตราการใช้พื้นที่ อัตราการใช้ห้องเรียน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารที่ได้ทำการศึกษา โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์มาตรฐานกลาง

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้แก่ การใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในสถาบันอุดมศึกษา การบริหารทรัพยากรอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยส่วนใหญ่จะเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลตัวแปรต่างๆ ด้วยการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลหรือประมวลผลในการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ซึ่งข้อดีของ

แบบจำลองสารสนเทศอาคารคือข้อมูลที่มีอยู่ในชิ้นงานหรือส่วนประกอบต่างๆ รวบรวมเป็นศูนย์กลางของข้อมูล อีกทั้งในการแสดงผลในเชิงรูปภาพที่สามารถเข้าใจได้ง่าย รวมถึงมีการแสดงแบบจำลองในรูปแบบ 3 มิติ สามารถนำไปใช้งานได้ในส่วนงานอื่นๆ ได้ต่อไป

จากการศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ข้อกำหนด กฎหมายที่เกี่ยวข้องและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อสามารถกำหนดขอบเขต ตัวแปร สูตรการคำนวณ ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตที่นำมาศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างอาคารภายในมหาวิทยาลัย ส่วนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นเป็นการคำนวณประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน จากอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่ โดยมีตัวแปรตามเกณฑ์มาตรฐานกลาง ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556, 11 เมษายน) ซึ่งสามารถกำหนดตัวแปรที่ได้ทำการศึกษาตามตารางที่ 3.1 อย่างไรก็ตามในแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีข้อมูลตัวแปร ที่เกิดการสร้างแบบจำลอง คือพื้นที่ภายในของห้อง ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการประมวลผลได้ อีกทั้งยังสามารถสร้างตัวแปร ที่เกี่ยวข้องในการคำนวณ ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารร่วมในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

ตารางที่ 3. 1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐานกลาง

ตัวแปร	หน่วย
พื้นที่ห้อง	ตร.ม.
ความจุห้อง (จำนวนที่นั่ง)	คน
จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์	ชั่วโมง
จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์	คน
พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คนตามเกณฑ์มาตรฐาน	ตร.ม./คน
ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร	ร้อยละ
จำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์	35 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

### 3.1.2 การเก็บข้อมูลเบื้องต้น

สำหรับสถาบันอุดมศึกษาที่ได้นำข้อมูลมาศึกษานั้น อยู่ในประเภทมหาวิทยาลัย โดยการเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทราบถึงข้อมูลการใช้งานอาคารภายในมหาวิทยาลัย และข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย โดยที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีสำนักบริหารระบบกายภาพ ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่สนับสนุนการดำเนินงานในด้านการบริหารจัดการอาคารสถานที่ ภูมิทัศน์

พลังงาน สิ่งแวดล้อม ระบบโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัย ในงานวิจัยนี้จึงได้ติดต่อเพื่อทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นด้วยการสอบถามพูดคุยถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อาศัยเครื่องมือหลักคือ แบบสัมภาษณ์ ซึ่งในการดำเนินการนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบสัมภาษณ์โดยอิงโครงสร้างปานกลาง (Semi-Structural Interviews) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ให้สัมภาษณ์เล่ารายละเอียดต่างๆ ได้อิสระ ในขณะที่ผู้สัมภาษณ์จะคอยซักถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดตามประเด็นคำถามที่ได้กำหนดล่วงหน้า พยายามไม่ให้ข้อมูลหลุดออกจากประเด็น (ปาริชาติ สถาปิตานนท์, 2553) โดยได้ดำเนินการพูดคุยถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอาคารกับบุคลากรจากฝ่ายอาคารสถานที่ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลการใช้งานอาคารที่สังกัดในหน่วยงาน จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนในรายวิชา ห้องเรียนในรายวิชา เวลาเรียนในรายวิชา ข้อมูลขนาดความจุของห้องเรียน ลักษณะการใช้งานห้องเรียนภายในหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแล การบริหารการใช้งานอาคาร รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในรูปแบบเดิมและได้พูดคุยข้อมูลเกี่ยวข้องกับการจัดทำข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในมหาวิทยาลัย กับบุคลากรจากฝ่ายวางแผน ออกแบบ และสารสนเทศระบบกายภาพ

### 3.1.3 วิธีการพิทักษ์สิทธิ ป้องกันความเสี่ยง และรักษาความลับของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ในการศึกษานี้ได้ติดต่อสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับนำมาใช้พัฒนาเครื่องมือ ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของแต่ละบุคคลจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นภาพรวม ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

### 3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและการกำหนดตัวแปรที่จะนำมาศึกษา

จากประกาศกระทรวงศึกษาธิการส่งผลให้หน่วยงานในมหาวิทยาลัยต้องทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและการกำหนดตัวแปร สำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งการศึกษานี้มีหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากอาคารภายในมหาวิทยาลัย โดยคัดเลือกจากกลุ่มอาคารที่มีประเภทการใช้งานลักษณะเดียวกัน อีกทั้งมีรูปแบบการใช้สอยพื้นที่ใกล้เคียงกันและอยู่ในสังกัดหน่วยงานเดียวกัน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิจัย

อย่างไรก็ตามในกลุ่มอาคารที่มีประเภทการใช้งานลักษณะเดียวกันและอยู่ในสังกัดเดียวกัน สามารถกำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในกลุ่มอาคารนั้นได้ จากข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารโดยเครื่องมือที่ได้พัฒนา เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอาคาร ภายในหน่วยงานนั้นได้ต่อไป และเพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้งานกับหน่วยงานอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัย หรือนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ ต่อไป

### 3.2.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

จากอาคารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีจำนวนโดยประมาณ 201 อาคาร ได้แบ่งกลุ่มอาคารสำหรับการบริหารจัดการจากการใช้งานตามหน่วยงานที่ได้สังกัด โดยสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย มีอาคารส่วนกลางทั้งสิ้น 47 อาคาร เป็นอาคารเรียนรวมและมีการใช้งานด้านการเรียนการสอน 9 อาคาร ซึ่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักบริหารระบบกายภาพ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแลอาคารที่อยู่ในสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย ได้มีการรวบรวมข้อมูลและจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในเขตพื้นที่การศึกษา อีกทั้งสำนักบริหารระบบกายภาพ ต้องทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร รวมถึงบริหารจัดการทรัพยากรทางกายภาพให้เกิดประโยชน์และความคุ้มค่า ดังนั้นในการนำข้อมูลอาคารในส่วนนี้มาใช้ในงานวิจัยจะสามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป

ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการคัดเลือกกลุ่มอาคารที่มีประเภทการใช้งานด้านการเรียนการสอน และเป็นอาคารประเภทอาคารเรียนรวม ที่อยู่ในสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย โดยมีกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย 6 อาคาร ได้แก่

- 1) อาคารบรมราชกุมารี (CEN053) มีจำนวนห้องเรียน 55 ห้อง
- 2) อาคารพินิตประชานาถ (CEN051) มีจำนวนห้องเรียน 19 ห้อง
- 3) อาคารมหิตลาธิเบศร (CEN068) มีจำนวนห้องเรียน 53 ห้อง
- 4) อาคารเฉลิมราชกุมารี 60 พรรษา (อาคารจามจุรี 10) (CEN088) มีจำนวนห้องเรียน 14 ห้อง
- 5) อาคารจุฬาพัฒน์ 4 (CEN070) มีจำนวนห้องเรียน 2 ห้อง
- 6) อาคารวิทย์พัฒนา (CEN017) มีจำนวนห้องเรียน 6 ห้อง



เพื่อนำข้อมูลอาคารที่ได้ทำการคัดเลือกมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับอาคาร และพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพสำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร อย่างไรก็ตามได้นำเครื่องมือที่พัฒนามาใช้งานกับกลุ่มอาคารที่ได้ทำการคัดเลือก เพื่อเป็นการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก อีกทั้งยังเป็นข้อมูลที่น่ามาใช้กำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในระดับนั้น ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในกลุ่มระดับมหาวิทยาลัยต่อไป

### 3.2.2 การกำหนดตัวแปร

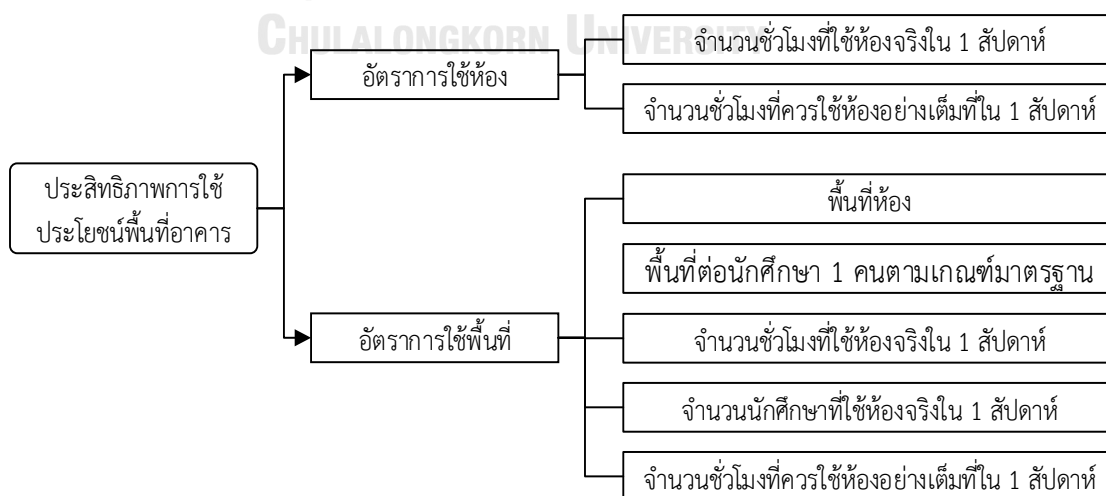
จากเกณฑ์มาตรฐานกลางสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ตามสมการที่ (1) โดยเป็นการประเมินจากอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่ โดยการคำนวณจากสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ ซึ่งสามารถกำหนดตัวแปรที่ได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1) ตัวแปรต้น: พื้นที่ห้อง (ตร.ม.) ความจุห้อง (คน) พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คนตามเกณฑ์มาตรฐาน (ตร.ม./คน) จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (ชั่วโมง) และจำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (คน)

2) ตัวแปรตาม: ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร (ร้อยละ)

3) ตัวแปรควบคุม: จำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน 1 สัปดาห์ เท่ากับ 35 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

โดยความเชื่อมโยงของตัวแปรที่ได้นำมาศึกษากับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ตามภาพที่ 3.2

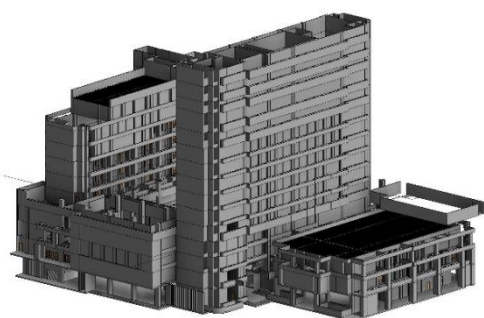


ภาพที่ 3. 2 แสดงความเชื่อมโยงของตัวแปร

### 3.3 การเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แบ่งกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยสำหรับบริหารจัดการจากการใช้งานและจากหน่วยงานที่ได้สังกัด อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลในแต่ละอาคารต้องติดต่อตามหน่วยงานที่ได้สังกัด สำหรับในการศึกษาวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย ตามกลุ่มอาคารที่ได้ทำการคัดเลือก เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและพัฒนาเครื่องมือ โดยกลุ่มอาคารที่ได้ทำการคัดเลือกนั้นสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ในความดูแลของสำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังนั้นการติดต่อขอข้อมูลจากภายในสำนักบริหารระบบกายภาพ ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังต่อไปนี้

1. ติดต่อฝ่ายวางแผน ออกแบบ และสารสนเทศระบบกายภาพ สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารของกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยที่ได้ทำการคัดเลือก ซึ่งข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นได้ถูกจัดทำขึ้นในโปรแกรม Autodesk Revit (ไฟล์ข้อมูล .rvt) ตามข้อมูลแบบภายหลังจากการก่อสร้าง (As-Built Drawing) แบบจำลองสารสนเทศอาคารที่สร้างขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ แบบจำลองสารสนเทศอาคารระยะแรก ที่ความละเอียดของแบบจำลองแสดงขนาด มิติ ของอาคารโดยรวม ข้อมูลในแต่ละห้อง และแบบจำลองสารสนเทศอาคารระยะสอง ได้มีการพัฒนารายละเอียดขององค์ประกอบอาคารเพิ่มขึ้น แสดงตามภาพที่ 3.3 โดยภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคารทั้งสองประกอบไปด้วยข้อมูล แบบจำลอง 3 มิติ แบบแปลน ข้อมูลในแต่ละห้อง ได้แก่ หมายเลขห้อง ชื่อห้อง พื้นที่ห้อง อันเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเนื่องจากเป็นหัวใจของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3. 3 แบบจำลองสารสนเทศอาคารระยะแรก (ก) และระยะสอง (ข)

จากข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถจำแนกระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ในการทำงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2558) เพื่อให้ทราบถึงระดับของข้อมูลรายละเอียดที่สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ โดยจำแนกได้ดังนี้

- 1) แบบจำลองสารสนเทศอาคารระยะแรก อยู่ในระดับ Design Development (LOD 200) มีเพียงในส่วนของผนัง โดยรายละเอียดที่ประกอบไปด้วย ความหนาของผนัง การระบุตำแหน่ง มีความกว้าง ความยาว ซึ่งในแบบจำลองนี้มีเพียงองค์ประกอบอาคารที่เป็นผนังเท่านั้น สร้างขึ้นเพื่อหาปริมาณพื้นที่ในส่วนต่างๆ รวมถึงพื้นที่ใช้สอยของอาคาร อีกทั้งการแสดงผลภาพรวม 3 มิติ ของอาคาร
- 2) แบบจำลองสารสนเทศอาคารระยะที่สอง อยู่ในระดับ Construction Documents (LOD 300) ตัวอย่างเช่นในส่วนของผนัง มีรายละเอียดที่ประกอบไปด้วยความหนาแยกตามวัสดุ มีการระบุตำแหน่ง โดยมีความกว้าง ความยาว ความสูง อีกทั้งองค์ประกอบอาคารประกอบไปด้วย ผนัง พื้น เสา ประตู หน้าต่าง กรอบอาคาร

โดยแบบจำลองสารสนเทศอาคารทั้งสองระยะเพียงพอสำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องมือแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ เนื่องจากมีการระบุตำแหน่งของผนัง ขนาดความกว้าง ความยาว ทำให้ขนาดพื้นที่ภายในห้องมีค่าเท่ากัน ซึ่งเป็นข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

2. ติดต่อฝ่ายอาคารสถานที่ สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอข้อมูลการใช้งานอาคารของกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยที่ได้ทำการคัดเลือก ซึ่งเป็นข้อมูลทะเบียน (ไฟล์ข้อมูล .csv) ที่ฝ่ายอาคารสถานที่ได้สำเนาจากสำนักทะเบียนสำหรับนำมาใช้ในการบริหารจัดการอาคารสถานที่ ห้องเรียน ภายในหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยภายในข้อมูลทะเบียนเป็นข้อมูลการใช้งานห้องเรียนใน 1 สัปดาห์ จะประกอบไปด้วย 1. ปีการศึกษา 2. ภาคการศึกษา 3. ชื่ออาคาร 4. หลักสูตร 5. วิชาเรียน 6. วันเวลาที่ใช้ห้องเรียน 7. หมายเลขห้องเรียน 8. จำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนในรายวิชานั้น

โดยการเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย สามารถสรุปออกเป็นข้อมูล 3 ประเภท ที่ประกอบไปด้วยรายละเอียดที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร คือ

- 1) ข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ประกอบไปด้วยข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่มีรายละเอียดภายในอาคาร โดยข้อมูลที่น่ามาใช้คือ พื้นที่ห้อง (ตร.ม.) ตามหมายเลขห้อง ของห้องเรียน และนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้สำหรับการแสดงผลการประเมิน
- 2) ข้อมูลการใช้งานอาคาร เป็นข้อมูลที่ใช้ในการจัดการอาคาร ซึ่งข้อมูลที่น่ามาใช้คือ ความจุห้อง (คน) ของห้องเรียน พื้นที่ห้อง สำหรับคำนวณในรูปแบบเดิมที่ใช้เปรียบเทียบ
- 3) ข้อมูลทะเบียน เป็นข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ประกอบไปด้วยข้อมูลวิชาเรียนที่เปิดทำการเรียนการสอนในภาคการศึกษานั้น โดยข้อมูลที่น่ามาใช้คือ จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (ชั่วโมง) และ จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (คน)

ทั้งนี้ในการเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัย เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ทำการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์จากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้อยู่ภายในสังกัด ให้ทางหน่วยงานสำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.4 การตรวจสอบข้อมูลอาคารและการคัดกรองการใช้งานห้องเรียน

ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมข้อมูลที่น่าไปใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เนื่องจากข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารและข้อมูลทะเบียน จากการเก็บข้อมูลอาคารภายในมหาวิทยาลัยที่ได้มานั้น ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ทันที จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและคัดกรองข้อมูลก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีการเตรียมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การตรวจสอบข้อมูลอาคารและการคัดกรองการใช้งานห้องเรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.4.1 การตรวจสอบข้อมูลอาคาร

ข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นการสร้างขึ้นตามข้อมูลแบบภายหลังจากการก่อสร้าง ซึ่งมีข้อมูลบางส่วนที่ไม่อัปเดต จึงจำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับข้อมูลอาคารตามที่ใช้งานในปัจจุบัน เพื่อความถูกต้องและเป็นการอัปเดตฐานข้อมูลในแบบจำลอง

สารสนเทศอาคาร โดยการตรวจสอบข้อมูลอาคารจะดำเนินการตรวจสอบ หมายเลขห้อง ประเภทการใช้งาน พื้นที่ ความจุห้อง แล้วทำการแก้ไขข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารก่อนจะดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ในส่วนข้อมูลทางกายภาพของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นองค์ประกอบที่มีความถูกต้อง มีระดับของการพัฒนา (LOD) อยู่ในระดับ Construction Documents (LOD 300) กล่าวคือมีการระบุตำแหน่ง มีความกว้าง ความยาว ทำให้สามารถใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางของระบบข้อมูล ทั้งนี้หากอาคารมีการปรับเปลี่ยนทางกายภาพเพิ่มเติมจากแบบภายหลังจากการก่อสร้าง ก็ต้องทำการแก้ไขแบบจำลองสารสนเทศอาคารตามการใช้งาน

สำหรับการแก้ไขข้อมูลอาคารในแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถทำได้ 3 รูปแบบคือ 1) แก้ไขใน Plan view Drawing Area 2) แก้ไขใน Properties 3) แก้ไขใน Schedule ดังแสดงในภาพที่ 3.4 โดยข้อมูลที่แก้ไขประกอบด้วย หมายเลขห้อง ชื่อห้อง ความจุห้อง

The image shows a screenshot of a BIM software interface with three red circles highlighting different editing methods:

- Circle 1:** Points to a room in the Plan view Drawing Area.
- Circle 2:** Points to the Properties panel on the left, specifically the 'Rooms' section.
- Circle 3:** Points to the Schedule view at the bottom, which displays a table of room utilization data.

The Schedule view shows a table with the following columns: Number, Level, Name, Area, Room Capacity, Space Per Person, Weekly Room H, Weekly Student, and Percentage of Station Occ.

Number	Level	Name	Area	Room Capacity	Space Per Person	Weekly Room H	Weekly Student	Percentage of Station Occ
511	ชั้นเรียน	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 1	452.81 m <sup>2</sup>	219	20 m <sup>2</sup>	18	423	42.84
512	ชั้นเรียน	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 2	434.04 m <sup>2</sup>	238	18 m <sup>2</sup>	7	348	20.00
517	ชั้นเรียน	ห้องเรียนขนาดกลาง 1	330.49 m <sup>2</sup>	140	24 m <sup>2</sup>	6	286	17.14
518	ชั้นเรียน	ห้องเรียนขนาดกลาง 2	330.49 m <sup>2</sup>	140	24 m <sup>2</sup>	18.8	433	52.84

ภาพที่ 3.4 รูปแบบการแก้ไขข้อมูลอาคารในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

### 3.4.2 การคัดกรองการใช้งานห้องเรียน

ข้อมูลทะเบียนที่มีนั้นเป็นข้อมูลการใช้งานห้องเรียนที่จำแนกตามวันเวลาที่ใช้ห้องเรียน วิชาเรียน หลักสูตร ภายในแต่ละอาคาร ซึ่งมีรายละเอียดจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องคัดกรองข้อมูลต่างๆ

ตามข้อกำหนดของเกณฑ์มาตรฐานกลาง ให้อยู่ในรายห้องสำหรับนำไปใช้ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการคัดกรองข้อมูลทะเบียน ผู้วิจัยได้ทำการสร้าง Template ที่อยู่ในโปรแกรม Microsoft Excel ทำการคัดกรองข้อมูลที่ได้มาให้อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้ดังนี้

- 1) หลักสูตรการศึกษา โครงการปกติ
- 2) ช่วงวันจันทร์-วันศุกร์
- 3) ช่วงเวลา 08.00–12.00 น. และ 13.00-16.00 น.

ซึ่งข้อมูลที่ต้องทำการคัดกรองให้อยู่ในรายห้อง เพื่อนำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์ประมวลผล สามารถสรุปข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ที่ได้ทำการคัดกรองไว้เป็นรายห้อง คือ

- 1) จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์
- 2) จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์
- 3) ความจุห้อง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ในขั้นตอนนี้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลทะเบียนที่ได้รับมา ต้องทำการประยุกต์ Template ในโปรแกรม Microsoft Excel ที่ทำการคัดกรองการใช้งานห้องเรียนหรือข้อมูลทะเบียนที่สามารถส่งออกให้อยู่ในรูปแบบการใช้งานรายห้อง จะสามารถช่วยลดกระบวนการในส่วนนี้ได้ กล่าวคือต้องทำการสรุปข้อมูลการใช้งานห้องเรียนให้เป็นรายห้อง เพื่อนำไปใช้สำหรับเครื่องมือที่ได้พัฒนา

### 3.5 การพัฒนาระบบข้อมูล

การพัฒนาระบบข้อมูลเป็นกระบวนการเลือกเครื่องมือ การเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศและการเตรียมฐานข้อมูล รวมถึงการแสดงผล ที่ใช้ในการวิเคราะห์ การประเมินผล การแสดงผล ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สำหรับการพัฒนาเครื่องมือ

#### 3.5.1 การเลือกเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา

การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร งานวิจัยนี้ได้เลือกเครื่องมือที่จะนำมาใช้งาน โดยทำการเลือกใช้โปรแกรม Autodesk Revit เนื่องจากเป็นโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีสัดส่วนผู้ใช้งานทั่วโลกสูงที่สุด อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่สถาปนิกนิยมใช้ในการขึ้นแบบจำลองสาม

มิติและสามารถถอดปริมาณจากแบบจำลองสามมิติได้ (ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ, 2556) รวมถึงข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่นำมาใช้ศึกษาได้ถูกจัดทำขึ้นในโปรแกรม Autodesk Revit ทำให้มีข้อมูลเบื้องต้นสามารถนำไปพัฒนาต่อไปได้และการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้เลือกใช้โปรแกรมเสริม Dynamo ที่ทำงานร่วมกับ Autodesk Revit ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมแบบภาษาภาพ (Visual Programming Languages) โดยการเขียนชุดคำสั่งที่ใช้สร้างขั้นตอนวิธีการ (Algorithm) เป็นโครงสร้างแบบเชื่อมโยง (Diagram) ผ่านจุดต่อ (Node) ตามแนวความคิดของผู้ใช้งาน ซึ่งจุดเด่นของ Dynamo คือสามารถเรียกปรับค่าตัวแปรต่างๆ จากใน Dynamo แล้วส่งค่าตัวแปรที่ได้ทำการปรับแก้กลับไปยัง Autodesk Revit ได้

โดยเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการพัฒนานบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในงานวิจัยใช้โปรแกรมพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

- 1) คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 64-bit
- 2) โปรแกรม Autodesk Revit เวอร์ชัน 2018 ลิขสิทธิ์สำหรับนักเรียนนักศึกษา ซึ่งเป็น Education License
- 3) โปรแกรม Dynamo เวอร์ชัน 2.0.3.0 ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่มาพร้อมกับการติดตั้งโปรแกรม Autodesk Revit
- 4) โปรแกรม Microsoft Excel ลิขสิทธิ์ในนามจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีสิทธิใช้งานโปรแกรมของบริษัทไมโครซอฟท์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การวิจัย

### 3.5.2 การเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

งานวิจัยนี้ได้ทำการจัดเตรียมไฟล์ Template สำหรับโปรแกรม Autodesk Revit 2018 ที่ประกอบไปด้วยข้อมูลตัวแปรต่างๆ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งานและลดขั้นตอนการทำงาน รวมถึงลดความซ้ำซ้อนในการนำไปใช้งานกับอาคารจำนวนมาก ซึ่งเป็นประโยชน์กับผู้ใช้งาน โดยแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการดังต่อไปนี้

### 3.5.2.1 การสร้าง Parameter

จากตัวแปรที่ได้กำหนด ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารมี Parameter บางส่วนแล้ว จึงจำเป็นต้องสร้าง Parameter เพิ่มเติม สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งสามารถสรุป Parameter ที่ต้องสร้างเพิ่ม ตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3. 2 สรุป Parameter ที่ต้องสร้างเพิ่ม

Parameters	Description	มีอยู่	สร้างเพิ่ม
Departments	หน่วยงาน		/
Academic Year	ปีการศึกษา		/
Semester	ภาคการศึกษา		/
Building Name	ชื่ออาคาร	/	
Project Number	รหัสอาคาร	/	
Room No	หมายเลขห้อง	/	
Room Type	ประเภทการใช้งาน	/	
Area	พื้นที่ห้อง	/	
Room Capacity	ความจุ		/
Space Per Person	พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คนตามเกณฑ์มาตรฐาน		/
Weekly Contact Hours	จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์		/
Weekly Student Contact Hours	จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์		/
Percentage of Station Occupancy	อัตราการใช้ห้อง		/
Percentage of Station Use	อัตราการใช้พื้นที่		/
Classroom Utilization	ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน		/

