การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน

อาทิตย์ จำปีเจริญสุข

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2563

Assessment of Green Building Using Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) in Existing Building

Arthit Champeecharoensuk

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2020

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน

เสนอโดย อาทิตย์ จำปีเจริญสุข

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราธร พชรฐิติกุล)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 22 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน
ชื่อผู้เขียน	อาทิตย์ จำปีเจริญสุข
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำการประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) โดยใช้อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เป็นอาคารกรณีศึกษาซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,440.39 ตารางเมตร โดยพื้นที่ชั้น 1 ชั้น 2 และชั้น 3 เป็นส่วนพื้นที่สำนักงานและพื้นที่สำหรับนักศึกษา ชั้น 4 และชั้น 5 เป็นพื้นที่ห้องเรียนและพื้นที่สำหรับนักศึกษา จากการประเมินพบว่าอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีคะแนนจากการประเมินอยู่ที่ 37 คะแนนซึ่งระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ (LEED Certified 40 – 49 คะแนน) และคะแนนในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ (EA) มีคะแนนที่ต่ำมาก ตามเกณฑ์ LEED และมีค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะของอาคารมีค่า 77.96 kWh/m^2/y ในการศึกษานี้ได้ทำการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าและประเมินผลการประหยัดพลังงานจากมาตรการต่างๆโดยใช้แบบจำลองพลังงาน EnergyPlus ทำการจำลองการใช้พลังงาน และเมื่อทำการสำรวจและประเมินอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารและทำการคำนวณพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์สำนักงาน ตามลำดับ จึงได้ทำการเสนอมาตรการลดการใช้พลังงานในอาคารและยังเพิ่มคะแนนในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ (หัวข้อ EA7) และหมวดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (หัวข้อ WE P1 และ WE P2) เพื่อผ่านเกณฑ์การประเมินและเข้าสู่ระดับ Certified ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์โดยมี 4 มาตรการ ดังนี้ มาตรการที่ 1 การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณบันไดและทางเดินมีระยะคืนทุนเกินระยะเวลาโครงการและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 3,865.36 บาทต่อปี มาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสงมีระยะคืนทุนเกินระยะเวลาโครงการและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 2006.73 บาทต่อปี มาตรการที่ 3 ลงทุนเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานมีระยะคืนทุนอยู่ที่ 12.65 ปีและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 3,378.87 บาทต่อปี มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศมีระยะคืนทุนอยู่ที่ 11.54 ปีและค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 217,702.3 บาทต่อปี โดยมาตรการที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุดคือ

มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปประกอบขอยื่นประเมินการจัดการพลังงานตามมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งานหรือเป็นฐานข้อมูลในการนำเสนอปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

คำสำคัญ: มาตรฐานอาคารเขียว, การจำลองการใช้พลังงาน, พลังงานและสิ่งแวดล้อม

Thematic Paper Title	Assessment of Green Building Using Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) in Existing Building
Author	Arthit Champeecharoensuk
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Aumnad Phdungsilp, Ph.D., Tekn. Dr.
Department	Engineering Management
Academic Year	2019

ABSTRACT

This study aims to assess the green building according to the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) by using the College of Innovative Business and Accountancy building, Dhurakij Pundit University as a case study building that has approximate useful spaces of 3,440.39 m2. The first to the third floors are office spaces and the forth and the fifth floors are classrooms and student's spaces. According to the assessment, it was found that the College of Business Administration, Innovation and Accounting derived scored from the assessment of 37 points, which is not accepted in the LEED Certified (40-49 points) and the Energy and Atmosphere (EA) score is very low, according to the LEED and the Specific Energy Consumption Index of building is 77.96 kWh/m^2/y. In this study, the use of electric energy was simulated and energy-saving results were evaluated from various measures by using the EnergyPlus model to simulate the energy use. After surveying and evaluating building electrical equipment and calculating, it was found that the electrical appliances in the building that use the most electrical energy are air-conditioning systems, lighting systems, and office equipment, respectively. Therefore, the energy-saving measures have been proposed to reduce energy use in a building and also increase scores in the category of Energy and Atmosphere (EA7) and the category of Efficient Use of Water (WE P1 and WE P2) to pass the evaluation criteria and fulfill the Certified level. Results of economic analysis have four measures as follows: Measure 1: Installing solar energy panels instead of using electricity for bulbs around stairs and walkways, which has a payback period over the project period and the electricity cost decreased by 3,865.36 Baht/year. Measure 2: Installation of film filter, which has a payback period over the project period and the electricity cost decreased by 2,006.73 Baht/year. Measure 3: Investment in energy-