การสร้าง Parameter ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้เครื่องมือ Shared Parameters เนื่องจากมีการใช้งานที่หยาบๆ จัดเตรียมเป็น Parameter Group ที่ใช้งาน แล้วสามารถบันทึกไฟล์ไปเก็บที่ภายนอกแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ .txt และสามารถนำไปใช้กับโครงการอื่นๆ ได้ โดยการเพิ่ม Parameter จากการเลือกไฟล์ที่บันทึกไว้ และเลือกใช้เครื่องมือ Calculated Parameters สำหรับ Parameter ที่มีการคำนวณ โดยมีรายละเอียดการตั้งค่า Parameter ตามตารางที่ 3.3 จากข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ได้นำมาศึกษาเป็นการสร้างในส่วนงานสถาปัตยกรรม โดยมีการสร้างกรอบภายในห้องจากคำสั่ง Room เพื่อกำหนดชื่อห้อง หมายเลขห้อง รวมถึงทำให้ได้ขนาดพื้นที่ภายในห้อง ในงานวิจัยนี้จึงได้สร้าง Parameter ภายใน



Rooms Categories เป็นหลักสำหรับตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยตัวแปร Room Capacity และ Weekly Student Contact Hours มีหน่วยเป็นจำนวนคน จึงได้กำหนด Type of Parameter เป็น Integer คือข้อมูลตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็ม ส่วนตัวแปรที่เป็นข้อมูลของการประเมิน ได้สร้างขึ้นภายใน Project Information Categories












ตารางที่ 3. 3 รายละเอียดการตั้งค่า Parameter

Categories	Parameter Name	Type of Parameter	Type/ Instance	Parameters Type
Rooms	Room Capacity	Integer	Instance	Shared Parameters
	Space Per Person	Area	Instance	
	Weekly Contact Hours	Number	Instance	
	Weekly Student Contact Hours	Integer	Instance	
	Color Level of Classroom Utilization	Number	Instance	
	Optimization Guidelines	Text	Instance	
Project Information	Departments	Text	Instance	Calculated Parameters
	Academic Year	Text	Instance	
	Semester	Text	Instance	
-	Percentage of Station Occupancy	Number	-	Calculated Parameters
	Percentage of Station Use	Number	-	
	Classroom Utilization	Number	-	

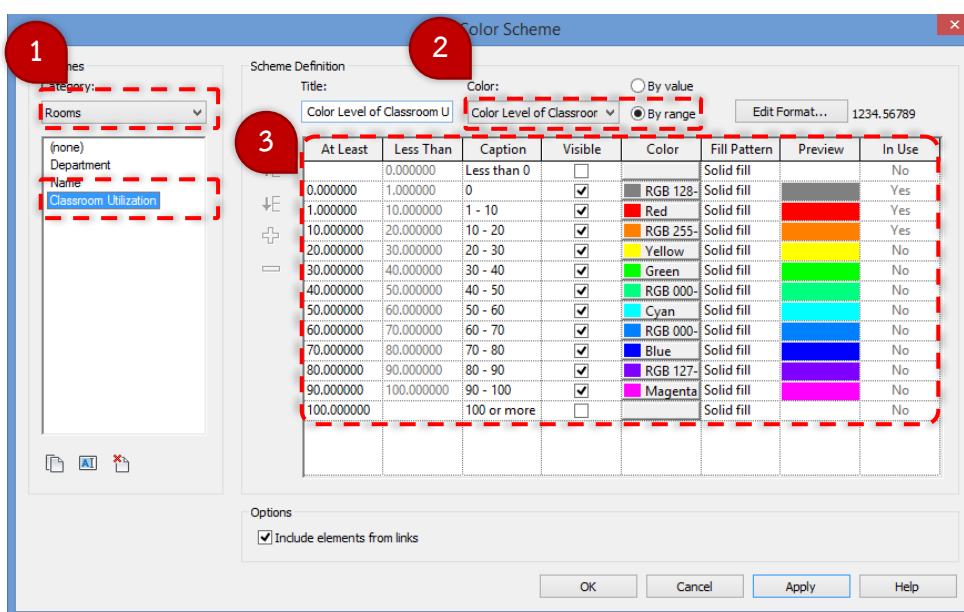
### 3.5.2.2 การสร้าง Color Scheme

สำหรับ Color Scheme เป็นกำหนดการแสดงสีภายในแต่ละห้องบนแบบแปลน ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่ได้รับข้อมูลเข้าใจง่าย เกิดความสะดวกที่สามารถนำไปใช้งานต่อในส่วนอื่นๆ และการรับรู้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที งานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าระดับสีตามค่าผลการประเมินห้องเรียน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ 1% ถึง 100% ระดับสีไล่จากสีแดง ไปยัง สีม่วงตามลำดับ ส่วนห้องเรียนที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วนจะมีผลการประเมินเป็น 0% แสดงเป็นสีเทา ตามตารางที่ 3.4 (ในการนำไปประยุกต์ใช้สามารถกำหนดระดับสีได้ตามความเหมาะสม)

ตารางที่ 3. 4 แสดงค่าระดับสีตามผลการประเมินประสิทธิภาพห้องเรียน

Color											
Color Name	Grey	Red	Orange	Yellow	Green	Green +Cyan	Cyan	Blue +Cyan	Blue	Blue +Magenta	Magenta
Percent	0	1-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100

การสร้าง Color Scheme จากการใช้เครื่องมือ Color Schemes ในโปรแกรม Autodesk Revit สามารถเข้าถึงโดยใช้คำสั่ง Architecture Tab > Room & Area Panel > Color Schemes Button โดยจะปรากฏหน้าต่าง Edit Color Scheme สำหรับการตั้งค่าไปที่ Category เลือก Rooms สร้าง Classroom Utilization สำหรับการแสดงสีตามผลการประเมิน ส่วนที่ Color เลือก Color Level of Classroom Utilization ซึ่งเป็น Parameter ที่สร้างไว้สำหรับค่าประสิทธิภาพห้องเรียน จากนั้นเลือก By range แล้วทำการกำหนดค่าระดับสี ดังแสดงในภาพที่ 3.5

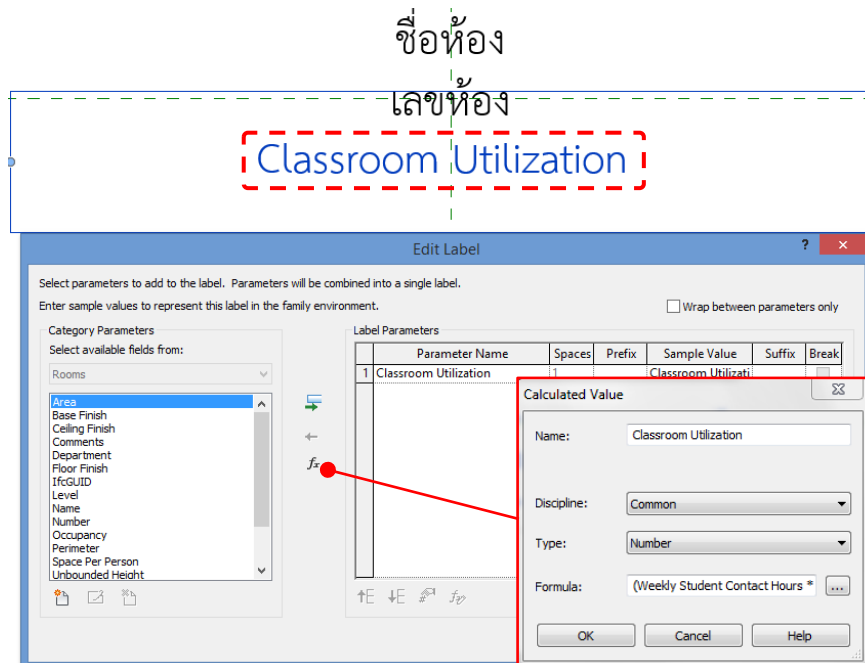


ภาพที่ 3.5 การกำหนดค่าระดับสีตามผลการประเมินในรูปแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

### 3.5.2.3 การสร้าง Family Room Tags

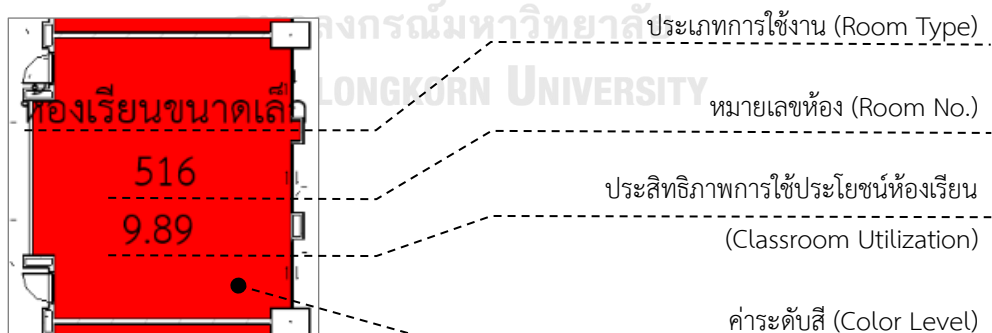
การสร้าง Family สำหรับ Room Tags ในโปรแกรม Autodesk Revit เป็นการพัฒนา Room Tags ที่มีอยู่เดิมในข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งเดิมจะแสดงเพียง ชื่อห้อง (Name) หมายเลขห้อง (Number) แสดงในแต่ละห้องบนแบบแปลน ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งจะทำให้การเพิ่มเติมการแสดงผลค่า ประสิทธิภาพห้องเรียน (Classroom Utilization) สามารถเพิ่มเติมจากการ Edit Family โดยใช้คำสั่ง Create Tab > Text Panel > Label Button โดยจะปรากฏหน้าต่าง Edit Label แล้วเลือก Add Calculated to Label จะปรากฏหน้าต่าง Calculated Value เพิ่มเติมโดยมีรายละเอียดได้แก่ Name: Classroom Utilization สำหรับการ

แสดงค่าประสิทธิภาพห้องเรียน Type: Number และ Formula: (Weekly Student Contact Hours \* Space Per Person \* 100) / (Area \* 35) ดังแสดงตามภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3. 6 การสร้าง Family Room Tags ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ซึ่งการแสดงรูปแบบ Room Tags ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะมีรายละเอียดตามภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3. 7 การแสดงรูปแบบ Room Tags ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

### 3.5.2.4 การสร้าง Schedule

การสร้าง Schedule เป็นการสร้างตารางแสดงข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศจากการเลือก Parameter ที่ต้องการแสดง ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจัดเตรียมตารางไว้ 2 ส่วนได้แก่ ตารางประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร (Classroom Utilization Schedule) และตารางแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร (Optimization Guidelines Schedule) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตามภาพที่ 3.8

The image shows two screenshots of Revit schedules. The top screenshot is titled 'Schedule: Classroom Utilization Schedule - 20190821\_CEN68\_V1.rvt'. It displays a table with columns: A (Number), B (Level), C (Name), D (Area), E (Room Capacity), F (Space Per Person), G (Weekly Room H), H (Weekly Student), and I (Percentage of Station Occ). The data is grouped by level (ชั้น 2, ชั้น 3, ชั้น 4) and lists various rooms with their respective metrics.

The bottom screenshot is titled 'Schedule: Optimization Guidelines Schedule - 20190821\_CEN68\_V1.rvt'. It displays a table with columns: A (Number), B (Level), C (Name), D (Area), E (Room Capacity), F (Space Per Person), G (Classroom Utilization), and an unlabeled column for optimization status. The data is also grouped by level and lists rooms with their metrics and optimization status.

ภาพที่ 3. 8 การแสดงรูปแบบ Schedule ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

### 3.5.3 การเตรียมฐานข้อมูลและการแสดงผล

การเตรียมฐานข้อมูลและการแสดงผลสำหรับการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น เป็นการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับโปรแกรมเสริม Dynamo ซึ่งมีหลักการทำงานโดยที่ Dynamo จะทำหน้าที่ส่งออกข้อมูลและนำเข้าข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับ Microsoft Excel ที่ตั้งค่าไว้ให้เป็นฐานข้อมูล สำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยน แก้ไข ข้อมูลแล้วอัปเดตไปยัง Autodesk Revit ได้ กระบวนการนี้จึงได้ทำการจัดเตรียมไฟล์ Template ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

### 3.5.3.1 การเตรียม Template ฐานข้อมูล

การเตรียม Template ฐานข้อมูล สร้างขึ้นสำหรับทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารและฐานข้อมูล จากการใช้เครื่องมือในส่วนโปรแกรมเสริมซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรก Export to Excel การใช้งานชุดคำสั่งสำหรับการส่งออกข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารมายังฐานข้อมูลและส่วนที่ 2 Import from Excel การใช้งานชุดคำสั่งสำหรับการนำเข้าข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ จากฐานข้อมูลไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.5 ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนในการส่งออกและนำเข้าข้อมูลต่างๆ อีกทั้งเป็นส่วนที่ทำให้ทราบถึงข้อมูลคุณสมบัติในแต่ละห้อง รวมถึงช่วยลดระยะเวลาในการทำงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเกิดขึ้น

ตารางที่ 3. 5 สรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการนำเข้าและส่งออกระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล

Parameters	Description	Function
Room No	หมายเลขห้อง	Export to Excel
Room Name	ชื่อห้อง	Export to Excel
Area	พื้นที่ห้อง	Export to Excel
Room Capacity	ความจุ	Import from Excel
Weekly Contact Hours, WCH	จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องใน 1 สัปดาห์	Import from Excel
Weekly Student Contact Hours, WSCH	จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องใน 1 สัปดาห์	Import from Excel

ซึ่งในส่วน Import from Excel ในขั้นตอนนี้เป็นการกรอกข้อมูลที่ได้จากการคัดกรองการใช้งานห้องเรียน เพื่อนำเข้าข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ จากฐานข้อมูลไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับนำไปวิเคราะห์ประมวลผลในขั้นตอนต่อไป ซึ่งข้อดีของการกรอกข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel เนื่องจากสามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขข้อมูล ในเชิงตัวเลขได้สะดวก อีกทั้งผู้ใช้งานที่มีความสามารถในการใช้งาน Excel สามารถจัดเตรียมข้อมูลให้กับผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการประเมินผลต่อไปได้

### 3.5.3.2 การเตรียม Template การแสดงผลรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

การเตรียม Template การแสดงผลรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ถูกสร้างขึ้นสำหรับส่งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ออกมาอยู่ในรูปแบบรายงานหน้ากระดาษ A4 ใน Template บน Microsoft Excel ที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้ ซึ่งตัวแปรต่างที่แสดงในรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แสดงตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3. 6 ตัวแปรที่แสดงในรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

Parameter	Description	
Room No	หมายเลขห้อง	
Area	พื้นที่ห้อง	(พท.)
Room Capacity	ความจุ	(คน)
Space Per Person	พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คนตามเกณฑ์มาตรฐาน	(พท./คน)
Weekly Contact Hours, WCH	จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์	(ชม.)
Weekly Student Contact Hours, WSCH	จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์	(คน)
Percentage of Station Occupancy	อัตราการใช้ห้อง	(%)
Percentage of Station Use	อัตราการใช้พื้นที่	(%)
Classroom Utilization	ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน	(%)

การแสดงผลรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ การแสดงผลรายงานการประเมินระดับอาคาร และการแสดงผลรายงานการประเมินระดับอาคารระดับคณะ/สำนัก โดยในการแสดงผลรายงานการประเมินระดับอาคารระดับคณะ/สำนัก จะเป็นการรวบรวมข้อมูลผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารระดับอาคารมาอยู่ในไฟล์เดียวกัน แล้วใช้ฟังก์ชันภายในโปรแกรม Microsoft Excel ประมวลผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก จากการหาค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของห้องเรียน ที่มีการใช้งานเท่านั้น

### 3.5.3.3 การเตรียม Template การแสดงผลรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

การเตรียม Template การแสดงผลรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สร้างขึ้นแล้วส่งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ให้อยู่ในรูปแบบรายงานหน้ากระดาษ A4 ใน Template บน Microsoft Excel ที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้ ซึ่งตัวแปรต่างๆ ที่แสดงในรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แสดงตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3. 7 ตัวแปรที่แสดงในรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

Parameter	Description
Room No	หมายเลขห้อง
Area	พื้นที่ห้อง
Room Capacity	ความจุ
Space Per Person	พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คนตามเกณฑ์มาตรฐาน
Classroom Utilization	ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน
Optimization Guideline	แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

### 3.6 การพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

การพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น หลังจากกระบวนการพัฒนาระบบข้อมูล เป็นการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับโปรแกรมเสริม Dynamo การพัฒนาเครื่องมือเสริมจากการเขียนชุดคำสั่งในโปรแกรมเสริม Dynamo มีหลักการการทำงานที่สามารถเรียกใช้ข้อมูลตัวแปรต่างๆ ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารนำมาประมวลผล รวมถึงมีความสามารถในการจัดการข้อมูลตัวแปรต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามสูตรการคำนวณ แล้วประมวลผลส่งไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในงานวิจัยนี้ได้ใช้งานโปรแกรมเสริม Dynamo ทำหน้าที่ส่งออกข้อมูลและนำเข้าข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ สำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยน แก้ไข ข้อมูลแล้วอัปเดตไปยัง Autodesk Revit ได้และส่งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ออกมาอยู่ในรูปแบบรายงานใน Template บน Microsoft Excel ที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้ แล้วแสดงผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อย่างไรก็ตามกระบวนการนี้ทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นตัวกลางของข้อมูลเชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูล รวมถึงกับเชื่อมโยงกับผู้ใช้งาน

โดยข้อมูลจะถูกฝังอยู่ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการพัฒนาเครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ทำการเขียนชุดคำสั่งหลัก 7 คำสั่ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 3.6.1 คำสั่ง Export

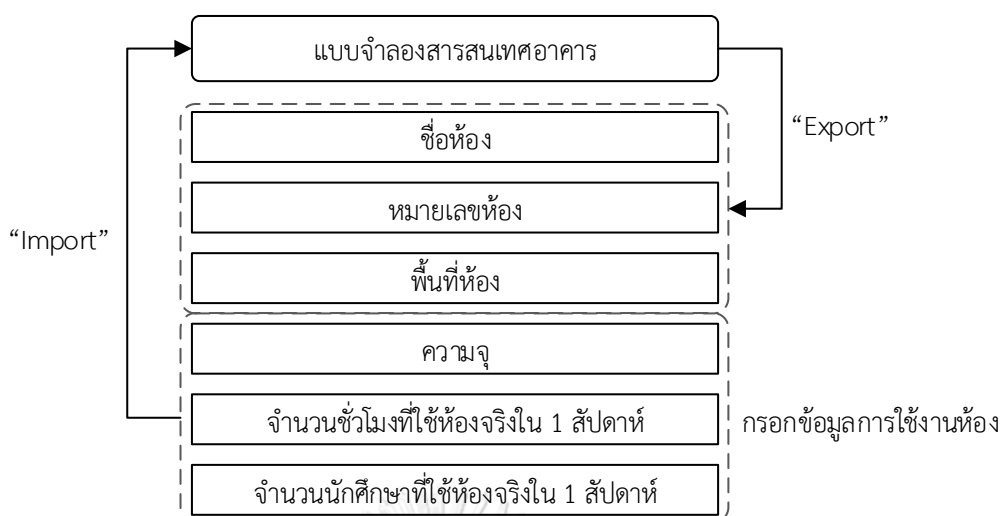
สำหรับชุดคำสั่งการส่งออกข้อมูลตัวแปรต่างๆ จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปยังฐานข้อมูล ซึ่งได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ “Export” โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คือ การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยที่ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในหมวดหมู่ห้อง (Room Categories) ผ่านการคัดกรองจากชื่อห้อง (Name) “ห้องเรียน” แล้วจัดเรียงข้อมูลตามหมายเลขห้อง (Number) จากนั้นเป็นการกำหนดตัวแปรข้อมูลที่ต้องการส่งออก สุดท้ายจะเป็นการเลือกฐานข้อมูลสำหรับส่งออกข้อมูล ซึ่งส่งออกไปยัง Template ในโปรแกรม Microsoft Excel ที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล

### 3.6.2 คำสั่ง Import

สำหรับชุดคำสั่งการนำเข้าข้อมูลการใช้งานห้อง จากฐานข้อมูลไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ “Import” ในกระบวนการนี้จะลักษณะคล้ายคลึงกับ “Export” โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คือ การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยที่ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในหมวดหมู่ห้อง (Room Categories) ผ่านการคัดกรองจากชื่อห้อง (Name) “ห้องเรียน” จากนั้นเป็นการกำหนดตัวแปรข้อมูลที่ต้องการนำเข้า โดยเลือกฐานข้อมูลสำหรับนำเข้าข้อมูล ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลเดียวกับที่กระบวนการส่งออกข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล กล่าวคือในฐานข้อมูลนี้เองเป็นการกรอกข้อมูลการใช้งานห้องเรียนแล้วนำเข้าไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

อย่างไรก็ตามสามารถสรุปความสัมพันธ์ตามหลักการทำงานในส่วนของเครื่องมือเสริม “Export” และ “Import” เนื่องจากกำหนดให้ใช้ฐานข้อมูลเดียวกันในการทำหน้าที่ของแต่ละคำสั่ง โดยกรอกข้อมูลการใช้งานห้องจากที่ได้คัดกรองลงในฐานข้อมูล ตามชื่อห้อง หมายเลขห้อง ซึ่งมีแนวคิดการทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo สำหรับของชุดคำสั่ง “Export” และ “Import” ตามภาพที่ 3.9





ภาพที่ 3. 9 แนวคิดการทำงานของโปรแกรมเสริม Dynamo สำหรับชุดคำสั่ง Export และ Import

### 3.6.3 คำสั่ง Utilization

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร นั้นได้ยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลไม่ครบถ้วน ต้องทำการประมวลผลหาค่าตัวแปร พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ก่อน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานกลาง ตามเกณฑ์พื้นที่ใช้สอย ในเอกสารแนบท้ายประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา ในส่วนโปรแกรมเสริมทำการเขียนชุดคำสั่งตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดห้องเรียนสำหรับการหาค่าพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ตามขนาดความจุห้องและประเภทการใช้งาน แล้วหลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละห้อง และการประมวลผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งการหาค่าพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ตามเกณฑ์พื้นที่ใช้สอยของห้องเรียน ได้จากเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

ห้องบรรยายขนาดความจุ 201-300 คน 0.9 ตร.ม.: คน

ห้องบรรยายขนาดความจุ 101-200 คน 0.9 ตร.ม.: คน

ห้องบรรยายขนาดความจุ 51-100 คน 1.0 ตร.ม.: คน

ห้องบรรยายขนาดความจุ 26-50 คน 1.1 ตร.ม.: คน

ห้องบรรยายขนาดความจุ 1-25 คน 1.5 ตร.ม.: คน

ห้องสัมมนาหรือห้องติวขนาดความจุ 1-30 คน 1.8 ตร.ม.: คน

สำหรับชุดคำสั่งการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนี้ ได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ "Utilization" โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คือ การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยที่ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในหมวดหมู่ห้อง (Room Categories) ผ่าน

การคัดกรองจากชื่อห้อง (Name) “ห้องเรียน” แล้วตรวจสอบ Parameter ความจุห้อง (Room Capacity) เพื่อประมวลค่าพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ตามเกณฑ์มาตรฐาน ไปเก็บไว้ใน Parameter พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน (Space Per Person) และสุดท้ายเป็นการประมวลผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารส่งไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

อย่างไรก็ดีเมื่อใช้คำสั่งนี้จะเป็นการส่งข้อมูลค่าผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละห้อง ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการแสดงผล โดยการแสดงผลภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะปรากฏใน 2 ส่วนหลัก คือตามค่าระดับสีที่อยู่ในแบบแปลน และตามค่าผลการประเมินที่อยู่ใน Room Tags เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่ได้รับข้อมูลเข้าใจง่าย เกิดความสะดวกที่สามารถนำไปใช้งานต่อในส่วนอื่นๆ และการรับรู้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที

### 3.6.4 คำสั่ง Report Utilization

เมื่อมีการประมวลผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในกระบวนการนี้เป็นการส่งออกผลการประเมินไปยัง Template ที่ได้จัดเตรียมไว้ ที่อยู่ในรูปแบบรายงานหน้ากระดาษ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการจัดส่งรายงานผลการประเมินได้ ซึ่งในส่วนนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา

สำหรับชุดคำสั่งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในรูปแบบรายงาน ได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ “Report Utilization” โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คือ การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยที่ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในหมวดหมู่ห้อง (Room Categories) ผ่านการคัดกรองจากชื่อห้อง (Name) “ห้องเรียน” แล้วจัดเรียงข้อมูลตามหมายเลขห้อง (Number) จากนั้นเป็นการส่งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารไปยัง Template ในโปรแกรม Microsoft Excel ที่ได้จัดเตรียมไว้

### 3.6.5 คำสั่ง Optimization

เมื่อทราบถึงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร มีค่าที่น้อยกว่าค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชานั้น สำหรับการบริหารจัดการอาคารนั้นต้องทำการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารให้เกิดความคุ้มค่า อาจจะเป็นการปรับปรุงการใช้งานหรือการปรับปรุงทางด้านกายภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแล โดยเป็นการพิจารณาจากตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อค่าอัตราการใช้ห้อง อัตราการใช้พื้นที่ ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แล้วแนะนำแนวทางที่ทำให้ได้ผลลัพธ์มากขึ้น

ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการตรวจสอบผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ จากการเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารกับค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชานั้น ในส่วนโปรแกรมเสริมได้เขียนชุดคำสั่งตามการตรวจสอบที่ตั้งไว้สำหรับการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยแสดงผลในแต่ละห้อง ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารและส่งออกข้อมูลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งสามารถจำแนกแนวทางในการปรับปรุงได้จากเงื่อนไข ดังต่อไปนี้

จากประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร < ค่าบรรทัดฐาน

1) อัตราการใช้ห้อง < อัตราการใช้พื้นที่

เสนอแนะแนวทางโดย ปรับการใช้งาน: เพิ่มความถี่ในการใช้ห้อง

2) อัตราการใช้ห้อง > อัตราการใช้พื้นที่

2.1) จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ < ค่าบรรทัดฐาน  $\times$  (พื้นที่ห้อง  $\times$  จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์) / พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน

เสนอแนะแนวทางโดย ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับความจุของห้อง

2.2) จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ > ค่าบรรทัดฐาน  $\times$  (พื้นที่ห้อง  $\times$  จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์) / พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน

เสนอแนะแนวทางโดย ปรับทางกายภาพ: เพิ่มพื้นที่ห้อง และเพิ่มขนาดความจุของห้อง

สำหรับชุดคำสั่งการตรวจสอบสำหรับเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ “Optimization” โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คือ การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยที่ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในหมวดหมู่ห้อง (Room Categories) ผ่านการคัดกรองจากชื่อห้อง (Name) “ห้องเรียน” แล้วกำหนดค่าบรรทัดฐาน (Norm) สำหรับเปรียบเทียบกับผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในรายห้อง แล้วส่งข้อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารส่งไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

โดยผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก เป็นค่าเฉลี่ยจากข้อมูลของกลุ่มอาคารตัวอย่าง ซึ่งผลการประเมินนี้เองผู้วิจัยได้นำมาใช้กำหนดเป็นค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในกลุ่มอาคารตัวอย่าง แล้วนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบประสิทธิภาพห้องเรียน เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละห้อง

### 3.6.6 คำสั่ง Optimization Guideline

เมื่อมีการตรวจสอบสำหรับเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในกระบวนการนี้เป็นการส่งออกแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ไปยัง Template ที่ได้จัดเตรียมไว้ ที่อยู่ในรูปแบบรายงานหน้ากระดาษ สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการจัดส่งรายงานผลการประเมินได้ ซึ่งในส่วนนี้เป็นผลิตภัณฑ์ลำดับถัดมาที่ได้จากการใช้เครื่องมือที่ได้

สำหรับชุดคำสั่งส่งผลการตรวจสอบสำหรับเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในรูปแบบรายงาน ได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ “Optimization Guideline” โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คือ การดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยที่ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในหมวดหมู่ห้อง (Room Categories) ผ่านการคัดกรองจากชื่อห้อง (Name) “ห้องเรียน” แล้วจัดเรียงข้อมูลตามหมายเลขห้อง (Number) จากนั้นเป็นการส่งข้อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารไปยัง Template ในโปรแกรม Microsoft Excel ที่ได้จัดเตรียมไว้

### 3.6.7 คำสั่ง Department Level

กระบวนการนี้เป็นการส่งออกข้อมูลผลการประเมินไปยัง Template ที่ได้จัดเตรียมไว้ สำหรับชุดคำสั่งนี้ได้กำหนดชื่อเครื่องมือในส่วนนี้คือ “Department Level” โดยมีหลักการทำงานของชุดคำสั่งใน Dynamo คล้ายกับชุดคำสั่ง “Report Utilization” ซึ่งเป็นส่งข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ของแต่ละอาคารไปยัง Template ในโปรแกรม Microsoft Excel ที่ได้จัดเตรียมไว้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก ซึ่งประมวลผลจากการสร้างฟังก์ชันภายในโปรแกรม Microsoft Excel ที่จัดแสดงไว้ในหน้าสรุปรายงานพร้อมด้วยข้อมูลของแต่ละอาคาร สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการจัดส่งรายงานผลการประเมินได้ ซึ่งในส่วนนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา

## 3.7 การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา โดยกลุ่มผู้ใช้งาน

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา โดยกลุ่มผู้ใช้งาน จากการนำเสนอการใช้งานโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย สำหรับผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องได้แก่ ผู้ดูแลอาคาร ผู้ที่มีหน้าที่ประเมินประสิทธิภาพใช้อาคาร สถาปนิก วิศวกร ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มผู้ใช้งานหลักออกเป็น 2 กลุ่ม

ได้แก่ กลุ่มผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารและกลุ่มผู้ที่ไม่ได้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งการประเมินจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือในด้านความถูกต้อง โดยตรวจสอบจากการเปรียบเทียบผลการประเมินกับการทำงานในรูปแบบเดิมของอาคารตัวอย่าง การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือในด้านระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แบ่งออกเป็นระดับห้อง ระดับอาคาร ระดับคณะ/สำนัก และการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือในด้านความสะดวกในการใช้งาน โดยการประเมินนั้นเป็นการสุ่มเลือกผู้สัมภาษณ์ ซึ่งประเมินด้วยวิธีการนำเสนอขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือพร้อมกับให้ผู้สัมภาษณ์ใช้งานตามทีละขั้นตอน หลังจากนั้นให้ผู้สัมภาษณ์ได้ทดลองใช้งานในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร จากข้อมูลตัวอย่างที่กำหนดให้ แล้วทำการจับระยะเวลาในการใช้งานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา รวมถึงทำการสัมภาษณ์ในด้านความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาและทำการสัมภาษณ์ในด้านประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ได้พัฒนา เพื่อให้ทราบถึงข้อเสนอแนะที่จะมาสารานำไปปรับปรุงเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นได้

การนำเสนอการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา สำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ลำดับแรกเป็นการอธิบายวัตถุประสงค์ของงานวิจัยให้กับกลุ่มผู้ใช้งาน ต่อมาเป็นการอธิบายขั้นตอนการใช้งาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ ได้แก่

- 1) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารและข้อมูลการใช้งานห้องเรียน
- 2) ขั้นตอนการเลือกเครื่องมือที่พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศและการตั้งค่าฐานข้อมูล
- 3) ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
- 4) ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์

อาคาร

ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการทำแบบสอบถามเพื่อสอบถามความคิดเห็นการใช้งานเครื่องมือ สำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หลังจากนั้นได้ทำการสัมภาษณ์กับกลุ่มผู้ใช้งานโดยมีลักษณะคำถามปลายเปิด ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ ประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือ ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือ รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการใช้งานเครื่องมือ เพื่อนำข้อคิดเห็นมาปรับปรุงเครื่องมือและพัฒนาต่อไป

### 3.8 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

จากผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในกลุ่มตัวอย่าง สามารถนำมาหาค่าบรรทัดฐานหรือกำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับอาคารต่างๆ ในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชา เมื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารต่ำกว่าค่าบรรทัดฐานแล้วนั้น ในแบบจำลองสารสนเทศใช้ชุดคำสั่งสำหรับการวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แล้วส่งผลการวิเคราะห์แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ออกมาอยู่ในรูปแบบรายงานหน้ากระดาษ A4 ใน Template บน Microsoft Excel ที่ได้ทำจัดเตรียมไว้ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ได้กำหนดค่าบรรทัดฐานจากค่าเฉลี่ยผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของอาคารกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากนำข้อมูลอาคารเฉพาะกลุ่มมาใช้เพื่อพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งในการประยุกต์ใช้งานที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ สำหรับการกำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชาต่อไป

สำหรับการตรวจสอบข้อมูลที่มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับอาคารเมื่อมีค่าต่ำกว่าค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชาแล้วนั้น จากการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สำหรับนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุง โดยใช้ชุดคำสั่งในส่วนโปรแกรมเสริมตรวจสอบข้อมูลผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละห้องเรียนเปรียบเทียบกับค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชา เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยการเพิ่มประสิทธิภาพสามารถทำได้โดย 2 วิธีหลัก คือ 1) การเพิ่มอัตราการใช้ห้อง คือการเพิ่มความถี่ในการใช้ห้อง เพื่อให้มีจำนวนชั่วโมงการใช้งานมากที่สุด 2) การเพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ คือ การเพิ่มจำนวนผู้ใช้ให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้องหรือปรับเปลี่ยนขนาดความจุของห้องเรียนให้ใกล้เคียงกับจำนวนผู้ใช้ เพื่อให้มีการใช้งานมากที่สุด จะเห็นได้ว่าแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นจะประกอบด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยการปรับทางกายภาพ และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยเป็นการปรับการใช้งาน

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

จากการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย ได้มีผลการศึกษาด้านการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารและด้านการพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร มีรายละเอียดของผลการวิจัยดังนี้

#### 4.1 รายละเอียดของการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 อาคาร ที่อยู่ในสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย โดยประกอบไปด้วย อาคารบรมราชกุมารี อาคารพินิตประชานาถ อาคารมหิตลาธิเบศร อาคารเฉลิมราชกุมารี อาคารจุฬาพัฒน์ 4 และอาคารวิทย์พัฒนา ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับอาคาร ของแต่ละอาคาร ในช่วงที่มีการใช้งานด้านการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาต้นและภาคการศึกษาปลาย จากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา ซึ่งสามารถส่งผลการประเมินออกมาอยู่ในรูปแบบรายงานที่ได้จัดเตรียมไว้ สำหรับนำไปใช้ข้อมูลประกอบการส่งรายงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแล อย่างไรก็ตามสามารถสรุปผลการประเมินในระดับอาคารของกลุ่มตัวอย่าง โดยผลการประเมินจะไม่ระบุชื่ออาคารเนื่องจากการนำข้อมูลมาใช้เพื่อพัฒนาเครื่องมือเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4. 1 ผลการประเมินในระดับอาคารของกลุ่มตัวอย่างปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาต้น

อาคาร	อัตราการใช้ห้อง	อัตราการใช้พื้นที่	ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร
อาคารตัวอย่างที่ 1	42.82	15.08	5.84
อาคารตัวอย่างที่ 2	49.70	18.44	9.02
อาคารตัวอย่างที่ 3	61.24	21.61	13.24
อาคารตัวอย่างที่ 4	15.00	3.69	0.84
อาคารตัวอย่างที่ 5	78.57	7.82	5.98
อาคารตัวอย่างที่ 6	26.67	25.59	5.66

ตารางที่ 4. 2 ผลการประเมินในระดับอาคารของกลุ่มตัวอย่างปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาปลาย

อาคาร	อัตราการใช้ห้อง	อัตราการใช้พื้นที่	ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร
อาคารตัวอย่างที่ 1	40.03	16.05	6.30
อาคารตัวอย่างที่ 2	57.14	17.62	10.15
อาคารตัวอย่างที่ 3	61.24	21.61	13.24
อาคารตัวอย่างที่ 4	17.14	6.00	.095
อาคารตัวอย่างที่ 5	78.57	7.82	5.98
อาคารตัวอย่างที่ 6	34.86	27.12	8.73

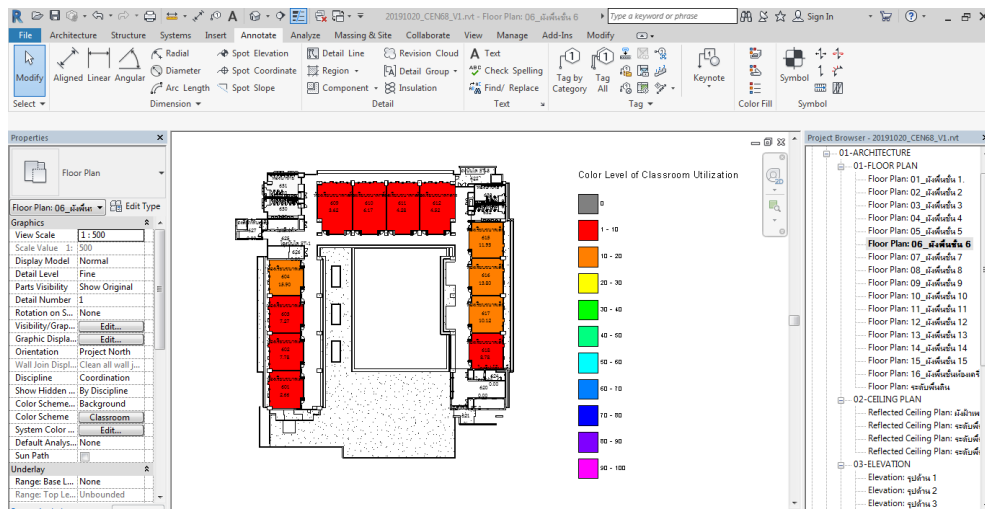
จากผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละภาคการศึกษา พบว่ามีการใช้งานห้องเรียนสำหรับการเรียนการสอนใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ผลการประเมินขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการในด้านการใช้งาน กล่าวคือการจัดตารางเรียน สำหรับการใช้งานห้องเรียน ซึ่งในแต่ละภาคการศึกษา จะมีรายวิชาที่เปิดทำการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน ทำให้ผลการประเมินที่ได้มีความแตกต่างกัน

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก โดยการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา ด้วยการส่งข้อมูลผลการประเมินของแต่ละอาคารออกมาอยู่ในไฟล์รายงานผลการประเมินในระดับคณะ/สำนัก แล้วประมวลผลข้อมูลการประเมินของกลุ่มอาคาร ในหน้าสรุปรายงานที่ได้จัดเตรียมไว้ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 อาคาร มีการใช้งานห้องเรียนด้านการเรียนการสอนในปีการศึกษา 2559 ภาคการศึกษาต้นและภาคการศึกษาปลาย ตามเกณฑ์มาตรฐานกลางจำนวน 120 ห้อง โดยสรุปผลการประเมินในระดับคณะ/สำนัก ของกลุ่มตัวอย่าง ตามตารางที่ 4.3

ภาคการศึกษา/ปี	อัตราการใช้ห้อง	อัตราการใช้พื้นที่	ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร
ต้น/2559	49.83	18.12	9.24
ปลาย/2559	49.92	18.47	9.47
2559	49.88	18.30	9.36

อย่างไรก็ดีการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา ทำให้ได้รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับอาคารและรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก อีกทั้งภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถแสดงผลการประเมินรายห้องในรูปแบบแปลนที่แสดงตามค่าระดับสี ดังแสดงตามภาพที่ 4.1 ซึ่งผลการประเมินรายห้องนี้จะนิยามว่าเป็นประสิทธิภาพห้องเรียน โดยการแสดงผลเป็นค่าระดับสี สามารถรับรู้ผลได้ทันที เข้าใจง่าย และสามารถนำไปประยุกต์เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาต่างๆ ได้





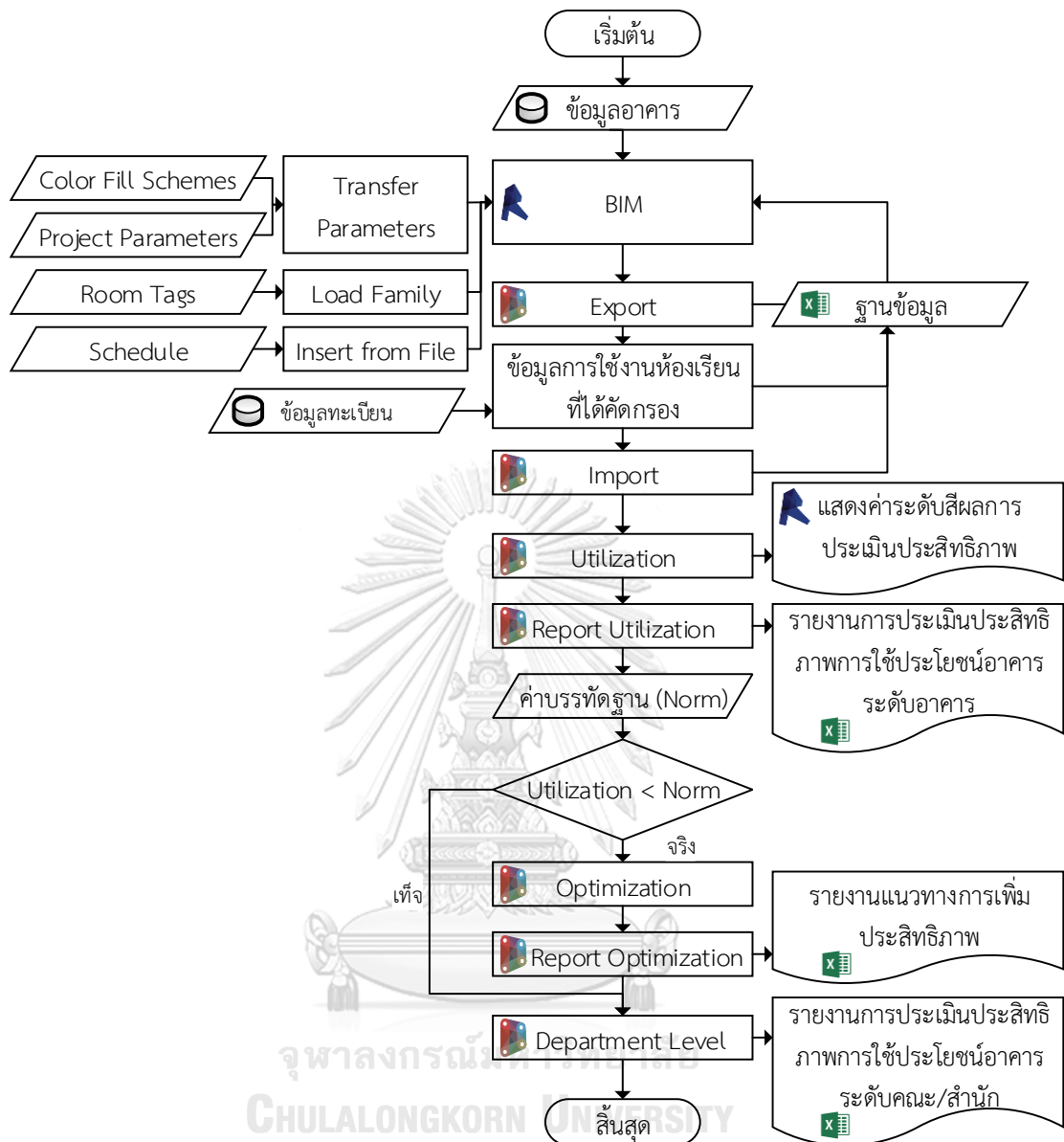
ภาพที่ 4. 1 การแสดงผลการประเมินในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

#### 4.2 กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนาและเครื่องมือที่ได้พัฒนา

กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา ผู้วิจัยได้กำหนดการใช้งานจากการนำไฟล์ที่สร้างขึ้นไว้ ไปใช้ตั้งต้น กล่าวคือการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาเป็นกระบวนการพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพ ที่ครอบคลุมตั้งแต่ในส่วนของการนำเข้าข้อมูล การวิเคราะห์ และการแสดงผลลัพธ์ ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยสองส่วน คือ กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา และเครื่องมือที่ได้พัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 4.2.1 กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา

กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกการนำเข้าข้อมูลโดยใช้ชุดเครื่องมือที่เตรียมไว้สำหรับการวิเคราะห์และข้อมูลทะเบียนที่เป็นการใช้งานห้องเรียน ส่วนการวิเคราะห์โดยใช้ชุดคำสั่งของโปรแกรมเสริม Dynamo และส่วนสุดท้ายการแสดงผลลัพธ์โดยเป็นรายงานผลการประเมินในระดับอาคาร ระดับคณะ/สำนักและแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศ อีกทั้งในส่วนเพิ่มเติมที่เป็นรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งลำดับขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4. 2 กระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา

#### 4.2.2 ชุดเครื่องมือที่ได้พัฒนา

จากกระบวนการพัฒนาระบบข้อมูลและกระบวนการพัฒนาเครื่องมือ ทำให้เกิดการสร้างชุดเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารทั้งในระดับอาคารและระดับคณะ/สำนัก หรือสามารถประยุกต์ใช้ในระดับมหาวิทยาลัย สำหรับชุดเครื่องมือที่ได้พัฒนาประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่

1) Information Tools ไฟล์ที่สร้างเตรียมไว้สำหรับการคัดกรองการใช้งานห้องเรียนและสำหรับการเชื่อมโยงฐานข้อมูลกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

- การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน
- Rooms Categories (Links Revit): ฐานข้อมูลสำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล

2) Revit Tools ไฟล์ที่สร้างเตรียมไว้สำหรับการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

- Classroom Utilization Assessment Tools: ไฟล์ตั้งต้น
- Classroom Utilization Shared Parameters: ตัวแปรและการแสดงค่าระดับสี
- CUFM-ANNO-Tag-Room-Mini\_Utilization: การแสดงรายละเอียดของห้อง
- Classroom Utilization Schedule: ตารางกระบวนการประเมินประสิทธิภาพ
- Optimization Guidelines Schedule: ตารางแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

3) Dynamo Tools ชุดคำสั่งของโปรแกรมเสริมสำหรับกระบวนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

- Export
- Import
- Utilization
- Report Utilization
- Optimization
- Report Optimization
- Department Level

4) Report Tools ไฟล์ที่เตรียมไว้สำหรับรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

- Report of Classroom Utilization for Department Level: รายงานผลการประเมินในระดับคณะ/สำนัก
- Report of Classroom Utilization: รายงานผลการประเมินในระดับอาคาร
- Report of Optimization Guidelines: รายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

#### 4.3 ผลการพัฒนาระบบข้อมูล

สำหรับชุดเครื่องมือที่ได้พัฒนา ที่ได้จากกระบวนการพัฒนาระบบข้อมูลและกระบวนการพัฒนาเครื่องมือ ในส่วนผลการพัฒนาระบบข้อมูล เป็นการพัฒนาข้อมูลในแบบจำลอง

สารสนเทศอาคาร โดยเป็นการเตรียมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร และเป็นพัฒนาฐานข้อมูล สำหรับเชื่อมโยงกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร รวมถึงไฟล์การแสดงผลในรูปแบบรายงานผลการประเมินทั้งในระดับอาคาร ระดับคณะ/สำนัก

#### 4.3.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล

ลำดับแรกเป็นการนำเข้าข้อมูลทะเบียนและข้อมูลอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แล้วทำการเตรียมข้อมูลจากการคัดลอกไฟล์ที่เตรียมไว้สำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล ของแต่ละอาคาร โดยได้กำหนดกระบวนการใช้งานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากเนื่องจากมีข้อมูลชุดคำสั่งในโปรแกรมเสริม การแสดงผลในรูปแบบรายงาน ที่ทำการเชื่อมโยงแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล ของแต่ละอาคาร

สำหรับอาคารที่ใช้เครื่องสำหรับการประเมิน ได้กำหนดให้ภายในโพลเดอร์ประกอบไปด้วย

- 1) ข้อมูลทะเบียน: ข้อมูลทะเบียนแต่ละอาคาร[รหัสอาคาร].csv
- 2) ข้อมูลอาคาร: แบบจำลองสารสนเทศอาคาร[รหัสอาคาร].rvt
- 3) เครื่องมือเสริม: โพลเดอร์ Dynamo Tools
- 4) ฐานข้อมูลและการแสดงผล:
  - การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน-(รหัสอาคาร).xlsx
  - Rooms Categories (Links Revit) -(รหัสอาคาร).xlsx
  - Report of Classroom Utilization-(รหัสอาคาร).xlsx
  - Report of Optimization Guidelines-(รหัสอาคาร).xlsx
- 5) การแสดงผลระดับคณะ/สำนัก:
  - Report of Classroom Utilization for Department Level.xlsx

#### 4.3.2 การเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

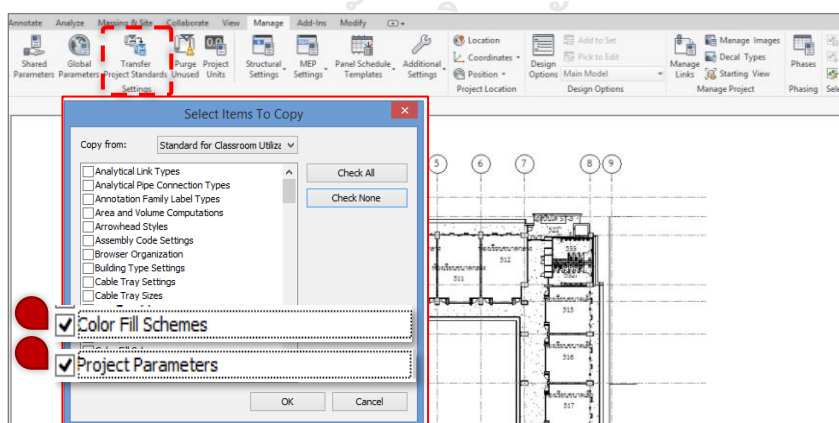
เพื่อความสะดวกในการใช้งานและลดขั้นตอนการทำงาน รวมถึงลดข้อผิดพลาดและความซ้ำซ้อนในการใช้งานกับอาคารจำนวนมาก ซึ่งเป็นประโยชน์กับผู้ใช้งานในการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนาสำหรับการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นการกำหนด Parameters, Color Fill Schemes, Room Tags และ Schedule จากไฟล์ Template ที่จัดเตรียมไว้ ผ่านการใช้ Tools ใน

Revit ประกอบ 3 ส่วน โดยสามารถสรุปข้อมูลสำหรับเตรียมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4. 4 สรุปข้อมูลสำหรับการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

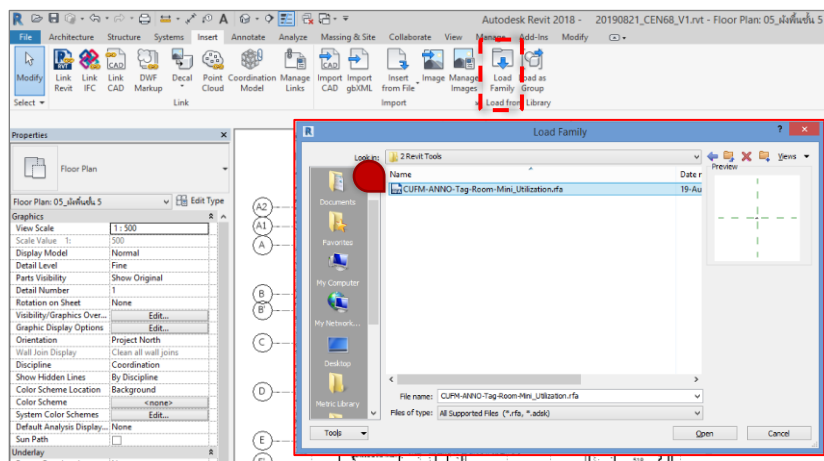
Tools	Family/ Items	File Template
Transfer	Color Fill Schemes	Classroom Utilization Assessment Tools.rvt
Parameters	Project Parameters	Classroom Utilization Assessment Tools.rvt
Load Family	Room Tags	CUFM-ANNO-Tag-Room-Mini_Utilization.rfa
Insert from File	Schedule	Classroom Utilization Schedule.rvt
		Optimization Guidelines Schedule.rvt

ส่วนที่ 1 Transfer Parameters เป็นการคัดลอกข้อมูลจาก Template ที่ได้สร้างไว้ มายังแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ทำการประเมิน ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการสร้างข้อมูลชื่อว่า Classroom Utilization Assessment Tools.rvt โดยทำการเลือกข้อมูลที่ต้องคัดลอก 2 ส่วน คือ Color Fill Schemes สำหรับการแสดงค่าระดับสีและ Project Parameters สำหรับ Parameters ที่ประกอบไปด้วย ขนาดความจุ (Room Capacity) จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (Weekly Room Hours) จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ (Weekly Student Contact Hours) พื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน (Space Per Person) สามารถเข้าถึงโดย Manage Tab > Settings Panel > Transfer Project Standards Settings จะปรากฏ Select Items to Copy เลือก Color Fill Schemes และ Project Parameters ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4. 3 ขั้นตอนการ Transfer Parameters

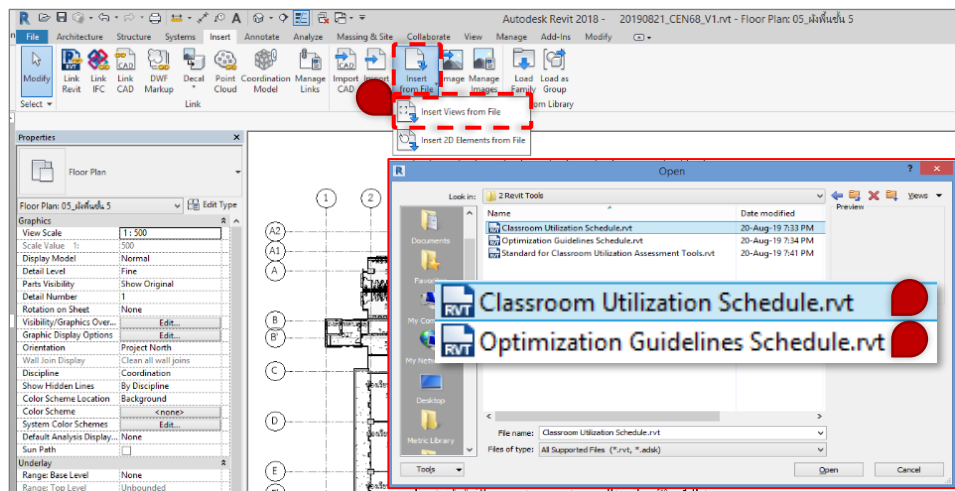
ส่วนที่ 2 Load Family เป็นการนำเข้า Family Room Tags ที่ได้สร้างไว้ มายังแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ทำการประเมิน ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการสร้าง Family ที่ชื่อว่า CUFM-ANNO-Tag-Room-Mini\_Utilization.rfa สำหรับการแสดงค่าประสิทธิภาพห้องเรียน สามารถเข้าถึงโดย Insert Tab > Load from Library Panel > Load Family จะปรากฏ Load Family จากนั้นเลือก CUFM-ANNO-Tag-Room-Mini\_Utilization ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการ Load Family

ส่วนที่ 3 Insert from File เป็นการนำเข้าตาราง จาก Template ที่ได้สร้างไว้ มายังแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ทำการประเมิน ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการสร้าง 2 ตารางคือ Classroom Utilization Schedule.rvt สำหรับตารางผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและ Optimization Guidelines Schedule.rvt สำหรับตารางแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สามารถเข้าถึงโดย Insert Tab > Import Panel > Insert Views from File จะปรากฏ Open จากนั้นเลือก Classroom Utilization Schedule แล้วทำซ้ำเช่นเดิมในการเลือก Optimization Guidelines Schedule ดังแสดงในภาพที่ 4.5

นอกจากนี้ยังมีไฟล์ Shared Parameters ที่จัดเตรียมไว้ ในชื่อว่า Classroom Utilization Shared Parameters.txt โดยภายในจะประกอบไปด้วย Parameter ที่ใช้ประมวลผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สำหรับผู้ใช้งานที่มีความสามารถในการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป



ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการ Insert from File

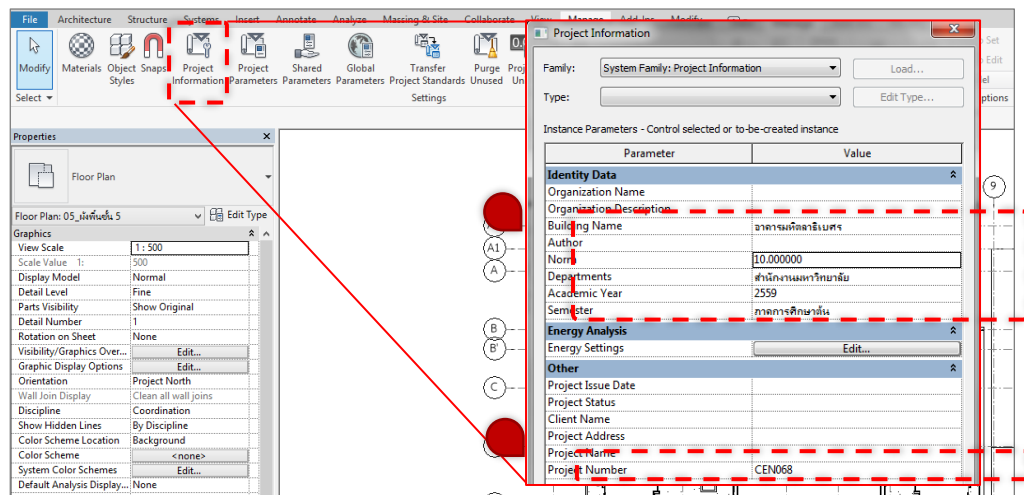
#### 4.4 การใช้งานพัฒนาเครื่องมือที่ได้พัฒนา

จากการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น ได้สร้างชุดคำสั่งในโปรแกรมเสริม Dynamo ที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งได้กำหนดลำดับขั้นตอนของกระบวนการนี้ เพื่อลดข้อผิดพลาดของผลการประเมินที่ต้องนำไปใช้งานต่อไปและเพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมเสริมได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับการใช้งานโปรแกรมเสริมเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ ประกอบไปด้วย 1) การกรอกข้อมูลอาคาร 2) การตั้งค่าเครื่องมือและฐานข้อมูล 3) การเชื่อมโยงข้อมูล 4) การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร 5) การแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

##### 4.4.1 การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ลำดับแรกเป็นขั้นตอนการกรอกข้อมูลอาคารที่ทำการประเมินในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งรายละเอียดที่ทำการกรอกนี้ จะถูกแสดงในรายงานผลการประเมิน โดยการกรอกข้อมูลสามารถใช้งานจากคำสั่ง Manage Tab > Settings Panel > Project Information จะปรากฏหน้าต่าง Project Information ดังแสดงในภาพที่ 4.6 ซึ่งในส่วนการกรอกข้อมูลอาคารที่ทำการประเมินในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มีรายละเอียดที่ประกอบไปด้วย

- Building Name ชื่ออาคาร
- Project Number รหัสอาคาร
- Departments สังกัดหน่วยงาน
- Academic Year ปีการศึกษา (ทำการแก้ไขตามข้อมูลที่ใช้ประเมิน)
- Semester ภาคการศึกษา (ทำการแก้ไขตามข้อมูลที่ใช้ประเมิน)

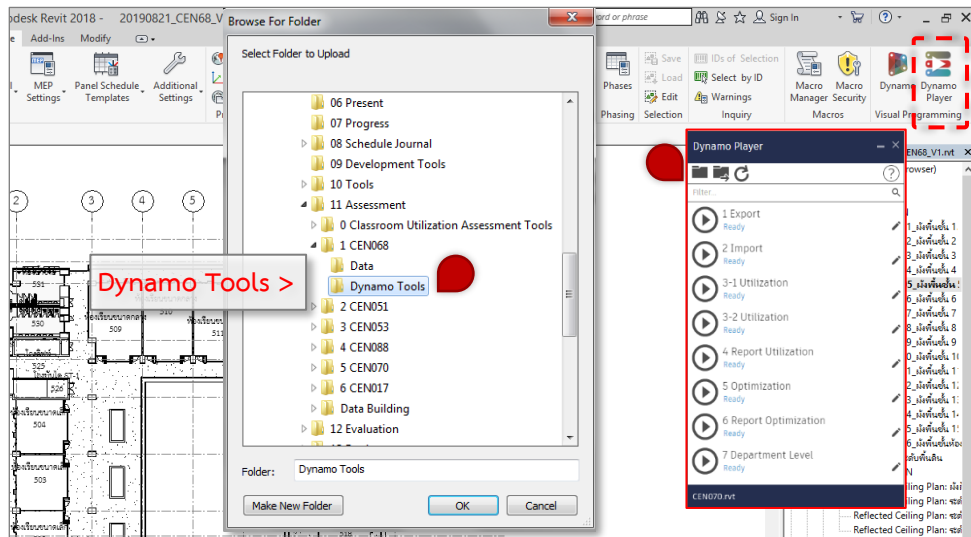


ภาพที่ 4. 6 การกรอกข้อมูลอาคารที่ทำการประเมิน

#### 4.4.2 การตั้งค่าเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศและการตั้งค่าฐานข้อมูล

การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในขั้นตอนนี้เป็นการเลือกชุดคำสั่งในโปรแกรมเสริม Dynamo จากโพลเดอร์ Dynamo Tools ที่ได้เตรียมไว้ ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องทำการเลือกเครื่องมือที่ได้เตรียมข้อมูลไว้แล้ว สำหรับอาคารที่ทำการประเมินเท่านั้น เนื่องด้วยต้องทำการตั้งค่าฐานข้อมูลของอาคารนั้น สามารถใช้งานจากคำสั่ง Manage Tab > Visual Programming Panel > Dynamo player ในหน้าต่าง Dynamo player กดรูปโพลเดอร์จะปรากฏ Browse For Folder จากนั้นเลือกโพลเดอร์ “Dynamo Tools” ที่ได้เตรียมไว้ สำหรับอาคารที่ทำการประเมิน ดังแสดงในภาพที่ 4.7



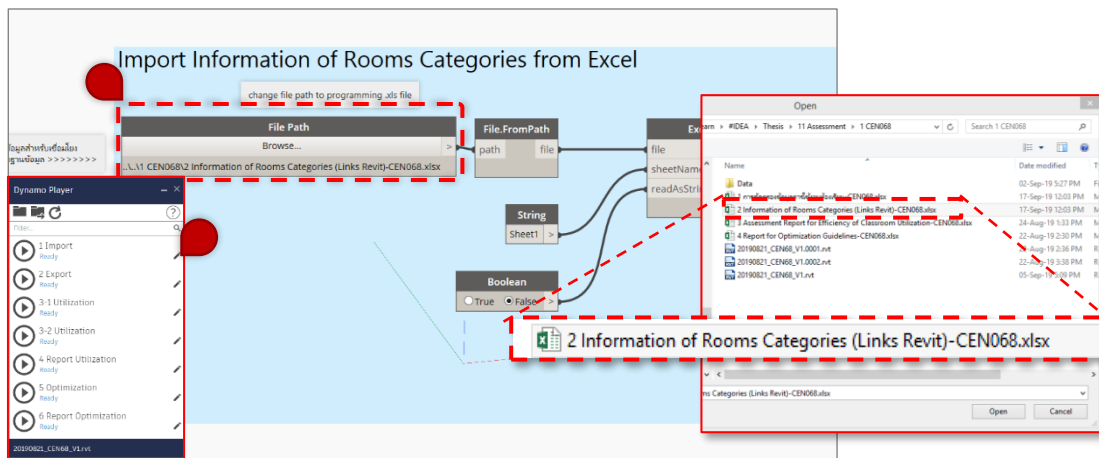


ภาพที่ 4. 7 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา

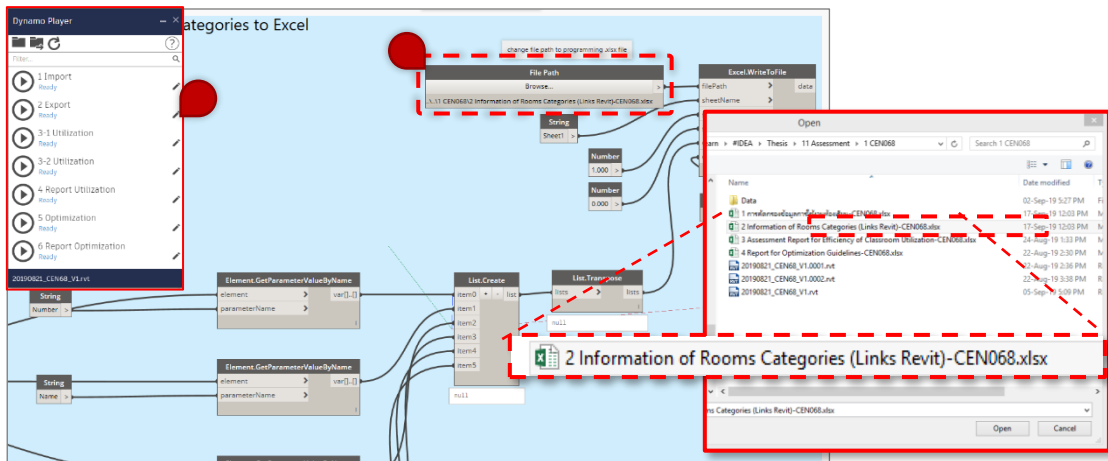
#### 4.4.2.1 การตั้งค่าในโปรแกรมเสริม Dynamo

การตั้งค่าฐานข้อมูลไว้สำหรับการเชื่อมโยงแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล เป็นการตั้งค่าในโปรแกรมเสริม Dynamo โดยมีการตั้งค่าดังนี้

ส่วนของชุดคำสั่ง Import และ Export เป็นการเลือกฐานข้อมูลเดียวกัน สำหรับไว้เชื่อมโยงข้อมูลโดยเป็นการเลือกไฟล์ Rooms Categories (Links Revit) ที่เตรียมไว้สำหรับอาคารนั้น สามารถใช้งานจากคำสั่ง Edit (รูปดินสอ) ใน Dynamo Player จะปรากฏหน้าต่างในโปรแกรม Dynamo ของโปรแกรมเสริม Import จากนั้นกด Brows จะปรากฏ Open เลือกไฟล์ “Rooms Categories (Links Revit)” ที่ได้เตรียมไว้ ดังแสดงในภาพที่ 4.8 และในส่วนของชุดคำสั่ง Import ก็ทำเช่นเดียวกันดังแสดงในภาพที่ 4.9

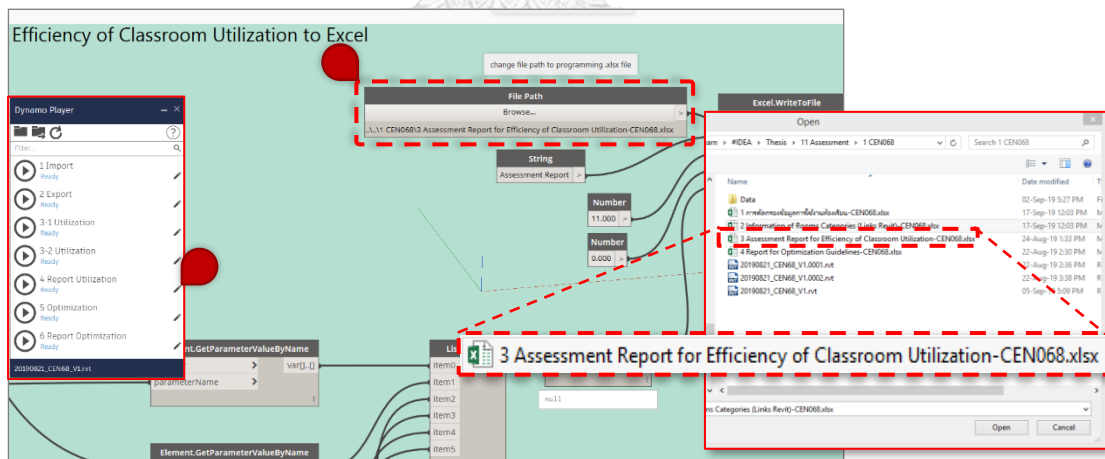


ภาพที่ 4. 8 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Export



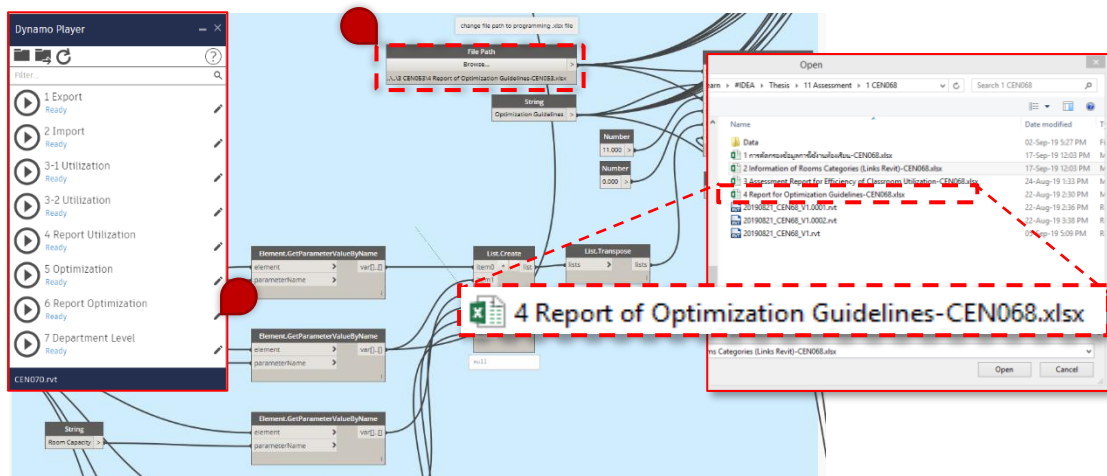
ภาพที่ 4. 9 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Import

ส่วนของชุดคำสั่ง Report Utilization เป็นการเลือกฐานข้อมูล สำหรับไว้เชื่อมโยงในการส่งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งเป็นการประเมินระดับอาคาร โดยเป็นการเลือกไฟล์ Report of Classroom Utilization ที่เตรียมไว้สำหรับอาคารนั้น สามารถใช้งานจากคำสั่ง Edit (รูปดินสอ) ใน Dynamo Player จะปรากฏหน้าต่างในโปรแกรม Dynamo ของโปรแกรมเสริม Import จากนั้นกด Brows จะปรากฏ Open เลือกไฟล์ “Report of Classroom Utilization” ที่ได้เตรียมไว้ ตามภาพที่ 4.10



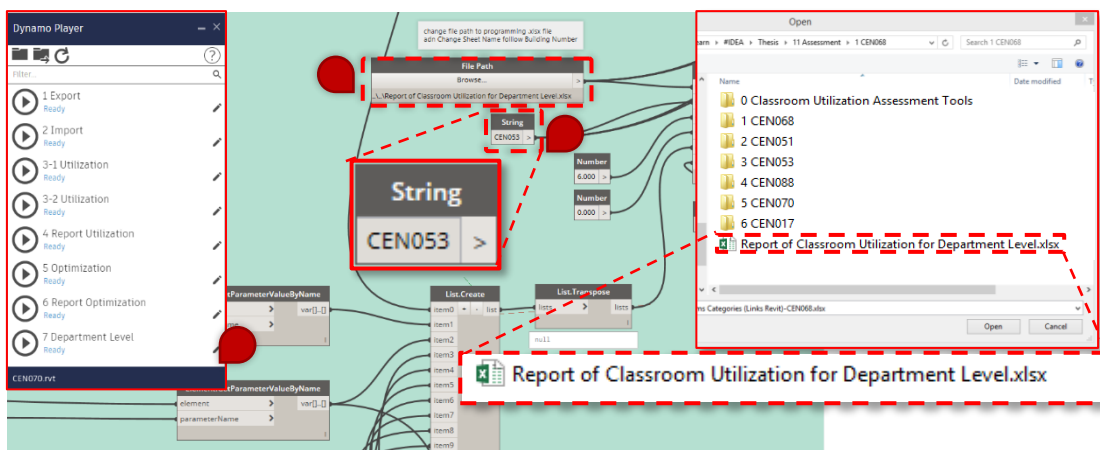
ภาพที่ 4. 10 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Report Utilization

ส่วนของชุดคำสั่ง Report Optimization เป็นการเลือกฐานข้อมูล สำหรับไว้เชื่อมโยงในการส่งแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพใช้ประโยชน์อาคาร โดยเป็นการเลือกไฟล์ Report of Optimization Guidelines ที่เตรียมไว้สำหรับอาคารนั้น สามารถใช้งานจากคำสั่ง Edit (รูป ดินสอ) ใน Dynamo Player จะปรากฏหน้าต่างในโปรแกรม Dynamo ของโปรแกรมเสริม Import จากนั้นกด Brows จะปรากฏ Open เลือกไฟล์ “Report Optimization” ที่ได้เตรียมไว้ ดังแสดงใน ภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4. 11 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Report Optimization

การตั้งค่าส่วนสุดท้ายจะเป็นในส่วนของการรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก จากชุดคำสั่ง Department Level ซึ่งเป็นการเลือกฐานข้อมูล สำหรับไว้เชื่อมโยงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของแต่ละอาคาร เพื่อใช้เป็น ข้อมูลในการประเมินระดับคณะ/สำนัก โดยเป็นการเลือกไฟล์ Report of Classroom Utilization ที่ เตรียมไว้สำหรับคณะ/สำนัก สามารถใช้งานจากคำสั่ง Edit (รูปดินสอ) ใน Dynamo Player จะ ปรากฏหน้าต่างในโปรแกรม Dynamo ของโปรแกรมเสริม Import จากนั้นกด Brows จะปรากฏ Open เลือกไฟล์ “Report of Classroom Utilization for Department Level” ที่ได้เตรียมไว้ และทำเปลี่ยน Sheet ตามรหัสอาคาร ตามภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4. 12 ขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูลในส่วน Department Level

#### 4.4.3 กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล

ข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ที่ได้ทำคัดกรองไว้จากข้อมูลทะเบียน ต้องนำมากรอกให้อยู่ในฐานข้อมูลบน Microsoft Excel ที่ทำการเตรียมไว้ เพื่อที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการประมวลผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งข้อมูลต่างๆ จะถูกแสดงภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามภาพที่ 4.13

Export			Import		
Room No.	Room Type	Area (m <sup>2</sup> )	Room capacity (person)	Weekly Room Hours; WRH (hrs)	Weekly Student Contact Hours; WSCH (hrs.)
201	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 1	400.5072015			
202	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 2	436.0418			
207	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 1	190.4938217			
208	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 2	190.4938217			
305	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 3	190.4938217			
306	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 4	190.4938217			
310	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 5	216.656875			
401	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 3	402.7684			
402	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 4	434.645			
407	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 6	190.4938217			
408	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 7	190.4938217			

กรอกข้อมูลการใช้งานห้องเรียน  
จากที่ได้ทำการคัดกรอง

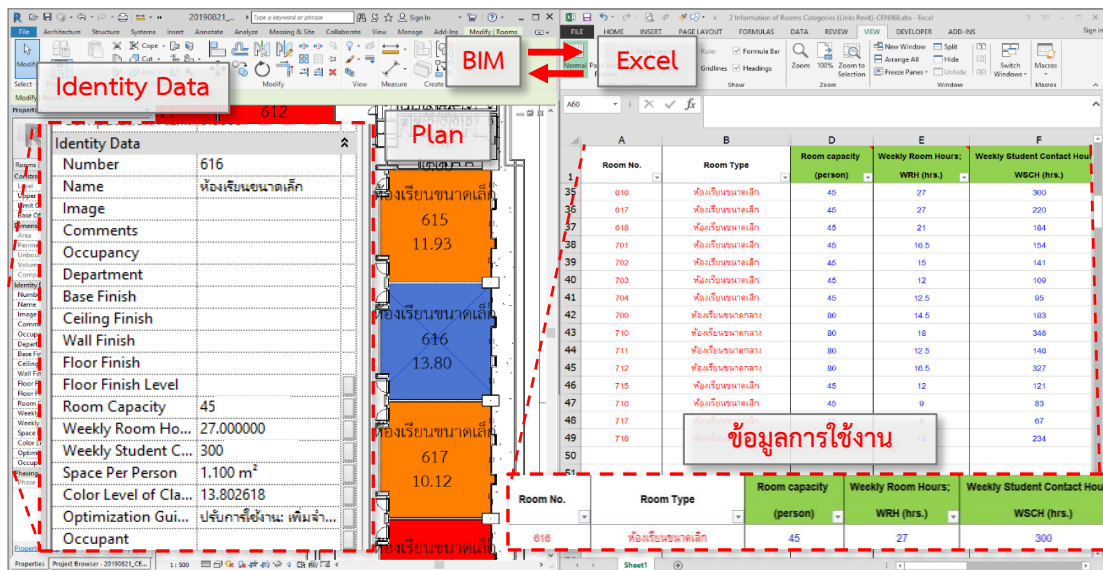
ภาพที่ 4. 13 ขั้นตอนการใช้คำสั่ง Export และ Import

กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล มีการใช้งานจากหน้าต่าง Dynamo Player กด Run (รูปสามเหลี่ยม) คำสั่ง “1 Export” โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนของอาคารที่ประเมิน ภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะถูกส่งไปยังฐานข้อมูลที่ตั้งค่าไว้ ที่เป็นไฟล์ Microsoft Excel ซึ่งจะถูกเปิดอัตโนมัติเมื่อใช้คำสั่ง ดังแสดงในภาพ 4.13

สำหรับภายในฐานข้อมูลนี้เองยังไม่มีข้อมูลที่ประกอบไปด้วย Room Capacity (ความจุ, จำนวนที่นั่ง) Weekly Contact Hours (จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์) และ Weekly Student Contact Hours (จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์) ที่จะต้องนำไปใช้ประมวลผล เนื่องจากการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารครั้งแรก จึงจำเป็นต้องทำการกรอกข้อมูลดังกล่าว จากข้อมูลการใช้งานห้องเรียนที่ได้ทำการคัดกรอง ซึ่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบรายห้อง ในขั้นตอนก่อนหน้าี้ กล่าวคือการกรอกข้อมูลต้องทำใน Excel ซึ่งโปรแกรมมีข้อดีด้านความสามารถในการจัดการข้อมูล จัดเรียงข้อมูล และค้นหาข้อมูลจำนวนมากได้ดี เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเสริมมีความสมบูรณ์ ห้องเรียนที่ไม่มีการใช้งาน หรือไม่มีข้อมูล ได้กำหนดให้กรอกค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมี Type of Parameter ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็น Number ซึ่งจะรับค่าที่เป็นตัวเลขเท่านั้น

เมื่อฐานข้อมูลมีข้อมูลครบถ้วนสำหรับนำไปใช้ประมวลผลแล้ว ให้กด Run คำสั่ง “2 Import” โดยข้อมูลในส่วนที่ได้กรอกข้อมูลการใช้งานห้องเรียนจะถูกนำเข้าไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามหมายเลขห้อง ซึ่งในโปรแกรม Autodesk Revit สามารถดูข้อมูลที่นำเข้าได้จาก Classroom Utilization Schedule หรือจากการเลือกแต่ละห้องใน Plan ให้แสดงข้อมูลใน Properties > Identity Data ดังแสดงในภาพที่ 4.14

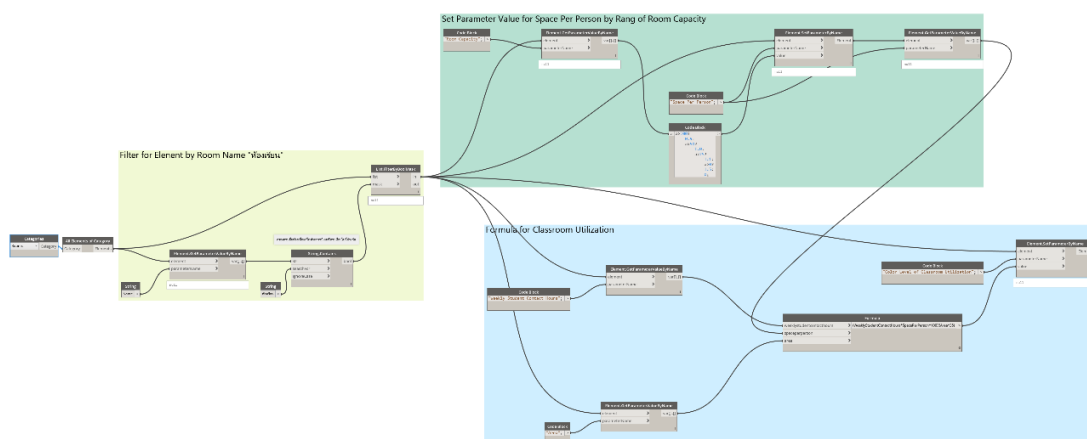
อย่างไรก็ตามการทำงานในส่วน Export และ Import มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เนื่องจากได้กำหนดให้ใช้ฐานข้อมูลเดียวกันในการทำหน้าที่ของแต่ละคำสั่ง เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล กล่าวคือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการใช้งานห้องเรียน หรือเมื่อต้องทำการประเมินในภาคการศึกษาใหม่ ปีการศึกษาใหม่ ต้องเริ่มการใช้งานจากคำสั่ง Export ก่อนเสมอ เพื่อเป็นการส่งออกข้อมูลปัจจุบันจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่ได้เป็นศูนย์กลางข้อมูลของระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพ โดยกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล



ภาพที่ 4. 14 กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล

#### 4.4.4 การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

เมื่อข้อมูลการใช้งานห้องเรียนครบถ้วนสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารแล้วนั้น การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถใช้งานด้วยการกดปุ่ม Run คำสั่ง “3-1 Utilization” และ “3-2 Utilization” โดยข้อมูลห้องเรียนที่เกี่ยวข้องในการประมวลผล ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะถูกดึงมาประมวลผลหาค่าพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ตามเกณฑ์มาตรฐาน จากเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการคำนวณหาค่าอัตราการใช้ห้อง (Percentage of Station Occupancy) อัตราการใช้พื้นที่ (Percentage of Station Use) และประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน (Classroom Utilization) ตามสูตรคำนวณที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพรายห้องเรียน ภายในอาคารที่ประเมิน แล้วส่งผลการวิเคราะห์กลับไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลผลการประเมินในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่กำหนดให้เป็นศูนย์กลางข้อมูลของระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพและเพื่อเป็นข้อมูลผลการประเมินสำหรับการแสดงผลในลำดับต่อไป โดยมีรูปแบบชุดคำสั่ง Utilization ในโปรแกรมเสริมตามภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4. 15 รูปแบบชุดคำสั่ง Utilization ในโปรแกรมเสริม

จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะผสมผสานการใช้ความสามารถของแบบจำลองสารสนเทศอาคารในส่วนที่เป็นศูนย์กลางข้อมูล การใช้ความสามารถของฐานข้อมูลในส่วนการจัดการข้อมูล และการใช้ความสามารถของโปรแกรมเสริมในการดึงข้อมูลต่างๆ มาประมวลผล ที่ทำงานเชื่อมโยงกัน จึงกลายมาเป็นเครื่องมือที่ได้พัฒนา ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการประเมินผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ระดับอาคาร และลดขั้นตอนในการทำงานด้วย

#### 4.4.5 การแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จากเครื่องมือที่ได้พัฒนา ในส่วนของการแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สามารถแสดงผลได้ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารและโปรแกรม Microsoft Excel โดยมี 3 รูปแบบ ดังนี้

##### 4.4.5.1 การแสดงผลในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

การแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะถูกแสดงทันทีภายหลังจากการ Run คำสั่ง “3-1 Utilization” และ “3-2 Utilization” โดยการแสดงผลในแบบแปลน ภายในแต่ละห้อง จะแสดงค่าประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน อยู่ในหน่วยอัตราร้อยละ บนรูปแบบ Room Tag ที่ใช้งานจากการพัฒนาเครื่องมือ และภายในแต่ละห้อง จะแสดงค่าระดับสีตามผลประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถ

เข้าใจง่าย และทำให้การรับรู้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที ดังแสดงในภาพที่ 4.16 ซึ่งจะแสดงสีเฉพาะห้องเรียน ภายในอาคารที่ประเมินเท่านั้น



ภาพที่ 4. 16 การแสดงผลการประเมินในรูปแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

#### 4.4.5.2 การแสดงผลในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

นอกจากการแสดงผลในรูปแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารแล้วยังมีการแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยจะถูกแสดงทันทีภายหลังจากการ Run คำสั่ง “3-1 Utilization” และ “3-2 Utilization” เช่นกัน โดยการแสดงผลในตาราง จะแสดงข้อมูลห้องเรียนที่เกี่ยวข้องและผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน ภายในแต่ละห้อง ตามรูปแบบตาราง Classroom Utilization Schedule ที่ได้เตรียมไว้จากการพัฒนาเครื่องมือ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบผลการประเมินได้เบื้องต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.17



<Classroom Utilization Schedule>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Number	Level	Name	Area	Room Capacity	Space Per Person	Weekly Room H	Weekly Students	Percentage of Station Occ.	Percentage of Station Use	Classroom Utilization
<b>ระดับชั้น ๒</b>										
201	ระดับชั้น ๒	ห้องเรียนขนาดใหญ่ ๑	400.51 m <sup>2</sup>	210	0.90 m <sup>2</sup>	15	623	42.86	9.33	4.00
202	ระดับชั้น ๒	ห้องเรียนขนาดใหญ่ ๒	434.04 m <sup>2</sup>	238	0.90 m <sup>2</sup>	0	348	20.00	10.26	2.05
207	ระดับชั้น ๒	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ ๑	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	0	286	17.14	20.16	3.46
208	ระดับชั้น ๒	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ ๒	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	18.8	433	26.86	11.06	5.84
<b>ระดับชั้น ๓</b>										
303	ระดับชั้น ๓	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 3	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
304	ระดับชั้น ๓	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 4	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
310	ระดับชั้น ๓	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 5	216.66 m <sup>2</sup>	0	0.00 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
<b>ระดับชั้น ๔</b>										
401	ระดับชั้น ๔	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 3	402.77 m <sup>2</sup>	210	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
402	ระดับชั้น ๔	ห้องเรียนขนาดใหญ่ 4	434.64 m <sup>2</sup>	238	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
407	ระดับชั้น ๔	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 6	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
408	ระดับชั้น ๔	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 7	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
412	ระดับชั้น ๔	ห้องเรียนขนาดกลาง-ใหญ่ 8	216.66 m <sup>2</sup>	148	0.90 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
<b>ระดับชั้น ๕</b>										
501	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	69.97 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
502	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	68.51 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
503	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	68.31 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
504	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	65.93 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
509	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดกลาง	92.21 m <sup>2</sup>	0	0.00 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
510	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดกลาง	92.19 m <sup>2</sup>	0	0.00 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
511	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดกลาง	92.19 m <sup>2</sup>	0	0.00 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
512	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดกลาง	92.51 m <sup>2</sup>	0	0.00 m <sup>2</sup>	0	0	0.00	0.00	0.00
515	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	68.88 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	17.8	178	80.00	16.99	8.90
516	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	68.31 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	19	215	84.29	18.22	9.89
517	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	68.32 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	18	183	42.86	19.64	8.42
518	ระดับชั้น ๕	ห้องเรียนขนาดเล็ก	68.83 m <sup>2</sup>	45	1.10 m <sup>2</sup>	9	88	25.71	16.94	4.20

ภาพที่ 4. 17 การแสดงผลการประเมินในตารางแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

#### 4.4.5.3 การแสดงผลในรูปแบบรายงานบน Excel Template

ขั้นตอนนี้เป็นการส่งข้อมูลห้องเรียนที่เกี่ยวข้องและผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน รายห้อง จากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มาแสดงผลในรูปแบบรายงานบน Excel Template ที่ได้เตรียมไว้จากการพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งจะทำได้รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับอาคาร โดยสามารถใช้งานด้วยการกดปุ่ม Run คำสั่ง “4 Report Utilization” จากนั้นไฟล์จะถูกเปิดอัตโนมัติ ภายในโปรแกรม Microsoft Excel ที่จัดอยู่ในรูปแบบ Template รายงานหน้ากระดาษ A4 ทำให้ผู้ใช้งานสามารถจัดพิมพ์ได้ทันทีและเกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานข้อมูลสำหรับจัดส่งรายงาน อีกทั้งความสามารถในการค้นหาข้อมูลภายในโปรแกรม ทำให้สะดวกในการใช้งาน โดยรูปแบบรายงานแสดงตามภาพที่ 4.18

ชื่ออาคาร	อาคารกิตติสิริมิตร	รหัสอาคาร	CEN068	พื้นที่ใช้งาน	5,997.48			
หน่วยงาน	สำนักงานมหาวิทยาลัย	ปีการศึกษา	2559	ภาคการศึกษา	ภาคการศึกษาต้น			
<b>การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร : การประเมินระดับอาคาร</b>								
ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร	6.52 (การประเมินระดับอาคาร)							
อัตราการใช้ห้อง	42.82 (การประเมินระดับอาคาร)							
อัตราการใช้พื้นที่	15.08 (การประเมินระดับอาคาร)							
ห้อง	ขนาดห้อง (ตร.ม.)	ความจุ (คน)	พื้นที่ต่อคน (ตร.ม./คน)	จำนวนชม.ที่ใช้ ห้องจริงใน 1 ส.	จำนวนคน.ที่ใช้ ห้องจริงใน 1 ส.	อัตราการใช้ห้อง	อัตราการใช้พื้นที่	ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน
201	400.51	210	0.90	15	623	42.86	9.33	4.00
202	436.04	238	0.90	7	348	20.00	10.26	2.05
207	190.49	140	0.90	6	256	17.14	20.16	3.46
208	190.49	140	0.90	18.5	433	52.86	11.06	5.84
305	190.49	140	0.90	16	337	45.71	9.95	4.55
306	190.49	140	0.90	4.5	84	12.86	8.82	1.13
310	216.66	168	0.90	0	0	0.00	NaN	0.00
401	402.77	210	0.90	18	997	51.43	12.38	6.37
402	434.64	238	0.90	16	855	45.71	11.07	5.06
407	190.49	140	0.90	15	422	42.86	13.29	5.70
408	190.49	140	0.90	10.5	208	30.00	9.36	2.81
412	216.66	168	0.90	10.5	390	30.00	15.43	4.63
501	69.57	45	1.10	9	78	25.71	13.70	3.52
502	68.31	45	1.10	15	146	42.86	15.67	6.72
503	68.31	45	1.10	14.5	204	41.43	22.65	9.39

ภาพที่ 4. 18 การแสดงผลการประเมินระดับอาคาร ในรูปแบบรายงานบน Excel Template

สำหรับรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก สามารถใช้งานด้วยการกดปุ่ม Run คำสั่ง “7 Department Level” จากนั้นข้อมูลผลการประเมินของอาคารนั้น จะถูกส่งไปยังรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก ในโปรแกรม Microsoft Excel จะปรากฏชื่อ Sheet ตามชื่อรหัสอาคาร โดยตำแหน่งของ Sheet ต้องอยู่ระหว่าง Sheet Start กับ Sheet End เพื่อให้โปรแกรมสามารถประมวลผลตามที่ได้กำหนดไว้ได้ โดยในส่วนนี้เองจะเป็นข้อมูลประกอบรายงาน ส่วนหน้าสรุปรายงานผลการประเมินจะเป็นการแสดงผลการประเมินและข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน โดยได้จัดอยู่ในรูปแบบ Template รายงานหน้ากระดาษ A4 ดังแสดงในภาพที่ 4.19

หน่วยงาน	สำนักงานมหาวิทยาลัย	ปีการศึกษา	2559	ภาคการศึกษาต้น
<b>ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร: การประเมินระดับคณะ/สำนัก</b>				
ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร		9.39		
อัตราการใช้ห้อง		49.83		
อัตราการใช้พื้นที่		18.51		
<b>ข้อมูลการประเมิน</b>				
จำนวนอาคาร		6		
จำนวนห้อง		120		

ภาพที่ 4. 19 การแสดงผลการประเมินระดับคณะ/สำนัก ในรูปแบบรายงานบน Excel Template

จากกระบวนการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา ตั้งแต่ขั้นตอนกรอกข้อมูลอาคาร การตั้งค่าฐานข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและการแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้น สามารถทำให้ได้ผลการประเมินระดับอาคาร ซึ่งกระบวนการนี้ผู้ใช้งานที่มีความสามารถในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารระดับเบื้องต้น สามารถใช้งานได้ง่าย มีความสะดวกในการใช้งาน มีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน อีกทั้งผู้ใช้งานที่มีความสนใจในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถใช้งานตามขั้นตอนนี้ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อต้องการทำการประเมินในภาคการศึกษาใหม่ ปีการศึกษาใหม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ในการประเมินใหม่นั้นจะข้ามขั้นตอนการตั้งค่าฐานข้อมูล เนื่องจากได้ทำการตั้งค่าฐานข้อมูลอาคารที่ทำการประเมินไว้แล้ว จากที่ได้กำหนดให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางข้อมูลของระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพ ทำให้ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น

#### 4.5 การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง การประเมินประสิทธิภาพด้านระยะเวลา การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

#### 4.5.1 การประเมินประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของเครื่องมือพัฒนา

การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือพัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารในด้านความถูกต้องและความแม่นยำ ในการหาค่าอัตราการใช้ห้อง อัตราการพื้นที่ ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับอาคาร โดยทำตรวจสอบจากการเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ด้วยการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนากับการทำงานในรูปแบบเดิม โดย แสดงตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4. 5 การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่พัฒนากับการคำนวณรูปแบบเดิม

อาคาร	ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร		ความแตกต่าง
	เครื่องมือที่พัฒนา	รูปแบบเดิม	
อาคารตัวอย่างที่ 1	5.84	5.95	1.79%
อาคารตัวอย่างที่ 2	9.02	9.04	0.27%
อาคารตัวอย่างที่ 3	13.24	13.77	3.79%
อาคารตัวอย่างที่ 4	0.84	0.84	0.55%
อาคารตัวอย่างที่ 5	5.98	5.80	3.23%
อาคารตัวอย่างที่ 6	5.66	5.32	6.40%

จากการเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ด้วยการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนากับการทำงานในรูปแบบเดิม พบว่าค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารโดยส่วนมากอาคารกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างประมาณ 1%-3% และมีความแตกต่างกันมากที่สุด 6.40% จากการตรวจสอบตัวแปรที่ส่งผลทำให้ผลการประเมินมีความแตกต่างก็คือพื้นที่ห้อง โดยพื้นที่ห้องที่นำมาใช้งานในการคำนวณรูปแบบเดิมเป็นข้อมูลการใช้งานอาคาร ซึ่งจะคิดพื้นที่ห้องเรียนจากแบบ 2 มิติ ประมาณการพื้นที่ห้องภาพรวมจากการคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยมอย่างง่าย ส่วนพื้นที่ที่นำมาใช้ในเครื่องมือที่พัฒนาเป็นข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งเป็นพื้นที่ภายในห้องตามขนาดจริง จากโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่สร้างขึ้นตามแบบภายหลังจากการก่อสร้างจริง โดยพื้นที่ภายในห้องจะมีส่วนเว้าหรือส่วนเพิ่ม ที่นำมาใช้ในการคิดพื้นที่ ซึ่งมีระดับความละเอียดมากกว่า

กล่าวคือในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารโดยเครื่องมือที่พัฒนาใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่อยู่ในระดับ Construction Documents (LOD 300) ส่วนการทำงานในรูปแบบเดิมใช้ข้อมูลจากข้อมูลอาคารที่กำหนดไว้ หากเปรียบเทียบตามระดับของการพัฒนา (LOD) อยู่ในระดับ Conceptual & Schematic Design (LOD 100) ซึ่งความละเอียดของระดับข้อมูลทำให้ความถูกต้องแม่นยำของผลการประเมินมีความแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามความถูกต้องและความแม่นยำของผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ ซึ่งก็คือพื้นที่ห้อง สอดคล้องกับความละเอียดระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) เมื่อมีระดับขั้นที่มากขึ้นก็จะทำให้ผลการประเมินมีความถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นไปด้วย อีกทั้งในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การสร้างกรอบภายในห้องจากคำสั่ง Room เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มีผลต่อขนาดพื้นที่ภายในห้อง โดยงานวิจัยนี้มีผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากการใช้ข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่อยู่ในระดับ Construction Documents เครื่องมือที่พัฒนามีความถูกต้องแม่นยำ

#### 4.5.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

งานวิจัยนี้ได้ทำการสุ่มคัดเลือกผู้ให้สัมภาษณ์ จากสำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีวิธีการเข้าถึงผู้ให้สัมภาษณ์รายชื่อบุคลากรในหน่วยงานทางเว็บไซต์ (สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562: ออนไลน์) บุคลากรจากฝ่ายอาคารสถานที่ จำนวน 56 คน บุคลากรจากฝ่ายวางแผน ออกแบบ และสารสนเทศระบบกายภาพ จำนวน 16 คน รวมมีบุคลากรจากทั้งสองฝ่ายประมาณ 72 คน ทำการสุ่มคัดเลือกผู้ให้สัมภาษณ์จำนวน 6 คน จากข้อมูลผู้ให้สัมภาษณ์เป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในการบริหารทรัพยากรอาคาร ภายในมหาวิทยาลัย และผู้ที่มีหน้าที่ประเมินประสิทธิภาพใช้อาคาร ภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 5 ปี สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา ได้ทำการอธิบายวัตถุประสงค์ของงานวิจัย จากนั้นเป็นการอธิบายขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา แล้วทำการทดลองใช้งาน

ในการประเมินประสิทธิภาพนี้ได้แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ การเตรียมระบบข้อมูล การตั้งค่าฐานข้อมูลและกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูล การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและการแสดงผล โดยผู้ให้

สัมภาษณ์ที่มีระดับความสามารถในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพียงเล็กน้อย มีความเห็นว่าการเตรียมระบบข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามก็ให้ผู้ให้สัมภาษณ์ได้ให้ความเห็นว่ากระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลมายังฐานข้อมูล สามารถใช้งานได้สะดวกเพราะเป็นการกรอกข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมีการใช้งานและมีพื้นฐานการใช้งานที่ติดอยู่แล้ว อนึ่งสามารถให้มีการเตรียมข้อมูลสำหรับการประเมินไว้ได้ เพื่อช่วยลดระยะเวลาเพิ่มขึ้นอีก แล้วในส่วนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและการแสดงผลนั้นผู้ให้สัมภาษณ์มีความเห็นว่ามีการใช้งานที่สะดวก อีกทั้งการแสดงผลตามค่าระดับสีในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศมีประโยชน์ในการนำไปใช้งาน สามารถทราบถึงผลประเมินได้ง่ายและการแสดงผลที่จัดอยู่ในรูปแบบรายงานบน Microsoft Excel ซึ่งสามารถจัดการข้อมูลต่อได้ง่าย รวมถึงสามารถพิมพ์ได้ทันที อย่างไรก็ตามก็เครื่องมือได้มีการเพิ่มในส่วนการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์มีความเห็นว่าเครื่องมือที่พัฒนาในส่วนนี้มีประโยชน์ ที่สามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการบริหารทรัพยากรอาคารได้

การเปรียบเทียบกระบวนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับอาคารของการประเมินแบบเดิมโดยใช้ Excel Template ช่วยในการคำนวณ กับ การประเมินโดยใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา ตามตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าการประเมินเครื่องมือที่ได้พัฒนานั้นเป็นการลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน โดยเป็นการนำเข้าและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งอาคารในครั้งเดียว ซึ่งจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการประเมินที่ลดลงกว่าเดิมในกรณีเมื่อทำการประเมินใหม่หรือมีการแก้ไขข้อมูล เพียงแค่ นำข้อมูลการใช้งานห้องเข้ามาใหม่ก็จะสามารถประเมินผลได้ อีกทั้งยังสามารถลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เนื่องจากข้อมูลการประเมินมีจำนวนมาก อย่างไรก็ตามการประเมินโดยการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนายังเป็นการพัฒนาระบบข้อมูลซึ่งก็คือ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่เป็นศูนย์กลางของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่มีหน้าที่นำเข้าและส่งออกข้อมูล

ตารางที่ 4. 6 การเปรียบเทียบกระบวนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

การประเมินแบบเดิมโดยใช้ Excel Template	การประเมินโดยใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา
1.การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ทีละห้อง	1.การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ทั้งอาคาร
2.การกรอกข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทีละห้อง	2.การกรอกข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทั้งอาคาร
3.การวิเคราะห์ประสิทธิภาพห้องเรียน ทีละห้อง	3.การวิเคราะห์ประสิทธิภาพห้องเรียน ทั้งอาคารในครั้งเดียวและได้การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารทันที
4.ทำซ้ำข้อ 1-3 เพื่อเป็นข้อมูลทั้งอาคาร	
5.การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร	

#### 4.5.3 การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน

ในการทดลองใช้งานนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมการใช้งานในส่วนของการเตรียมระบบข้อมูลที่เป็นกรเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผลไว้แล้ว ผู้ให้สัมภาษณ์ใช้เวลาในการทดลองใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ของอาคารทดลองใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 5 นาที ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้ ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์มีความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาและมีความเห็นว่าเครื่องมือที่พัฒนามีประโยชน์มากในการช่วยประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร อย่างไรก็ตามผู้ให้สัมภาษณ์จะเลือกใช้งานเครื่องมือ หากมีหน้าที่ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร อย่างไรก็ตามความคิดเห็นส่วนมากของผู้ให้สัมภาษณ์มีความเห็นว่าเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร มีจุดเด่นในด้านการช่วยลดระยะเวลาการทำงานและรูปแบบการแสดงผลในรูปแบบที่สามารถเข้าใจง่าย อีกทั้งรับรู้ผลได้ทันที รวมถึงการแสดงผลในรูปแบบรายงาน สามารถพิมพ์แล้วใช้เป็นข้อมูลประกอบได้ทันที

สำหรับการใช้งานสามารถสรุปเป็นการใช้งานใน 3 โปรแกรม คือ โปรแกรม Autodesk Revit โปรแกรมเสริม Dynamo และโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะใช้โปรแกรม Autodesk Revit เป็นหลัก ในการใช้งานผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดสำหรับแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานปฏิบัติตามและสามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารได้ อีกทั้งเป็นการพัฒนาทักษะพื้นฐานในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารของผู้ใช้งาน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ได้ต่อไป อย่างไรก็ตามในส่วนโปรแกรมเสริม Dynamo ผู้วิจัยได้กำหนดให้เพียงเป็นการตั้งค่าฐานข้อมูลโดยเลือกจากไฟล์ที่เตรียมไว้เท่านั้น ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ถึงการใช้งานขั้นต้นก็เพียงพอสำหรับการตั้งค่าบนโปรแกรมเสริมนี้

#### 4.5.4 สรุปการแนะนำของผู้ให้สัมภาษณ์

เนื่องด้วยกระบวนการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่ได้คัดกรองจากข้อมูลทะเบียนมาใช้ อย่างไรก็ตามหากรูปแบบข้อมูลทะเบียนที่ได้มามีการเปลี่ยนแปลงจำเป็นแก้ไขในส่วนขั้นตอนการคัดกรองข้อมูล ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมในการคัดกรองจากข้อมูลทะเบียนเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบของฐานข้อมูล และในการนำไปใช้งานควรจัดทำคู่มือในรูปแบบวีดิทัศน์เพิ่มเติม

เพื่อให้ผู้ใช้งานที่มีพื้นฐานทางด้านการใช้งานโปรแกรมเบื้องต้นสามารถปฏิบัติตามได้ รวมถึงการอธิบายเพิ่มเติมแบ่งออกตามโปรแกรมทั้งใน Autodesk Revit Dynamo และ Microsoft Excel เพื่อให้ผู้ที่พัฒนาการใช้งานเพิ่มเติมในแต่ละส่วนได้ดียิ่งขึ้น

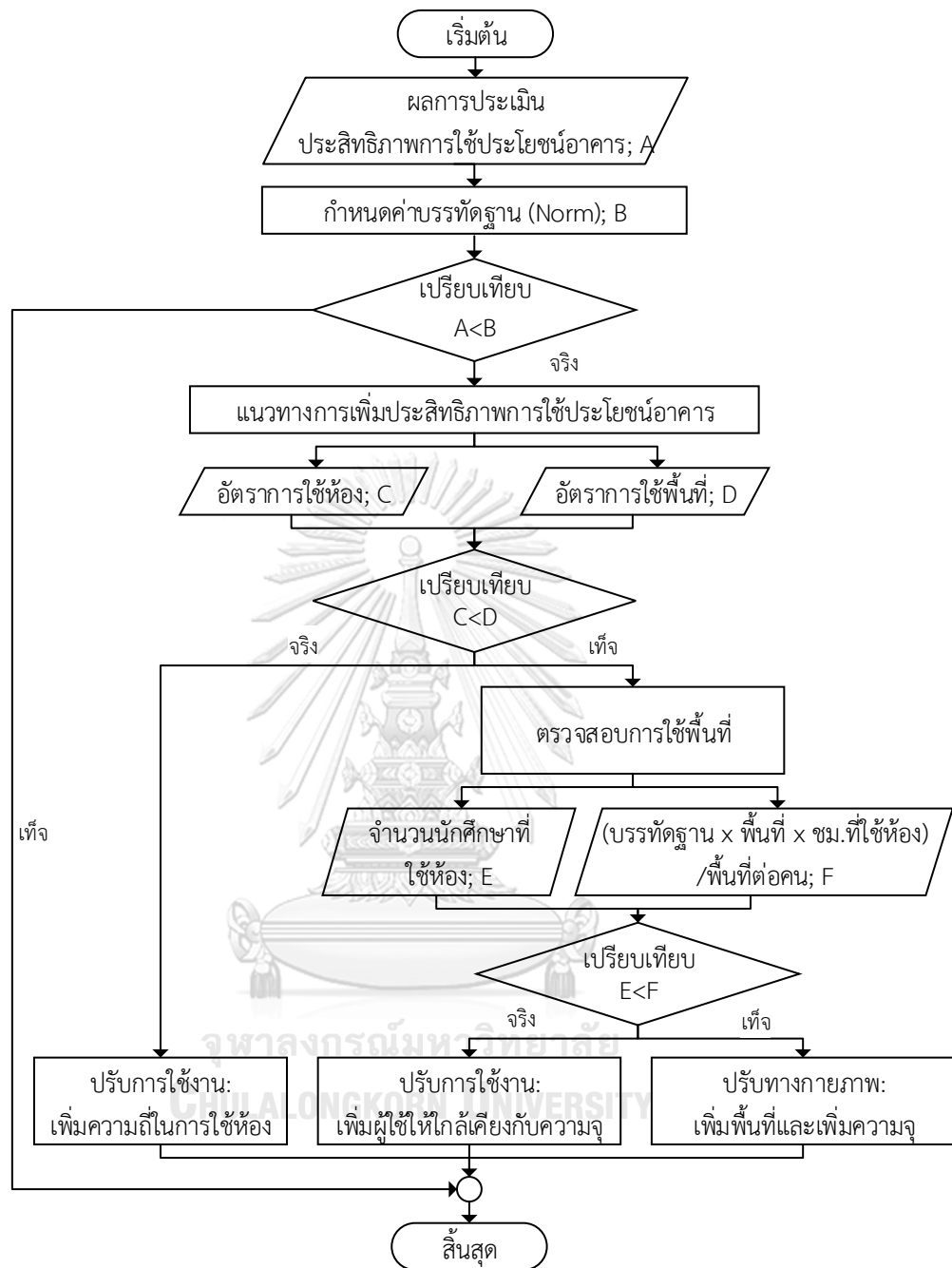
#### 4.5.5 การปรับปรุงเครื่องมือที่ได้พัฒนา

เนื่องด้วยกระบวนการทำงานเป็นการเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมจากชุดเครื่องมือที่ได้สร้างไว้ในการปรับปรุงเครื่องมือที่ได้พัฒนานี้ ได้เป็นการจัดเตรียมการชุดเครื่องมือสำหรับการใช้งานที่แยกออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ พร้อมรายละเอียดตามโปรแกรม Autodesk Revit , Dynamo และ Microsoft Excel เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งานใช้งาน และสำหรับกระบวนการใช้งานผู้วิจัยได้สร้างรายการตรวจสอบการใช้งานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเครื่องมือได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.