saving lamp replacement, which has a payback period of 12.65 years and the electricity cost decreased by 3,378.87 Baht per year. Measure 4: Replacing air-conditioners that do not damage the atmosphere, which has a payback period of 11.54 years and the electricity cost decreased by 217,702.3 Baht/year. The most economical measure is Measures 4: Changing air-conditioners. Results of this study can be used for the energy management assessment according to the Green Building Standards for existing building or as a database for proposed equipment improvements to reduce the energy use in a building.

Keywords: Green Building Standards, Building Energy Simulation, Energy and Environmental

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยผู้จัดทำได้รับคำแนะนำที่ดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์ และคณะอาจารย์อีกหลายท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการค้นคว้ามาด้วยดีตลอด อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินงานอีกด้วย นอกจากนี้จึงขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่ได้ให้ข้อมูลในการทำการค้นคว้าและวิจัยและขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลจากหนังสือต่างๆ และขอขอบคุณข้อมูลต่างๆที่ทางฝ่ายอาคารสถานที่และซ่อมบำรุงได้ให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ โดยทั้งหมดเป็นประโยชน์ต่อการทำการศึกษารายบุคคลฉบับนี้ รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ วิศวกรรมการจัดการทางวิศวกรรม รุ่น 15 ที่คอยช่วยเหลือทั้งด้านความรู้และด้านการให้กำลังใจ ตลอดการทำการศึกษารายบุคล

ในท้ายที่สุดนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนและให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อาทิตย์ จำปีเจริญสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.2 กฎหมายและเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (LEED.....	12
2.3 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง.....	21
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	24
3.1 บทนำ.....	24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	26
3.3 ข้อมูลทั่วไปและการใช้พลังงานของอาคาร	27
3.4 การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคารโดยโปรแกรม Energy Plus	33
3.5 การประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน (LEED EBOM).....	36
4. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล.....	42
4.1 บทนำ.....	42
4.2 การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคาร.....	42
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหมวดหมู่.....	47

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4 มาตรการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มระดับเกณฑ์การประเมิน……..…….....	77
4.5 การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์…….....……...…….....	78
5. สรุปผลการศึกษา…….....……...…….....	87
5.1 สรุปผลการศึกษา…….....……...…….....	87
5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป.....……...…….....	88
บรรณานุกรม……..	89
ภาคผนวก.....	92
ก โปรแกรม Energy Plus + Open Studio.....	93
ข รูปแบบอาคาร และไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.....	95
ค ข้อมูลการสร้างแบบจำลองของอาคารโดยใช้โปรแกรม Sketchup + EnergyPlus.....	101
ง รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและผลตอบแทนทางการเงินโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel.....	113
ประวัติผู้เขียน……..	117

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 มาตรฐานอาคารเขียวประเทศต่างๆ..... 2
2.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารประเภทต่างๆแบ่งตามระบบต่างๆ..... 8
2.2 รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในอาคารสำนักงาน..... 9
2.3 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตาม
พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปีพ.ศ. 2551..... 10
2.4 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด..... 13
2.5 การบริหารจัดการอาคารให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว..... 19
2.6 การใช้น้ำ..... 20
2.7 คะแนนรวมของอาคารตามเกณฑ์การประเมิน..... 21
3.1 รายละเอียดและลักษณะการใช้พื้นที่ของอาคารวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรม
และการบัญชี..... 28
3.2 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 1..... 30
3.3 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 2..... 31
3.4 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 3..... 31
3.5 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 4..... 32
3.6 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 5..... 32
3.7 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง
(Location and Transportation) 36
3.8 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน
(Sustainable Sites) 36
3.9 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 4 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
(Water Efficiency) 37
3.10 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ
(Energy and Atmosphere) 37
3.11 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร
(Materials and Resources) 38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

3.12 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environmental Quality) 39

3.13 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation)..... 40

3.14 