#### 4.6 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

กระบวนการนี้เป็นการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร จากการตรวจสอบผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากเครื่องมือที่ได้พัฒนาในขั้นตอนก่อนหน้านี้ มาเปรียบเทียบกับค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชาตามที่ได้กำหนด บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สำหรับนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งกระบวนการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ดังแสดงตามภาพที่ 4.20





ภาพที่ 4. 20 กระบวนการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

สำหรับการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.6.1 การตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

ก่อนเริ่มการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ต้องทำการกำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชา ใน การศึกษานี้ได้กำหนดค่าบรรทัดฐานจากการหาค่าเฉลี่ยผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของ อาคารกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากเป็นข้อมูลอาคารเฉพาะกลุ่มมาใช้เพื่อพัฒนาเครื่องมือ

จากผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก ในภาค การศึกษาดัน ปีการศึกษา 2559 ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 อาคาร มีค่าประสิทธิภาพการใช้ ประโยชน์อาคารเท่ากับร้อยละ 9.24 ดังนั้นในการตรวจสอบเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่ม ประสิทธิภาพได้กำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 9.24 และนำไปใช้เป็นเกณฑ์ ในการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับภาคการศึกษาปลาย ปี การศึกษา 2559 อีกด้วย

การตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร คำสั่ง Manage Tab > Settings Panel > Project Information จะปรากฏหน้าต่าง Project Information เพื่อทำการกรอกค่าบรรทัดฐาน ตามภาพที่ 4.21 โดยค่าตัวแปร “ค่าบรรทัดฐาน” อยู่ใน รูปแบบร้อยละ ซึ่งเป็นค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชาที่ได้ คัดเลือก สำหรับใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานที่นำมาเปรียบเทียบ เพื่อวิเคราะห์ผลตามเงื่อนไขแนวทางใน การปรับปรุงที่ได้กำหนดไว้ โดยการกดปุ่ม Run คำสั่ง “5 Optimization” โดยข้อมูลห้องเรียนที่ เกี่ยวข้องในการประมวลผล ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะถูกดึงมาคำนวณประสิทธิภาพการใช้ ประโยชน์อาคารเปรียบเทียบกับค่าบรรทัดฐาน จากนั้นจะประมวลผลเสนอแนะแนวทางทางการเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร รายห้อง แล้วส่งผลการวิเคราะห์กลับไปยังแบบจำลอง สารสนเทศอาคาร เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลแนวทางทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ของห้องเรียนในอาคารที่ ประเมิน อันเป็นศูนย์กลางข้อมูลของระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพ

Project Information

Family: System Family: Project Information Load...

Type: Edit Type...

Instance Parameters - Control selected or to-be-created instance

Parameter	Value
<b>Identity Data</b>	
Organization Name	
Organization Description	
Building Name	อาคารหัตถาธิเบศร
Author	
Norm	9.24
Departments	สำนักงานมหาวิทยาลัย
Academic Year	2559
Semester	ภาคการศึกษาต้น

ภาพที่ 4. 21 การกำหนดค่าค่าบรรทัดฐาน

#### 4.6.2 การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จากเครื่องมือที่ได้พัฒนา ในส่วนของการแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร สามารถแสดงผลได้ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และโปรแกรม Microsoft Excel โดยมี 2 รูปแบบดังนี้

##### 4.6.2.1 การแสดงผลในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยจะถูกแสดงทันทีภายหลังจากการ Run คำสั่ง “5 Optimization” โดยการแสดงผลในตาราง จะแสดงข้อมูลห้องเรียนที่เกี่ยวข้องและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ รายห้อง ตามรูปแบบตาราง Optimization Guidelines Schedule ที่ได้เตรียมไว้จากการพัฒนาเครื่องมือ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพได้เบื้องต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.22

<Optimization Guidelines Schedule>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Number	Level	Name	Area	Room Capacity	Space Per Person	Color Level of Classroom	Optimization Guidelines
<b>ระดับชั้น 2</b>							
201	ระดับชั้น 2	ห้องเรียนปกติใหญ่ 1	400.81 m <sup>2</sup>	210	0.90 m <sup>2</sup>	4.00	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
202	ระดับชั้น 2	ห้องเรียนปกติใหญ่ 2	436.04 m <sup>2</sup>	238	0.90 m <sup>2</sup>	2.05	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
207	ระดับชั้น 2	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 1	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	3.44	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
208	ระดับชั้น 2	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 2	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	3.84	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
<b>ระดับชั้น 3</b>							
303	ระดับชั้น 3	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 3	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	4.53	
306	ระดับชั้น 3	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 4	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	1.13	
310	ระดับชั้น 3	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 5	216.66 m <sup>2</sup>	0	0.00 m <sup>2</sup>	0.00	
<b>ระดับชั้น 4</b>							
401	ระดับชั้น 4	ห้องเรียนปกติใหญ่ 3	402.77 m <sup>2</sup>	210	0.90 m <sup>2</sup>	6.97	
402	ระดับชั้น 4	ห้องเรียนปกติใหญ่ 4	434.66 m <sup>2</sup>	238	0.90 m <sup>2</sup>	3.06	
407	ระดับชั้น 4	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 4	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	5.70	
408	ระดับชั้น 4	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 7	190.49 m <sup>2</sup>	140	0.90 m <sup>2</sup>	2.81	
412	ระดับชั้น 4	ห้องเรียนปกติกลางใหญ่ 8	216.66 m <sup>2</sup>	168	0.90 m <sup>2</sup>	4.63	
<b>ระดับชั้น 5</b>							
501	ระดับชั้น 5	ห้องเรียนปกติเล็ก	69.37 m <sup>2</sup>	48	1.10 m <sup>2</sup>	3.82	
502	ระดับชั้น 5	ห้องเรียนปกติเล็ก	68.31 m <sup>2</sup>	48	1.10 m <sup>2</sup>	6.72	

**H**

Optimization Guidelines

ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง

ปรับทางกายภาพ: เพิ่มพื้นที่ห้อง และเพิ่มขนาดความจุของห้อง

ปรับการใช้งาน: เพิ่มความถี่ในการใช้ห้อง

ปรับทางกายภาพ: เพิ่มพื้นที่ห้อง และเพิ่มขนาดความจุของห้อง

ภาพที่ 4. 22 การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในตารางบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

#### 4.6.2.2 การแสดงผลในรูปแบบรายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ

ในส่วนนี้จะเป็นการส่งออกข้อมูลห้องเรียนที่เกี่ยวข้องและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ รายห้อง จากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มาแสดงผลในรูปแบบรายงานบน Excel Template ที่ได้เตรียมไว้จากการพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งจะทำให้ได้รายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยสามารถใช้งานด้วยการกดปุ่ม Run คำสั่ง “6 Report Optimization” จากนั้นไฟล์จะถูกเปิดอัตโนมัติ ภายในโปรแกรม Microsoft Excel ที่จัดอยู่ในรูปแบบ Template รายงานหน้ากระดาษ A4 ทำให้ผู้ใช้งานสามารถจัดพิมพ์ได้ทันทีและเกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานประกอบการตัดสินใจในการเพิ่มประสิทธิภาพห้องเรียน โดยรูปแบบรายงานแสดงตามภาพที่ 4.23 ซึ่งในส่วนนี้มีลักษณะการทำงานคล้ายกับขั้นตอนการแสดงผลของรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

ห้อง	ขนาดห้อง (ตร.ม.)	ความจุ (คน)	พื้นที่มาตรฐาน (ตร.ม./คน)	ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียน	แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ
201	400.51	210	0.90	4.00	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
202	436.04	238	0.90	2.05	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
207	190.49	140	0.90	3.46	ปรับการใช้งาน: เพิ่มความถี่ในการใช้ห้อง
208	190.49	140	0.90	5.84	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
305	190.49	140	0.90	4.55	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
306	190.49	140	0.90	1.13	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
310	216.66	0	0.00	0.00	ไม่มีข้อมูลการใช้ห้อง
407	190.49	140	0.90	5.70	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
408	190.49	140	0.90	2.81	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
412	216.66	168	0.90	4.63	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
401	402.77	210	0.90	6.37	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
402	434.64	238	0.90	5.06	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
501	69.57	45	1.10	3.52	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
502	68.31	45	1.10	6.72	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง
603	68.31	45	1.10	9.39	ปรับการใช้งาน: เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับขนาดความจุของห้อง

ภาพที่ 4. 23 การแสดงผลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในรูปแบบรายงานบน Excel Template

#### 4.7 สรุปการพัฒนาเครื่องมือบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

สรุปการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย ทำให้ได้ผลจากการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. ชุดเครื่องมือที่ได้พัฒนา โดยเป็นการจัดเตรียมไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และการจัดการข้อมูลที่นำมาใช้ประมวลผลบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยเป็นข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ที่ได้ทำคัดกรองไว้จากข้อมูลทะเบียน

2. กระบวนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร จากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

3. จากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำให้ได้ผลลัพธ์ได้แก่

- ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ตามค่าระดับสีในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
- รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับอาคาร
- รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก
- รายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

ซึ่งจากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นระบบที่เชื่อมโยงข้อมูล (Input) ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารร่วมกับโปรแกรมเสริม (Process) แล้วส่งออกผลลัพธ์ (Output) ซึ่งกระบวนการนี้เองทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางข้อมูลสำหรับระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพต่อไป

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย ได้มีผลการศึกษาในด้านการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารและด้านการพัฒนาระบบข้อมูลในการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และการพัฒนาระบบข้อมูลในการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร รวมถึงการนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยเครื่องมือที่พัฒนาสามารถนำไปเป็นแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ให้กับอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย หรือหน่วยงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย อีกทั้งนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในการประเมินระดับอาคาร ระดับคณะ/สำนัก รวมถึงการพัฒนาระบบข้อมูลในการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร โดยเป็นการสร้างชุดเครื่องมือในการวิเคราะห์และการแสดงผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร อีกทั้งการแสดงผลในรูปแบบของรายงาน ในการประมวลผลนั้นสามารถทำการวิเคราะห์ผลระดับอาคารที่เกิดขึ้นได้ทันที อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่

พบเครื่องมือที่สามารถช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร อีกทั้งยังไม่พบระบบสารสนเทศที่ช่วยในการจัดการการใช้พื้นที่ห้องเรียนและระบบฐานข้อมูลการใช้พื้นที่ ซึ่งพบว่าการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในแบบเดิมนั้นคำนวณด้วยมือหรือใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณ ทีละห้อง แล้วนำผลลัพธ์มาประมวลเป็นผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับอาคาร โดยหลักเกณฑ์การวิเคราะห์อ้างอิงจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา (2556, 11 เมษายน) ที่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานกลางสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยให้สถาบันอุดมศึกษาของรัฐที่ประสงค์จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณรายจ่ายประจำปีจัดทำรายงานส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งระดับการประเมินมี 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหาวิทยาลัย ระดับคณะ/สำนัก และระดับอาคาร อีกทั้งทำให้หน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยต้องทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในแต่ละปีการศึกษา

### 5.1.1 การนำเครื่องมือที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้งาน

จากการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยในการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้นำไปประยุกต์ใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 อาคาร ซึ่งกลุ่มอาคารนี้ได้เป็นตัวแทนของคณะหรือสำนัก สำหรับใช้ในการประมวลผลระดับคณะ/สำนัก อย่างไรก็ตามการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาในขั้นตอน การเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล การเตรียมระบบข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การตั้งค่าฐานข้อมูลและกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียนและการแสดงผลการประเมินในระดับอาคาร รวมถึงการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ใช้เวลาการทำงานของ 1 อาคาร ในแต่ละขั้นตอนประมาณ 5 นาที ซึ่งในส่วนการประเมินระดับคณะ/สำนัก เป็นการประมวลผลจากข้อมูลผลการประเมินของแต่ละอาคาร โดยข้อมูลผลการประเมินของแต่ละอาคารจะถูกส่งข้อมูลทันทีพร้อมกับขั้นตอนการวิเคราะห์ในระดับอาคาร

โดยในการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผู้วิจัยได้กำหนดความสามารถพื้นฐานเพื่อให้ใช้งานได้ตามขั้นตอนได้อย่างสมบูรณ์ และได้ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารที่มีความถูกต้อง ดังแสดงตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5. 1 การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ขั้นตอน	ความสามารถพื้นฐาน
1.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล	- Microsoft Excel เบื้องต้น
1.2 การเตรียมระบบข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	-Autodesk Revit มีความเข้าใจในการสร้าง Family เป็นอย่างน้อย
2. การตั้งค่าฐานข้อมูลและกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล	-Autodesk Revit มีความเข้าใจในการสร้าง Family เป็นอย่างน้อย -Dynamo มีความเข้าใจ Visual Programing เบื้องต้น - Microsoft Excel เบื้องต้น
3.การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียนและการแสดงผลการประเมินในระดับอาคาร และในระดับคณะ/สำนัก	-Autodesk Revit เบื้องต้น
4.การเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร	-Autodesk Revit เบื้องต้น

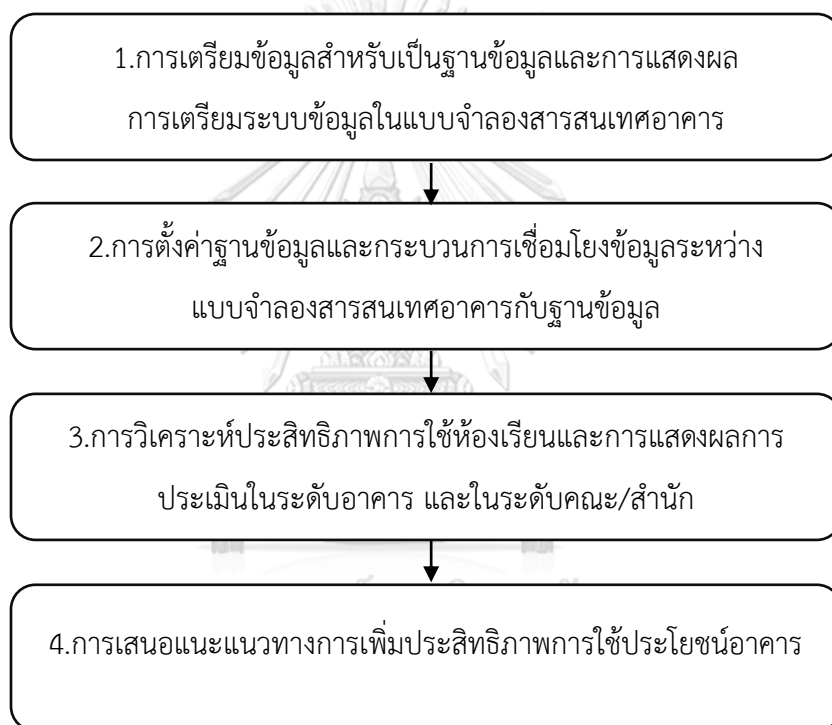
สำหรับกลุ่มผู้ใช้งาน เครื่องมือที่ได้พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มแรก ผู้ที่มีหน้าที่ประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ผู้ดูแลอาคาร ผู้ที่มีหน้าที่บริหารจัดการอาคาร กลุ่มสอง สถาปนิก วิศวกร ที่มีความสนใจในด้านประสิทธิภาพการใช้งานอาคารหรือที่มีความสนใจในการประยุกต์ใช้งาน อย่างไรก็ตามผู้ที่เคยใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารและผู้ที่มีความสนใจใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถเรียนรู้ระบบการทำงานและกระบวนการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนา เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

### 5.1.2 สรุปขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนา

โดยขั้นตอนในการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลักคือ ส่วนที่ 1 การเตรียมระบบข้อมูล โดยเป็นการเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล และการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ส่วนที่ 2 การตั้งค่าฐานข้อมูลและกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้



ห้องเรียนและการแสดงผลการทำงานของประเมิณประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ตามค่าระดับสีที่อยู่ในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารและในรูปแบบรายงาน ทั้งในระดับอาคารและระดับคณะ/สำนัก ส่วนที่ 4 เสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร บนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แล้วแสดงผลในรูปแบบรายงาน โดยสรุปขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนา ตามภาพที่ 5.1 ซึ่งในส่วนโปรแกรมที่ได้พัฒนานี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารและฐานข้อมูล ซึ่งจะช่วยลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร รวมถึงช่วยลดระยะเวลาในการประเมินผล



ภาพที่ 5. 1 สรุปขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือที่พัฒนา

## 5.2 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับโปรแกรมเสริม Dynamo สร้างชุดคำสั่งในการนำเข้าและส่งออกข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ และบูรณาการกับโปรแกรม Microsoft Excel ที่ใช้เป็นฐานข้อมูล แล้วประมวลผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร จากนั้นแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในรูปแบบต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารนี้เป็นตัวกลางของ

ข้อมูลที่เชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูล รวมถึงเชื่อมโยงกับผู้ใช้งาน โดยข้อมูลจะถูกฝังอยู่ในไฟล์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นประกอบไปด้วย พื้นที่ห้อง ความจุห้อง จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ และจำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์ ซึ่งข้อมูลอยู่ในรูปแบบรายห้อง ตามหมายเลขห้อง อย่างไรก็ตามแบบจำลองสารสนเทศอาคารประกอบไปด้วยข้อมูลดังกล่าวรวมถึงข้อมูลพื้นฐานภายในโปรแกรม ในส่วนนี้ทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางข้อมูลของระบบการจัดการทรัพยากรกายภาพ สำหรับการให้บริการประโยชน์พื้นที่อาคาร เมื่อมีข้อมูลในส่วนที่เป็นฐานข้อมูลกลาง ทำให้ผู้ที่ใช้งานสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในส่วนงานอื่นๆ ได้ โดยการเข้าถึงข้อมูลได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ได้ทำการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลไว้ ซึ่งในแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีคุณสมบัติที่กำหนดความสามารถการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารของผู้ใช้งานได้ อีกทั้งสามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้สะดวก มีความถูกต้อง และเป็นปัจจุบันตามเวลาจริง ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากการถ่ายโอนข้อมูล การกรอกข้อมูล หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะมีความถูกต้องแม่นยำขึ้นอยู่กับระดับของการพัฒนา (LOD) ของข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กล่าวคือความถูกต้องของผลการประเมินจะมากขึ้นตามระดับของการพัฒนา (LOD) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่อยู่ในระดับ Construction Documents (LOD 300) ทำให้ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารที่มีความถูกต้องมากกว่าการประเมินในรูปแบบเดิมที่ใช้ข้อมูลอาคาร เทียบอยู่ในระดับ Conceptual & Schematic Design (LOD 100)

จากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำให้ได้ผลลัพธ์จากการใช้เครื่องมือแบ่งออกเป็น 4 อย่าง ได้แก่

- 1) การแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ตามค่าระดับสีในแบบแปลนบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่ได้รับข้อมูลเข้าใจง่าย เกิดความสะดวกที่สามารถนำไปใช้งานต่อในส่วนอื่นๆ และการรับรู้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที ในแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นได้ตามเวลาจริง

- 2) รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจัดพิมพ์ได้ทันทีและเกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานข้อมูลสำหรับจัดส่งรายงาน
- 3) รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในระดับคณะ/สำนัก เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจัดพิมพ์ได้ทันทีและเกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานข้อมูลสำหรับจัดส่งรายงาน
- 4) รายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจัดพิมพ์ได้ทันทีและเกิดความสะดวกในการนำไปใช้งานประกอบการตัดสินใจในการเพิ่มประสิทธิภาพห้องเรียน

การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นจะใช้เวลาลดลงไปจากเดิมอีก เนื่องด้วยเป็นการนำเข้าและส่งออกข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆ รายห้องของอาคารที่ประเมิน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยง จากการตั้งค่าฐานข้อมูลอาคารที่ทำการประเมินไว้แล้ว กล่าวคือเมื่อมีการแก้ไขข้อมูลการใช้งานห้องเรียนหรือเมื่อมีการประเมินในครั้งต่อไป จะข้ามขั้นตอนในส่วนกระบวนการตั้งค่าฐานข้อมูลและกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล รวมถึงการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งข้อดีของการแก้ไขข้อมูลจากการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนานั้น ได้เป็นกระบวนการที่ช่วยอัปเดตข้อมูลอาคารที่เกี่ยวข้องบนแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นให้เป็นปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นการสร้างฐานข้อมูลตามสภาพการใช้งานปัจจุบันและสามารถนำผลการประเมินไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารต่อไป

ทั้งนี้จากการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น ได้ทำให้เกิดกระบวนการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร อีกทั้งระบบข้อมูลในการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร ซึ่งสามารถสรุปความสามารถการใช้งานตามรายละเอียดได้ดังนี้

- 1) แบบจำลองสารสนเทศอาคารที่เป็นศูนย์กลางข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลทรัพยากรทางกายภาพพื้นฐานที่สำคัญ สามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติมและสามารถช่วยบริหารจัดการทรัพยากรทางกายภาพพื้นที่ต่างๆ อีกทั้งสามารถสร้างคุณค่าจากทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ต่อไป

2) แบบจำลองสารสนเทศอาคาร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเกิดขึ้น จะสามารถทราบผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารได้ทันที รวมถึงสามารถทราบข้อมูลคุณสมบัติในแต่ละห้อง ข้อมูลการใช้งานห้องเรียนที่เปลี่ยนไปได้ทันที จากการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา

3) กระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนเนื่องจากการถ่ายโอนข้อมูล ในการส่งออกและนำเข้าข้อมูลต่างๆ เพียงแค่ให้ผู้ใช้งานหรือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบจัดเตรียมข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ให้อยู่ในรูปแบบรายห้อง เพื่อทำการกรอกข้อมูลข้อมูลการใช้งานห้องเรียนที่ได้คัดกรอง โดยการทำงานเชื่อมโยงแค่ครั้งแรกในงานใช้งาน

4) กระบวนการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนานั้น เป็นการช่วยลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อน รวมถึงช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการทำงาน ทำให้การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารกับอาคารอื่นๆ สามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้น้อยกว่าเดิมได้

อย่างไรก็ตามปริมาณข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องจำนวนมากและข้อมูลการใช้งานห้องเรียนมีความซับซ้อน ส่วนข้อมูลการใช้งานอาคารในแต่ละอาคารต้องติดต่อตามหน่วยงานที่ได้สังกัด โดยมหาวิทยาลัยได้แบ่งกลุ่มอาคารภายในมหาวิทยาลัยสำหรับบริหารจัดการจากการใช้งานและจากหน่วยงานที่ได้สังกัด กล่าวคือการเข้าถึงข้อมูลโดยรวมมีการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดระหว่างหน่วยงานที่เข้าถึงได้ยาก ดังนั้นในการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนาเป็นกระบวนการทำงานที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล ของแต่ละอาคารไว้ อีกทั้งทำให้มีการเชื่อมโยงข้อมูลของผลการประเมินระดับคณะ/สำนัก เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานในส่วนอื่นได้และสามารถนำไปพัฒนาในระดับอื่นๆ ต่อไปได้

### 5.3 การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร

จากเครื่องมือที่ได้พัฒนาสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น ได้เพิ่มเติมความสามารถของเครื่องมือคือ กระบวนการตรวจสอบเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เนื่องจากการต่อยอดการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาและต้องการเพิ่มความสามารถในการใช้งานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา กล่าวคือชุดข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้นได้มีอยู่แล้ว ตั้งแต่ขั้นตอน

การประเมินประสิทธิภาพอาคาร แล้วนำมาประมวลผลโดยการตรวจสอบข้อมูล เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งเป้าหมายว่าต้องการให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นศูนย์กลางข้อมูล ซึ่งข้อมูลภายในแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถนำไปพัฒนาและต่อยอดให้เกิดประโยชน์สูงสุดของทรัพยากรในส่วนนี้ต่อไป อันเป็นไปตามนโยบายของมหาวิทยาลัยที่ต้องการให้เกิดการบูรณาการ ด้านต่างๆ ทรัพยากรกายภาพ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้เกิดความคุ้มค่าและประโยชน์สูงสุด

จากผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารจากเครื่องมือที่ได้พัฒนา นำมากำหนดค่าบรรทัดฐานโดยการหาค่าเฉลี่ยผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของอาคาร แล้วเปรียบเทียบกับผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เพื่อเสนอแนะทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ด้วยการใช้เครื่องมือที่ได้พัฒนา สำหรับการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้น ได้พิจารณาจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการคำนวณอัตราการใช้ห้อง อัตราการใช้พื้นที่และประสิทธิภาพห้องเรียน ซึ่งเป็นปัจจัยด้านการใช้งานและปัจจัยด้านกายภาพ รายละเอียดเงื่อนไขการจำแนกแนวทางในการปรับปรุงตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้า ซึ่งสามารถสรุปการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร 3 รูปแบบดังนี้

- 1) ปรับการใช้งาน โดยการเพิ่มความถี่ในการใช้ห้อง เพื่อให้มีจำนวนชั่วโมงการใช้งานมากที่สุด
- 2) ปรับการใช้งาน โดยเพิ่มจำนวนผู้ใช้งานให้ใกล้เคียงกับความจุห้อง เพื่อให้มีการใช้งานมากที่สุด
- 3) ปรับทางกายภาพ โดยเพิ่มพื้นที่ห้อง และเพิ่มความจุห้อง เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน

ทั้งนี้กระบวนการนี้เป็นเพียงการเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจและเพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาการใช้ประโยชน์อาคาร ตั้งแต่ระดับรายห้องจนถึงระดับอาคาร ส่วนการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้น ต้องขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลในแต่ละอาคารที่ได้สังกัด

## 5.4 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งาน

### 5.4.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งานด้านข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลการใช้งานห้องเรียน เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการคัดกรองข้อมูลทะเบียน ให้อยู่ในรายห้อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สร้างไฟล์ Template การคัดกรองข้อมูล บนโปรแกรม Microsoft Excel โดยยึดรูปแบบข้อมูลที่น่ามาใส่เพื่อคัดกรอง ตามข้อมูลทะเบียนที่ได้รับมาจากสำนักทะเบียน อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลทะเบียน ต้องทำการประยุกต์ Template การคัดกรองข้อมูลเพื่อที่จะให้สามารถคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลรายห้องสำหรับนำไปประมวลผลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามขอบเขตและเงื่อนไขในการประเมิน ซึ่งผู้ใช้งานที่มีความสามารถในโปรแกรม Microsoft Excel สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถจัดการข้อมูลในการใช้งานห้องเรียนได้ต่อไป เนื่องด้วยข้อมูลที่มีปริมาณมากหากมีการวางแผนการทำงานกับข้อมูลทะเบียนที่ได้รับมา สำหรับเชื่อมโยงในโปรแกรมเสริม อาจจะสามารถช่วยลดขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลได้

ในกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล ก่อนการใช้งานชุดคำสั่ง “Import” การกรอกข้อมูลเพื่อนำเข้าไปประมวลผล ประกอบด้วยตัวแปร Room Capacity (ความจุ) Weekly Contact Hours (จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์) และ Weekly Student Contact Hours (จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน 1 สัปดาห์) ในกรณีที่ห้องเรียนที่ไม่มีข้อมูลดังกล่าว หรือไม่มีข้อมูลการใช้งาน กำหนดให้กรอกค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากข้อมูลที่นำเข้าไปมี Type of Parameter ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็น Number ซึ่งจะรับค่าที่เป็นตัวเลขเท่านั้น เพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นของโปรแกรมในการเชื่อมโยงข้อมูลและให้การทำงานของโปรแกรมเสริมสมบูรณ์

### 5.4.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งานด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในโปรแกรม Autodesk Revit ต้องทำการตรวจสอบข้อมูลที่ต้องใช้ประกอบในการประเมินประสิทธิภาพ จากชุดเครื่องมือที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา ประกอบด้วย Project Parameters Project Parameters Room Tags และ Schedule ตามที่ได้กำหนดก่อน จึงจะสามารถใช้งานในส่วนชุดคำสั่งของโปรแกรมเสริมได้ จึงจะเป็นการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นได้สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีไฟล์ตั้งต้นเพื่อใช้ในการเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร รวมถึงเครื่องมือ

ส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาเครื่องมือ อีกทั้งผู้ใช้งานควรมีทักษะขั้นพื้นฐาน สำหรับการใช้งานโปรแกรมในส่วนนี้

ในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารควรกำหนดช่วงเวลาการใช้งานสำหรับโปรแกรม Autodesk Revit ในแต่ละเวอร์ชัน เนื่องจากเมื่อมีการอัปเดตเวอร์ชันอาจทำให้ข้อมูลบางอย่างสูญหาย หรือถูกปรับเปลี่ยน เปลี่ยนแปลง ต้องทำการตรวจสอบข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หากทำการอัปเดตเวอร์ชัน รวมถึงในการใช้งานต้องตรวจสอบข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กับข้อมูลอาคารจริงที่จะนำมาใช้งานก่อน เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นและเป็นการอัปเดตข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นให้เป็นปัจจุบัน

#### 5.4.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะการใช้งานด้านโปรแกรมเสริม

โปรแกรมเสริม Dynamo ได้ทำการเขียนชุดคำสั่งให้ทำการคัดกรองข้อมูลที่นำมาทำการประเมินจาก Parameter ชื่อว่า Name จากข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่นำมาพัฒนาเครื่องมือได้คัดกรอง “ห้องเรียน” เท่านั้น แล้วประมวลผลหาค่าพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน จากขนาดความจุห้อง (จำนวนที่นั่ง) ตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ดังนั้นในชุดคำสั่งจึงเป็นการคัดกรองข้อมูลแล้วประมวลผลและประเมินห้องเรียนเท่านั้น ทั้งนี้หากนำไปประยุกต์ใช้งานกับอาคารเรียนอื่นๆ ที่มีการเรียนการสอนที่แตกต่างออกไป ต้องทำการพัฒนาในส่วนโปรแกรมเสริมนี้เพิ่มเติม ในส่วนของการประมวลผลหาตัวแปรพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ตามห้องเรียนประเภทอื่นๆ เนื่องจากตามเกณฑ์มาตรฐานกลาง (2556, 11 เมษายน) ได้กำหนดเงื่อนไขในการจำแนกเกณฑ์พื้นที่ใช้สอยของห้องเรียนแต่ละประเภทสำหรับค่าพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติการ

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก เป็นการเขียนชุดคำสั่งที่ส่งออกข้อมูลผลการประเมินแต่ละอาคารเท่านั้น ไปยังไฟล์ Template Excel ที่สร้างขึ้นสำหรับเป็นรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก ส่วนการประมวลผลสรุปการประเมิน ในระดับคณะ/สำนัก ใช้ความสามารถของโปรแกรม Microsoft Excel รวมผลลัพธ์ของอาคารทั้งหมดและทำการหาค่าเฉลี่ย โดยคิดเฉพาะห้องที่มีการใช้งานด้านการเรียนการสอนที่มีข้อมูลเท่านั้น สำหรับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ในระดับคณะ/สำนัก อย่างไรก็ตามหากมีการพัฒนาชุดคำสั่งที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แต่ละอาคารที่อยู่ในกลุ่มการประเมินเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นในระดับคณะ/สำนัก หรือในระดับมหาวิทยาลัย ก็ทำให้สามารถประมวลผลการประเมินระดับนั้นได้ภายในโปรแกรมเสริม ลดกระบวนการที่ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการประมวลผล

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้มีกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับฐานข้อมูล สำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของแต่ละอาคารเท่านั้น ยังไม่ได้เชื่อมโยงแบบจำลองสารสนเทศอาคารของแต่ละอาคารเข้าด้วยกัน หากมีการพัฒนากระบวนการเชื่อมโยงระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารในระดับหน่วยงาน หรือในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ข้อมูลระหว่างกันได้ รวมถึงสามารถรับรู้ผลการประเมินในระดับนั้นได้ทันที อีกทั้งจะเป็นประโยชน์ในการบริหารข้อมูลอาคารในภาพรวมได้ดียิ่งขึ้น

เนื่องจากข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้มีการสร้างกรอบภายในห้องจากคำสั่ง Room ในงานวิจัยจึงได้สร้างตัวแปรเพิ่มเติมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ภายใน Rooms Categories เป็นหลักสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งตัวแปรพื้นที่ต่อนักศึกษา 1 คน ในโปรแกรมได้กำหนดเป็น Parameter Space per Person มีความคล้ายกับตัวแปรที่มีอยู่ภายใน Space Categories คือ Parameter Area per Person โดยในส่วนของ Space Categories เป็นส่วนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการวิเคราะห์ด้านพลังงานหรือวิเคราะห์ในส่วนงานระบบอื่นๆ ทั้งนี้ในการใช้งานต้องทำการสร้างกรอบภายในห้องจากคำสั่ง Space ขึ้นมาใหม่ถึงสามารถใช้งานได้ หากอนาคตมีการพัฒนาความละเอียดของข้อมูลบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ควรใช้งาน Parameter ที่มีอยู่หรือสร้าง Parameter ในส่วนของ Space Categories เพื่อให้สามารถรองรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานด้านพลังงานและงานระบบต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ทำได้ดีผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง อีกทั้งเป็นประโยชน์สำหรับส่วนงานสถาปัตยกรรม งานระบบ หรือส่วนงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ที่มีลักษณะการใช้งานด้านการเรียนการสอนและเป็นอาคารประเภทอาคารเรียนรวม ที่อยู่ในสังกัดสำนักงานมหาวิทยาลัย ห้องที่ทำการประเมินประกอบไปด้วยห้องเรียน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับอาคารที่มีลักษณะเดียวกันและประเภทการใช้งานที่คล้ายคลึงกัน อีกทั้งมีรูปแบบการใช้สอย



พื้นที่ใกล้เคียงกันได้ ซึ่งในการนำไปใช้งานกับอาคารที่ใช้สอยพื้นที่ที่แตกต่างกันไป ต้องทำการประยุกต์ใช้งานโดยทำการพัฒนาในส่วนชุดเครื่องมือโปรแกรมเสริมเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลการประเมินตามขอบเขตและเกณฑ์มาตรฐานกลางที่กำหนด

การกำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชา ในการศึกษานี้ได้กำหนดค่าบรรทัดฐานจากการหาค่าเฉลี่ยผลประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของอาคารกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากเป็นข้อมูลอาคารเฉพาะกลุ่มมาใช้เพื่อพัฒนาเครื่องมือ ซึ่งในการประยุกต์ใช้งานสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในระดับการประเมินต่างๆ สำหรับการกำหนดค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชาต่อไป

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารนั้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์และประมวลในแต่ละห้องเรียนเปรียบเทียบกับค่าบรรทัดฐานที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันหรือกลุ่มสาขาวิชา เพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารที่เหมาะสม โดยเป็นแนวทางในการปรับการใช้งานและการปรับทางกายภาพ อย่างไรก็ตามในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ต้องขึ้นอยู่กับนโยบายของหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลในแต่ละพื้นที่นั้น

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ไม่ได้นำผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารมาเปรียบเทียบในปัจจัยทางด้านความคุ้มค่า ค่าสึกหรอ ค่าเสื่อมราคา ด้านเศรษฐศาสตร์ อีกทั้งค่าการบำรุงรักษาอาคาร ค่าการดูแลอาคาร รวมถึงด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับอาคารที่ประเมิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจ ในการปรับปรุง อีกทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในด้านที่นำมาเปรียบเทียบ ซึ่งในส่วนนี้เองอาจจะนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปพัฒนาในงานวิจัยต่อไป

## บรรณานุกรม

- Arayici, Y., Fernando, T., Munoz, V. และ Bassanino, M. (2018). Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design. *Automation in Construction*, 85, 167-181.
- Chen, W., Chen, K., Cheng, J. C., Wang, Q. และ Gan, V. J. (2018). BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. *Automation in Construction*, 91, 15-30.
- Ciribini, A. L., Pasini, D., Tagliabue, L. C., Manfren, M., Daniotti, B., Rinaldi, S. และ De Angelis, E. (2017). Tracking users' behaviors through real-time information in BIMs: Workflow for interconnection in the Brescia Smart Campus Demonstrator. *Procedia engineering*, 180, 1484-1494.
- Kumar, S. S. และ Cheng, J. C. (2015). A BIM-based automated site layout planning framework for congested construction sites. *Automation in Construction*, 59, 24-37.
- McArthur, J. (2015). A building information management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. *Procedia engineering*, 118, 1104-1111.
- Nicat, A. K. และ Wodynski, W. (2016). Enhancing facility management through BIM 6D. *Procedia engineering*, 164, 299-306.
- ชฎาพร ประสพถิณและเอมอร พิทยานน. (2558). การใช้ประโยชน์พื้นที่ในอาคาร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2555. *Journal of Professional Routine to Research*, 2, 63-80.
- ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ. (2556). การตรวจสอบแนวทางการประยุกต์ใช้วิธีการจัดระดับชั้นความละเอียดของข้อมูลสำหรับ แบบจำลองสารสนเทศอาคารของสถาบันอเมริกัน กับวิธีการหาปริมาณงานสถาปัตยกรรมในอุตสาหกรรมก่อสร้างของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ณัชชา เอกว่าเรียงแสน. (2560). การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม

- คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง
- ธัญธร คำไพโรจน์. (2561). เครื่องมือเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศที่ช่วยในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น กรณีศึกษา อาคารพักอาศัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย,
- ปัญญาพงศ์ นาคะบุตร. (2553). การประเมินการใช้พื้นที่อาคาร กรณีศึกษาอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- ปาริชาติ สถาปิตานนท์. (2553). ระเบียบวิธีวิจัยการสื่อสาร (พิมพ์ครั้งที่ 6 ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา. (2556, 11 เมษายน). ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 130 ตอนพิเศษ 47 ง.
- เลอสม สถาปิตานนท์, กวีไกร ศรีหิรัญ, เสริชย์ โชติพานิชและคมกฤษ ชูเกียรติมัน. (2544). การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. In (อัสสำเนา ed.).
- สภาสถาปนิก, สภาวิศวกรและวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. (2560). แนวทางการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (*Building Information Modeling Guide*). กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558). คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (*Thailand BIM Guideline*) ฉบับปี พ.ศ. 2558 (พิมพ์ครั้งที่ 1 ed.). กรุงเทพมหานคร: บริษัท พลัสเพรส จำกัด.
- สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2562). แนะนำสำนักกายภาพ. Retrieved from <http://www.prm.chula.ac.th>
- สำนักยุทธศาสตร์และการขับเคลื่อน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2562). แผนยุทธศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2560 – 2563. Retrieved from <http://www.osm.chula.ac.th>
- อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน. (2561). แนวทาง การ พัฒนา แบบ จำลอง สารสนเทศ อาคาร (BIM) เพื่อ คำนวณ ค่า การ ถ่ายเท ความ ร้อน รวม ของ ผังนั ง ด้าน นอก ของ อาคาร (OTTV) ใน ชั้น ตอน การ ออกแบบ เบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย,



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**





## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์

และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 0 2218 3210

ที่ ศธ 0512.2.2.1(จว.2)/87/2562

วันที่ 1 พฤษภาคม 2562

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

เรียน นายปวิศร์ คำมูลตรี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. ใบรับรองโครงการวิจัย
  2. ประวัติและผลงานของผู้วิจัย
  3. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
  4. แบบสัมภาษณ์

ตามที่ท่านได้เสนอโครงการวิจัยที่ 026/62 เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย (DEVELOPMENT OF BIM TOOL FOR CLASSROOM SPACE UTILIZATION ASSESSMENT IN UNIVERSITY) เพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนั้น คณะกรรมการฯ ได้อนุมัติโครงการวิจัยของท่านแบบกรณียกเว้น (Exemption Review)

อย่างไรก็ตามคณะกรรมการฯ มีข้อสังเกต ดังนี้

1. ผู้วิจัยควรระบุในแผนการดำเนินงานวิจัย ที่ยื่นขอคณะกรรมการฯ ให้ชัดเจนเกี่ยวกับเดือนที่ยื่นขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
2. ในเอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (AF 04-07) ผู้วิจัยควรระบุให้ชัดเจนว่า ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะไม่มีผลกระทบทางลบด้านใดบ้าง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

ประธานกรรมการ



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2  
 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 อาคารจามจุรี 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330  
 โทรศัพท์ : 0 2218 3210-11 E-mail: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No 012/2562

### ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 026/62 การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมิน  
 ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยหลัก นายปวีร์ศรี คำมูลศรี

หน่วยงาน สถาบันพัฒนศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และ  
 ศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki,  
 the Belmont report, CIOMS guidelines และ The International conference on harmonization – Good  
 clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม..... 

ลงนาม..... 

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.จีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นึ่งหทัย แร่งผลสัมฤทธิ์)

ประธานคณะกรรมการ

กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาทบทวน: แบบกรณียกเว้น

วันที่รับรอง: 1 พฤษภาคม 2562

วันหมดอายุ: 30 เมษายน 2563

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. ข้อเสนอโครงการวิจัย
2. ประวัติและผลงานของผู้วิจัย
3. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
4. เอกสารเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์

เลขที่โครงการ: 026/62

วันที่รับรอง: - 1 พ.ค. 2562

วันหมดอายุ: 30 เม.ย. 2563

#### เงื่อนไข

1. ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการวิจัยจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-13) และบทความผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทความผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ
8. โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาทบทวนแบบกรณียกเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อ 1, 6 และ 7 เท่านั้น





Office of the Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Subjects:  
The Second Allied Academic Group in Social Sciences, Humanities and Fine and Applied Arts  
Chamchuri 1 Building, Room 114, Phayathai Road, Wang Mai Sub-district,  
Pathum Wan District, Bangkok 10330  
Telephone number 0 2218 3210-11 E-mail curee2.ch1@chula.ac.th

COA No. 012/2562

## Certificate of Research Approval

**Research Project Number** 026/62 DEVELOPMENT OF BIM TOOL FOR CLASSROOM

SPACE UTILIZATION ASSESSMENT IN UNIVERSITY

**Principal Researcher** Mr.Pawaris Khammultri

**Office** Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Subjects: The Second Allied Academic Group in Social Sciences, Humanities and Fine and Applied Arts at Chulalongkorn University, based on Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines and the Principle of the International Conference on Harmonization-Good Clinical Practice (ICH-GCP) has approved the execution of the aforementioned research project.

Signature Theraphan Luangthongkum

(Emeritus Prof. Theraphan Luangthongkum, PhD.)

Chairman

Signature Nunghatai Rangponsumrit

(Asst. Prof. Nunghatai Rangponsumrit, PhD.)

Secretary

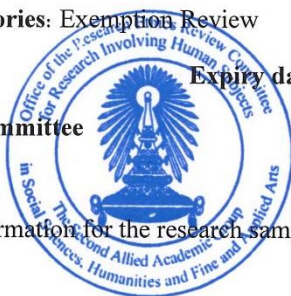
**Research Project Review Categories:** Exemption Review

**Date of approval:** 1 May 2019

**Expiry date:** 30 April 2020

**Documents approved by the Committee**

1. The research proposal
2. The researcher CV
3. Documents providing information for the research sampling population/participants
4. Interview form



Protocol No.	026/62
Date of Approval	- 1 MAY 2019
Expiry Date	30 APR 2020

### Conditions

1. The researcher has acknowledged that it is unethical if he/she collects information for the research before the application for an ethics review has been approved by the Research Ethics Review Committee.
2. If the certificate of the research project expires, the research execution must come to a halt. If the researcher wishes to reapply for approval, he/she has to submit an application for a new certificate at least one month in advance, together with a research progress report.
3. The researcher must conduct the research strictly in accordance with what is specified in the research project.
4. The researcher must **only** use documents that provide information for the research sampling population/participants, their letters of consent and the letters inviting them to take part in the research (if any) **that have been endorsed with the seal of the Committee.**
5. If any seriously untoward incident happens to the place where the research information, which has requested the approval of the Committee, is kept, the researcher must report this to the Committee within five working days.
6. If there is any change in the research procedure, the researcher must submit the change for review by the Committee before he/she can continue with his/her research.
7. For a research project of less than one year the researcher must submit a report of research termination (AF 03-13) and an abstract of the research outcome within thirty days of the research being completed. For a research project which is a thesis, the researcher must submit an abstract of the research outcome within thirty days of the research being completed. This is to be used as evidence of the termination of the project.
8. A research project which has passed the Exempt Review, must observe only the conditions in 1, 6 and 7.

AF 04-07

### เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย .....การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ  
การใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย.....  
ชื่อผู้วิจัยหลัก ..... นายปวีร์ศรี คำมูลตรี.....ตำแหน่ง .....นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา.....  
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) .....  
(ที่บ้าน) ..... 156/16 ซ.เทอดไท 33 แขวงตลาดพลู เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600.....  
โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) ..... ต่อ ..... โทรศัพท์ .....  
โทรศัพท์มือถือ .....087-858-5705..... อีเมล .....khtpawaris@gmail.com.....

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ ท่านสามารถสอบถามได้ หากถ้อยความใดไม่ชัดเจน หรือขอข้อมูลเพิ่มเติมได้

2. โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในส่วนอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่และเพื่อพัฒนาระบบข้อมูลการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) สำหรับการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้คือ ได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลการจัดการทรัพยากรกายภาพโดยการเชื่อมโยงข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) สำหรับการใช้ประโยชน์อาคาร และได้ทราบแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) สำหรับประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ให้กับอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย หรือนำไปใช้กับมหาวิทยาลัยอื่นๆ

3. ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เนื่องจาก เป็นบุคลากรที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการใช้งานอาคาร กลุ่มผู้ดูแลอาคาร ผู้ที่มีหน้าที่ประเมินประสิทธิภาพการใช้อาคาร สถาปนิก และผู้เชี่ยวชาญทางด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น จำนวน 10 คน ระยะเวลาที่จะทำวิจัยทั้งสิ้น 5 เดือน จากเดือนมีนาคม 2562 ถึงเดือนกรกฎาคม 2562

4. หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะขอสัมภาษณ์ท่านในประเด็นเกี่ยวกับโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ที่ช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 30 นาที ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 5 ข้อ

5. ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยจะขออนุญาตฉบับที่ก และจะดำเนินการทำลายข้อมูลตลอดจนข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับท่านภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัย

6. ท่านอาจรู้สึกอึดอัด หรืออาจรู้สึกไม่สบายใจอยู่บ้างกับบางคำถาม ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามเหล่านั้นได้ รวมถึงท่านมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อท่านแต่อย่างใด

7. ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นภาพรวม ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลของท่านจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

8. การวิจัยครั้งนี้ท่านจะไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ และไม่มีของที่ระลึก



เลขที่โครงการ. 026/62  
วันที่รับรอง..... - 1 พ.ค. 2562  
วันหมดอายุ..... 30 เม.ย. 2563

9. หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ โปรดสอบถามเพิ่มเติม โดยติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

10. “หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ท่านสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารจามจุรี 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0 2218 3210-11 อีเมล curec2.ch1@chula.ac.th”



(ผศ.ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

22 / 10 / 62



(นายปวิศร์ คำมูลตรี)

ผู้วิจัยหลัก

22 / 10 / 62

รับรองคำขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน



(รศ.ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนชิตติ)

คณบดี คณะศึกษาศาสตร์



เลขที่โครงการ. 026/62

วันที่รับรอง... - 1 พ.ค. 2562

วันหมดอายุ... 30 เม.ย. 2563

CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ภาคผนวก ก. แบบสัมภาษณ์

### แบบสัมภาษณ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมบนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารเรียนในมหาวิทยาลัย

#### วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในส่วนอัตราการใช้ห้องและอัตราการใช้พื้นที่

#### คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในขั้นตอนเมื่อพัฒนาเครื่องมือแล้วเสร็จ ภายหลังจากทำการสาธิตและทดลองใช้งาน โดยใช้รูปแบบการสัมภาษณ์ประเภทแบบสัมภาษณ์อิงโครงสร้างปานกลาง (Semi-Structural Interviews)

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์จะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น

#### ประเด็นคำถาม

- 1) ท่านคิดว่าผลจากการประเมินประสิทธิภาพอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) โดยการใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนา มีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินโดยการใช้งานเครื่องมือในรูปแบบเดิม
- 2) จากการทดลองใช้งานเครื่องมือสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ท่านใช้เวลาในการประเมินเท่าใด มากกว่าหรือน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้งานเครื่องมือในรูปแบบเดิม
- 3) ท่านคิดว่าขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือดังกล่าว มีความซับซ้อนในการใช้งานหรือไม่
- 4) ท่านคิดว่า การประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) มีข้อดีอย่างไร
- 5) ท่านมีความประสงค์สิ่งใดเพิ่มเติมในเครื่องมือดังกล่าว ที่ให้นำไปพัฒนาต่อในอนาคตหรือมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหรือไม่



เลขที่โครงการ	026/62
วันที่รับรอง	- 1 พ.ค. 2562
วันหมดอายุ	30 เม.ย. 2563



ภาคผนวก ข.

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา

## ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ มาตรา ๓๑ และมาตรา ๓๔ แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ โดยคำแนะนำของคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในการประชุมครั้งที่ ๑๓/๒๕๕๕ เมื่อวันที่ ๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ เห็นสมควรกำหนดแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา เป็นเกณฑ์มาตรฐานกลางสำหรับการประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ในประกาศนี้

“จำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน ๑ สัปดาห์” หมายความว่า จำนวนชั่วโมงที่ห้องสามารถรองรับการใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน ๑ สัปดาห์

“อัตราการใช้ห้อง” หมายความว่า จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน ๑ สัปดาห์ เมื่อเทียบเป็นร้อยละของจำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน ๑ สัปดาห์

“อัตราการใช้พื้นที่” หมายความว่า จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน ๑ สัปดาห์ เมื่อเทียบเป็นร้อยละของความจุเต็มที่ตามความเป็นจริงของห้องใน ๑ สัปดาห์

“ปีการศึกษา” หมายความว่า ปีการศึกษาตามการจัดการเรียนการสอนในสถาบันอุดมศึกษา โดยทั่วไปกำหนดเริ่มต้นปีการศึกษาประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป

“ภาคการศึกษา” หมายความว่า ภาคการศึกษาตามการจัดการเรียนการสอนของสถาบันอุดมศึกษา โดยอาจแบ่งได้เป็น ๓ ระบบ คือ ระบบทวิภาค ระบบไตรภาค และระบบจตุรภาค

“ระดับการศึกษา” หมายความว่า หลักสูตรต่ำกว่าระดับปริญญาตรี หลักสูตรปริญญาตรี หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต หลักสูตรปริญญาโท หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง และหลักสูตรปริญญาเอก

“การจัดการเรียนการสอน” หมายความว่า การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาตามหลักสูตรที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด ไม่รวมการจัดฝึกอบรมหรือสัมมนา

“การจัดฝึกอบรมหรือสัมมนา” หมายความว่า การให้ความรู้เฉพาะเรื่อง เป็นครั้งคราวหรือต่อเนื่อง โดยไม่ได้มุ่งเน้นการให้ปริญญา และไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน

“ประเภทการเรียน” หมายความว่า การจัดการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือ

(๑) โครงการปกติ ได้แก่ หลักสูตรที่สถาบันอุดมศึกษาจัดเป็นการทั่วไป รวมทั้งหลักสูตรที่จัดเป็นการเฉพาะในช่วงวันเวลาที่กำหนด หรือจัดเฉพาะกลุ่มบุคคลโดยมีการจัดการเรียนการสอน

ด้วยวิธีการทั่วไป และเรียกเก็บค่าเล่าเรียนตามปกติไม่ต่างจากหลักสูตรส่วนใหญ่ที่สถาบันจัดการเรียนการสอน

(๒) โครงการพิเศษ ได้แก่ หลักสูตรที่สถาบันอุดมศึกษาจัดขึ้นเป็นกรณีพิเศษ เช่น การศึกษานานาชาติ การศึกษาทางไกล หลักสูตรผู้บริหารหรือหลักสูตรพิเศษอื่น ๆ ที่มีค่าใช้จ่ายสูงมาก

“แหล่งที่มาของเงินทุน” หมายความว่า แหล่งที่มาของเงินทุนในการสร้างอาคารหรือห้องจำแนกออกได้เป็นงบประมาณแผ่นดิน เงินรายได้ เงินกู้ และเงินสนับสนุนจากแหล่งอื่น

ข้อ ๓ การประเมินอัตราการใช้ห้องเรียนตามประกาศนี้ มีขอบเขตการประเมิน ดังนี้

(๑) ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละภาคการศึกษา ได้แก่ ภาคเรียนที่ ๑ และภาคเรียนที่ ๒ ไม่รวมภาคฤดูร้อน สำหรับการจัดการเรียนการสอน ระบบทวิภาค และภาคเรียนที่ ๑ ภาคเรียนที่ ๒ และภาคเรียนที่ ๓ สำหรับระบบไตรภาค เป็นต้น โดยเริ่มวิเคราะห์ในภาคเรียนแรก จนครบหนึ่งปีการศึกษา

(๒) ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ห้องเรียนของนักศึกษาในหลักสูตรของสถาบันอุดมศึกษาทุกสาขาวิชาและทุกระดับการศึกษา โดยประเภทการเรียน เฉพาะโครงการปกติ ไม่รวมหลักสูตรพิเศษและหลักสูตรนานาชาติ

(๓) ห้องที่ศึกษาวิเคราะห์ คือ ห้องเรียน ได้แก่ ห้องบรรยายและห้องปฏิบัติการที่มีอยู่เดิมหรือสร้างใหม่และเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยไม่จำกัดว่าจะใช้เงินจากแหล่งที่มาของเงินทุนใด

(๔) ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ห้องเรียนที่ครอบคลุมภารกิจหลัก ๔ ด้าน ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน การวิจัย การบริการวิชาการ และการทะนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม โดยสถาบันอุดมศึกษาที่มีความประสงค์จะแสดงประสิทธิภาพการใช้ห้องเรียนเพื่อการจัดฝึกอบรมหรือสัมมนาตามภารกิจหลักด้านการบริการวิชาการและการทะนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ให้วิเคราะห์แยกเป็น ๒ กรณี คือ กรณีเฉพาะการใช้ห้องเรียนในการจัดการเรียนการสอนและการวิจัย และกรณีการใช้ห้องเรียนที่ครอบคลุมภารกิจหลัก ๔ ด้าน

ข้อ ๔ การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานกลาง แนวทางเพื่อการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรร่วมกัน การประหยัดทรัพยากรและพลังงาน และการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การจัดทำรายงานส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ข้อเสนอเพื่อนำผลการประเมินไปใช้ ทิศทางการพัฒนาแนวทางการประเมิน เกณฑ์พื้นที่ใช้สอย และอัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลาตามประกาศนี้ ให้เป็นไปตามเอกสารแนบท้ายประกาศ

ข้อ ๕ ให้สถาบันอุดมศึกษาจัดทำรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานกลาง แนวทางและการจัดทำรายงานตามเอกสารแนบท้ายประกาศนี้

สำหรับเกณฑ์มาตรฐานเพื่อวัดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร รูปแบบรายงาน วิธีการ และช่วงเวลาจัดส่ง ให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการการอุดมศึกษาประกาศกำหนด

หน้า ๒๑

เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๔๗ ง ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ เมษายน ๒๕๕๖

ข้อ ๖ ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวได้ หรือมีความจำเป็นต้องปฏิบัติ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในประกาศ รวมถึงหลักเกณฑ์ตามที่กำหนดในเอกสารแนบท้ายประกาศฉบับนี้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่จะพิจารณา และให้ถือคำวินิจฉัยของคณะกรรมการ การอุดมศึกษานั้นเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๖

พงศ์เทพ เทพกาญจนา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



**เอกสารแนบท้ายประกาศกระทรวงศึกษาธิการ**  
**เรื่อง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของสถาบันอุดมศึกษา**

**๑. เกณฑ์มาตรฐานกลาง**

**๑.๑ สูตรการคำนวณ**

$$๑.๑.๑ \text{ ประสิทธิภาพการใช้ห้อง} = (\text{อัตราการใช้ห้อง} \times \text{อัตราการใช้พื้นที่}) / ๑๐๐$$

$$๑.๑.๒ \text{ อัตราการใช้ห้อง} = (\text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน ๑ สัปดาห์} / \text{จำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน ๑ สัปดาห์}) \times ๑๐๐$$

$$๑.๑.๓ \text{ อัตราการใช้พื้นที่} = (\text{จำนวนนักศึกษาที่ใช้ห้องจริงใน ๑ สัปดาห์} \times \text{พื้นที่ต่อนักศึกษา ๑ คนตามเกณฑ์มาตรฐาน} \times ๑๐๐) / (\text{พื้นที่ห้อง} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้ห้องจริงใน ๑ สัปดาห์})$$

**๑.๒ ช่วงเวลาประเมิน**

ช่วงเวลาที่ใช้เป็นฐานในการประเมิน คือ ช่วงเวลา “๘.๐๐ น. – ๑๒.๐๐ น. และ ๑๓.๐๐ น. – ๑๖.๐๐ น.” เฉพาะ “วันจันทร์ – วันศุกร์” รวมเป็นระยะเวลา ๓๕ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งเท่ากับจำนวนชั่วโมงที่ควรใช้ห้องอย่างเต็มที่ใน ๑ สัปดาห์ โดยสถาบันที่มีความประสงค์จะชี้แจงเหตุผลและความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอนสำหรับโครงการปกติ นอกช่วงเวลาประเมิน ให้จัดทำรายงานการประเมินแยกเป็นอีกฉบับต่างหาก

การกำหนดช่วงเวลาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในช่วงนอกเวลาราชการเป็นอำนาจหน้าที่ของสถาบัน ซึ่งแต่ละสถาบันมีเหตุผลความจำเป็นแตกต่างกัน ทั้งนี้ เกณฑ์ดังกล่าวไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำกัดการเรียนการสอนนอกเวลาราชการแต่อย่างใด

**๑.๓ เกณฑ์อัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลา**

ให้สถาบันอุดมศึกษาวิเคราะห์อัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลา จำแนกตามกลุ่มสาขา ๒๐ สาขา สำหรับเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลาซึ่งเป็นเกณฑ์เฉพาะสำหรับดำเนินการตามประกาศฉบับนี้เท่านั้น เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้และแจ้งเตือนด้านคุณภาพการจัดการศึกษา โดยมีได้เป็นการกำหนดเกณฑ์อัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการอื่นแต่อย่างใด

**๑.๔ สถานที่ที่ต้องมีการประเมิน**

โดยทั่วไประดับการประเมินมี ๓ ระดับ ได้แก่ ระดับมหาวิทยาลัย ระดับคณะ/สำนัก และระดับอาคาร สำหรับในช่วง ๓ ปีแรก ให้ประเมินเฉพาะระดับมหาวิทยาลัยและระดับอาคาร การกำหนดหน่วยงานที่รับผิดชอบเป็นดุลยพินิจของสถาบันอุดมศึกษา

สถาบันที่มีวิทยาเขตและมีการจัดการศึกษาออกสถานที่ตั้งหลัก ให้ประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของวิทยาเขตและสถานที่ตั้งอื่นเป็นรายแห่ง พร้อมทั้งวิเคราะห์อัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเป็นรายแห่ง ทั้งนี้ สำหรับอาคารของสถาบันที่ตั้งอยู่นอกสถานที่ตั้งหลัก อาจแบ่งการใช้งานได้เป็น ๓ รูปแบบ คือ

- ๒ -

(๑) ใช้ห้องเรียนเต็มช่วงเวลาประเมิน หรือสถาบันอุดมศึกษาเป็นผู้ใช้งานห้องเรียนเพียงรายเดียว  
ในช่วงเวลาประเมิน

(๒) ใช้ห้องเรียนในช่วงเวลาประเมินบางชั่วโมง โดยช่วงเวลาอื่นมีเจ้าของสถานที่หรือบุคคลอื่น  
ใช้ห้องเรียน

(๓) ใช้ห้องเรียนนอกช่วงเวลาประเมิน

ให้สถาบันอุดมศึกษาประเมินเฉพาะรูปแบบที่ ๑ เท่านั้น และการจัดการศึกษาออกสถานที่ตั้ง  
จะต้องเป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบ และประกาศของคณะกรรมการการอุดมศึกษา

## **๒. แนวทางเพื่อการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรร่วมกัน การประหยัดทรัพยากรและพลังงาน และการจัด สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม**

### **๒.๑ การใช้ทรัพยากรร่วมกัน**

สถาบันอุดมศึกษาสามารถนับชั่วโมงการใช้ห้องเรียนโดยสถาบันอุดมศึกษาหรือ  
สถาบันการศึกษาอื่น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้สถาบันการศึกษาใช้ทรัพยากรร่วมกันให้เกิดประโยชน์อย่างเต็ม  
ประสิทธิภาพและมีการใช้งบประมาณแผ่นดินอย่างคุ้มค่า

### **๒.๒ การประหยัดทรัพยากรและพลังงาน**

สถาบันอุดมศึกษาสามารถชี้แจงแนวทางการประหยัดทรัพยากรและพลังงาน และมาตรการ  
อื่นๆ ทั้งภายในห้องและภายนอกห้องเรียนเพิ่มเติมได้ เช่น แผนการประหยัดพลังงานที่ดี การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ  
ประจำห้องเรียน จำนวนและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสม เป็นต้น เพื่อจัดส่งให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และ  
ให้สถาบันได้มีโอกาสประเมินตนเอง พิจารณากำหนดแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร  
และดำเนินการในมิติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

### **๒.๓ การจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม**

นอกจากจะต้องคำนึงถึงการลงทุนและการใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างประหยัดและ  
คุ้มค่าแล้ว สถาบันการศึกษาจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการจัดการศึกษา ส่งเสริม  
บรรยากาศในการเรียนรู้ของผู้เรียน ความปลอดภัย และจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเพียงพอ

## **๓. การจัดทำรายงานส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง**

### **๓.๑ สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ**

๓.๑.๑ สถาบันที่ประสงค์จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณรายจ่ายประจำปี และของบลงทุน  
ให้จัดทำรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคาร ส่งสำนักงบประมาณโดยตรง พร้อมกับ  
คำของบประมาณรายจ่ายประจำปีของสถาบัน และสำเนาให้สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินและสำนักงาน  
คณะกรรมการการอุดมศึกษาทราบ

๓.๑.๒ สถาบันที่ประสงค์จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณรายจ่ายประจำปี โดยไม่ขอ  
งบลงทุน ให้สถาบันจัดทำรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารส่งให้กับสำนักงานการ  
ตรวจเงินแผ่นดินและสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาทราบ

### ๓.๒ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน

๓.๒.๑ สถาบันที่มีการจัดการศึกษานอกสถานที่ตั้ง ให้สถาบันดำเนินการจัดทำรายงานการประเมินประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคาร และส่งให้กับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

๓.๒.๒ สถาบันที่ไม่มีการจัดการศึกษานอกสถานที่ตั้ง ขอความร่วมมือสถาบันนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคาร และพิจารณาจัดส่งสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเพื่อทราบ ตามความสมัครใจ

ทั้งนี้ ในช่วง ๓ ปีแรก ให้สถาบันอุดมศึกษาของรัฐตามข้อ ๓.๑.๑ และ ๓.๑.๒ และสถาบันอุดมศึกษาเอกชนตามข้อ ๓.๒.๑ ดำเนินการประเมินเป็นประจำทุกปี เพื่อส่งเสริมให้สถาบันและบุคลากรเพิ่มพูนประสบการณ์และประเมินได้อย่างถูกต้อง หลังจากนั้น ให้ประเมินทุกๆ ๓ ปี

### ๔. ข้อเสนอเพื่อนำผลการประเมินไปใช้

ในช่วง ๓ ปีแรก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาจะดำเนินการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอันได้แก่ สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน สำนักงานประมาณ สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา เพื่อส่งเสริมให้มีการนำแนวทางนี้ไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคารสถานที่ และประกอบการพิจารณาสนับสนุนงบประมาณ รวมทั้งการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานการศึกษา โดยมีข้อเสนอให้จัดลำดับความสำคัญในการสนับสนุนงบประมาณ ในส่วนของงบประมาณเพื่อเป็นค่าก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ ตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มที่ ๑ สถาบันอุดมศึกษาที่จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณสำหรับอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ มีประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคารสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และมีอัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลาในกลุ่มสาขาที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ที่จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

กลุ่มที่ ๒ สถาบันอุดมศึกษาที่จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ มีประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคารสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีอัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลาในกลุ่มสาขาที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ที่จะขอรับการสนับสนุนงบประมาณ ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ในกรณีนี้ สถาบันอุดมศึกษาจะต้องดำเนินการจัดทำคำชี้แจงเหตุผลและความจำเป็นเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ และส่งให้กับสำนักงานประมาณใช้ประกอบการพิจารณาค่าขอรับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีต่อไป

กลุ่มที่ ๓ สถาบันอุดมศึกษามีประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคารต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในกรณีนี้ ควรชะลอการสนับสนุนงบประมาณสำหรับอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ ทั้งนี้ หากมีความจำเป็นจะต้องสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างใหม่ สถาบันจะต้องดำเนินการจัดทำแผนการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้จ่ายประโยชน์อาคารและปฏิบัติตามแผนก่อน เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบ และส่งให้กับสำนักงานประมาณใช้ประกอบการพิจารณาค่าขอรับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีต่อไป

## ๕. ทิศทางการพัฒนาแนวทางการประเมิน

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารในช่วง ๓ ปีแรก โดยใช้แนวทางและเกณฑ์มาตรฐานกลางเดียวกัน จะทำให้เกิดจุดเริ่มต้นกระบวนการและได้ข้อมูลมาวิเคราะห์ประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบค่าบรรทัดฐาน (Norm) ที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสถาบันและ/หรือกลุ่มสาขาวิชา ซึ่งมีปรัชญาและแนวคิด ความจำเป็นและความเหมาะสมในการใช้พื้นที่ของสถาบันแตกต่างกัน รวมทั้งจะได้รวบรวมและวิเคราะห์ประเด็นข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของสถาบันอุดมศึกษาในประเด็นและมิติอื่นๆ และส่งเสริมให้สถาบันอุดมศึกษาเอกชนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางหรือเกณฑ์มาตรฐานกลาง เพื่อพัฒนาแนวทางดังกล่าวให้มีความสมดุลระหว่างการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่ากับความเป็นเลิศทางวิชาการตามศักยภาพของสถาบัน สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาอุดมศึกษาและการเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีพลวัต

## ๖. เกณฑ์พื้นที่ใช้สอย

### ๖.๑ ห้องบรรยายและห้องสัมมนา

- ๖.๑.๑ ห้องบรรยายขนาดความจุ ๓๐๐ คน ๐.๙ ตร.ม. : คน
- ๖.๑.๒ ห้องบรรยายขนาดความจุ ๒๐๐ คน ๐.๙ ตร.ม. : คน
- ๖.๑.๓ ห้องบรรยายขนาดความจุ ๑๐๐ คน ๑.๐ ตร.ม. : คน
- ๖.๑.๔ ห้องบรรยายขนาดความจุ ๕๐ คน ๑.๑ ตร.ม. : คน
- ๖.๑.๕ ห้องบรรยายขนาดความจุ ๒๕ คน ๑.๕ ตร.ม. : คน
- ๖.๑.๖ ห้องสัมมนาหรือห้องติวขนาดความจุ ๓๐ คน ๑.๘ ตร.ม. : คน

### ๖.๒ ห้องปฏิบัติการทดลอง สำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์

- ๖.๒.๑ ห้องปฏิบัติการทดลองเคมี ฟิสิกส์ (ปีที่ ๑,๒) ขนาดความจุ ๕๐ คน ๓.๕ ตร.ม. : คน
- ๖.๒.๒ ห้องปฏิบัติการทดลองด้านอื่น ๆ (ปีที่ ๑,๒) ขนาดความจุ ๕๐ คน ๓ ตร.ม. : คน
- ๖.๒.๓ ห้องปฏิบัติการทดลองเคมี ฟิสิกส์ (ทั่วไป) ขนาดความจุ ๒๕ คน ๔ ตร.ม. : คน
- ๖.๒.๔ ห้องปฏิบัติการทดลองด้านอื่น ๆ (ทั่วไป) ขนาดความจุ ๒๕ คน ๓.๕ ตร.ม. : คน
- ๖.๒.๕ ห้องปฏิบัติการทดลองทั่วไป ขนาดความจุ ๕๐ คน ๕ ตร.ม. : คน (ทางด้านวิทยาศาสตร์) สำหรับปี ๓, ๔ และปริญญาโท

### ๖.๓ ห้องปฏิบัติการทดลอง สำหรับการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์

- ๖.๓.๑ ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) สำหรับนักวิจัย ๒ คน นักศึกษาปริญญาโท ๔ คน ๑๐ ตร.ม. : คน (ปฏิบัติงานในห้องทดลอง)
- ๖.๓.๒ ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) สำหรับนักวิจัย ๑ คน นักศึกษาปริญญาโท ๑ คน ๑๐ ตร.ม. : คน (ปฏิบัติงานภาคสนาม)

### ๖.๔ ห้องปฏิบัติการทดลองทางด้านสังคมศาสตร์

- ๖.๔.๑ ห้องปฏิบัติการทางด้านคหกรรมศาสตร์ ขนาดความจุ ๒๕ คน ๕ ตร.ม. : คน
- ๖.๔.๒ ห้องปฏิบัติการทดลองสำหรับงานวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ ขนาดความจุ ๖ คน ๕ ตร.ม. : คน

### ๖.๕ ห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน

- ๖.๕.๑ ห้องเขียนแบบ ขนาดความจุ ๒๕ คน ๕ ตร.ม. : คน
- ๖.๕.๒ ห้องปฏิบัติการทางการคำนวณ ขนาดความจุ ๕๐ คน ๓ ตร.ม. : คน
- ๖.๕.๓ ห้องปฏิบัติการภาษา ขนาดความจุ ๒๕ คน ๓.๕ ตร.ม. : คน

- ๕ -

## ๖.๖ โรงฝึกงาน (Workshop)

- ๖.๖.๑ โรงฝึกงานทางด้านเครื่องจักรกล ขนาดความจุ ๒๕ คน ๑๐ ตร.ม. : คน  
 ๖.๖.๒ ห้องตรวจสอบวัสดุ ขนาดความจุ ๒๕ คน ๑๕ ตร.ม. : คน  
 ๖.๖.๓ โรงฝึกงานช่างไม้ ขนาดความจุ ๒๕ คน ๗.๕ ตร.ม. : คน  
 ๖.๖.๔ โรงฝึกงานเครื่องเหล็ก ขนาดความจุ ๒๕ คน ๗.๕ ตร.ม. : คน  
 ๖.๖.๕ โรงฝึกงานเกี่ยวกับ Hydraulic ขนาดความจุ ๒๕ คน ๑๐ ตร.ม. : คน  
 ๖.๖.๖ โรงฝึกงานทางด้านเครื่องไฟฟ้า ขนาดความจุ ๒๕ คน ๗.๕ ตร.ม. : คน  
 ๖.๖.๗ โรงฝึกงานใหม่พื้นที่เก็บเครื่องมือสำหรับการปฏิบัติงานทุกชนิด ๑๕% ของพื้นที่ทั้งหมด

## ๖.๗ หอพักนักศึกษา

- ๖.๗.๑ ระดับปริญญาตรี ขนาดความจุ ๔ คน : ห้อง ๗ ตร.ม. : คน  
 ๖.๗.๒ ระดับบัณฑิตศึกษา ขนาดความจุ ๒ คน : ห้อง ๙ ตร.ม. : คน  
 ๖.๗.๓ ห้องน้ำเกลือ ๑ ตร.ม. : คน  
 ๖.๗.๔ ห้องพักผ่อน (คิด ๒๐ % ของนักศึกษา) ๒ ตร.ม. : คน  
 ๖.๗.๕ ห้องซักเสื้อผ้า ให้คิดพื้นที่ตามความจำเป็น โดยใช้พื้นที่ขนาด ๑๐ ตร.ม. : คน

## ๖.๘ ห้องอาหาร ๑.๕ ตร.ม. : คน

## ๖.๙ ห้องสำหรับงานบริหาร

- ๖.๙.๑ ห้องคอมพิวเตอร์ ๑๘ ตร.ม. : คน  
 ๖.๙.๒ ห้องผู้บริหารหรืออาจารย์ชั้นอาวุโส ๑๒ ตร.ม. : คน  
 ๖.๙.๓ ห้องผู้บริหารหรืออาจารย์ระดับธรรมดา ๙ ตร.ม. : คน  
 ๖.๙.๔ ห้องปฏิบัติงานทางธุรการ ๔ ตร.ม. : คน

## ๖.๑๐ ระเบียบทางสัญจรไม่เกิน ๒๕ % ของพื้นที่ทั้งหมด

## ๗. อัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลา

## ๗.๑ ระดับอนุปริญญาและปริญญาตรี

สาขาวิชา	อัตราส่วน
๗.๑.๑ ศึกษาศาสตร์และการฝึกหัดครู	๑ : ๑๕
๗.๑.๒ มนุษยศาสตร์ ศาสนาและเทววิทยา	๑ : ๒๕
๗.๑.๓ วิจารณ์ศิลป์และประยุกต์ศิลป์	๑ : ๘
๗.๑.๔ นิติศาสตร์	๑ : ๕๐
๗.๑.๕ สังคมและพฤติกรรมศาสตร์	๑ : ๒๕
๗.๑.๖ การบริหารพาณิชย์การและธุรกิจ	๑ : ๒๕
๗.๑.๗ การสื่อสารมวลชนและการเอกสาร	๑ : ๒๕
๗.๑.๘ คหกรรมศาสตร์	๑ : ๑๘
๗.๑.๙ ธุรกิจบริการ	๑ : ๒๕
๗.๑.๑๐ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ	๑ : ๑๐
๗.๑.๑๑ คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	๑ : ๒๐
๗.๑.๑๒ แพทยศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ	๑ : ๘
๗.๑.๑๓ วิศวกรรมศาสตร์	๑ : ๒๐

- ๖ -

๗.๑.๑๔ สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง	๑ : ๘
๗.๑.๑๕ การอาชีวศึกษา ทัศนกรรม และอุตสาหกรรม	๑ : ๑๐
๗.๑.๑๖ การขนส่งและการคมนาคม	๑ : ๑๐
๗.๑.๑๗ เกษตรศาสตร์ วนศาสตร์และประมง	๑ : ๒๐
๗.๑.๑๘ เภสัชศาสตร์	๑ : ๘
๗.๑.๑๙ สัตวแพทยศาสตร์	๑ : ๘
๗.๑.๒๐ อื่นๆ	๑ : ๑๘

## ๗.๒ ระดับบัณฑิตศึกษา

สาขาวิชา	อัตราส่วน
๗.๒.๑ สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์	๑ : ๑๐
๗.๒.๒ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	๑ : ๕
๗.๒.๓ แพทยศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ	๑ : ๔

อนึ่ง ในกรณีสาขาวิชาที่มีสาขาวิชาซึ่งได้จัดตั้งขึ้นตามกฎหมาย ให้ใช้อัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาในการจัดการเรียนการสอนทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติตามที่สาขาวิชาซึ่งกำหนด

- หมายเหตุ :
- ๑) อัตราส่วนข้างต้นใช้กับสถาบันอุดมศึกษาประเภทจำกัดรับ
  - ๒) อาจารย์ หมายถึง อาจารย์ประจำของสถาบันอุดมศึกษา
  - ๓) นักศึกษาเต็มเวลา หมายถึง นักศึกษาเต็มเวลาในโครงการปกติและโครงการพิเศษ





### รายการตรวจสอบการใช้งานของเครื่องมือที่ได้พัฒนา

ขั้นตอน	ไฟล์ที่เกี่ยวข้อง	โปรแกรม	✓
1.การเตรียมข้อมูลสำหรับเป็นฐานข้อมูลและการแสดงผล: คัดลอกไฟล์มายังโฟลเดอร์ที่ทำการประเมิน	การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน.xlsx Rooms Categories (Links Revit) .xlsx Report of Classroom Utilization.xlsx Report of Optimization Guidelines.xlsx		
2.การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน	การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน.xlsx	Excel	
3.การเตรียมข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	ไฟล์ Revit อาคารที่ทำการประเมิน	Revit	
3.1 Transfer Parameters: Color Fill Schemes, Project Parameters	Classroom Utilization Assessment Tools.rvt	Revit	
3.2 Load Family: Room Tags	CUFM-ANNO-Tag-Room-Mini_Utilization.rfa	Revit	
3.3 Insert from File :Schedule	Classroom Utilization Schedule.rvt Optimization Guidelines Schedule.rvt	Revit	
4.1 การกรอกข้อมูลอาคารที่ทำการประเมิน	Project Information	Revit	
4.2 การตรวจสอบข้อมูลอาคาร	ไฟล์ Revit อาคารที่ทำการประเมิน	Revit	
5.1 การตั้งค่าเครื่องมือที่ได้พัฒนา: การเลือกชุดคำสั่งโปรแกรมเสริม	โฟลเดอร์ Dynamo Tools	Revit	
5.2 การตั้งค่าฐานข้อมูล	Export & Import, Report Utilization Report Optimization, Department Level	Dynamo	
6. การเชื่อมโยงข้อมูล			
6.1 Run คำสั่ง “1 Export”	Rooms Categories (Links Revit).xlsx	Revit+Excel	
6.2 กรอกข้อมูลการใช้งานห้องเรียนที่ได้คัดกรอง	การคัดกรองข้อมูลการใช้งานห้องเรียน.xlsx Rooms Categories (Links Revit).xlsx	Excel	
6.3 Run คำสั่ง “2 Import”		Revit	
7.การประเมินผลระดับอาคาร			
7.1 Run คำสั่ง “3-1 Utilization” และ “3-2 Utilization”		Revit	
7.2 Run คำสั่ง “4 Report Utilization”	Report of Classroom Utilization.xlsx	Revit+Excel	
8.รายงานผลการประเมินระดับคณะ/สำนัก: Run คำสั่ง “7 Department Level”	Report of Classroom Utilization for Department Level.xlsx	Revit+Excel	
9.การเพิ่มประสิทธิภาพ			
9.1 การกำหนดค่าบรรทัดฐาน> Norm	Project Information: Norm	Revit	
9.2 การตรวจสอบข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทาง: Run คำสั่ง “5 Optimization”		Revit	
9.3 รายงานแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ: Run คำสั่ง “6 Report Optimization”	Report of Optimization Guidelines.xlsx	Revit+Excel	



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปวีร์ คำมุลตรี
วัน เดือน ปี เกิด	4 มิถุนายน 2534
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2556
ที่อยู่ปัจจุบัน	39/96 ซ.สุขาวดี ถ.นครพนม-ท่าอุเทน ต.อาจสามารถ อ.เมือง จ.นครพนม 48000



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY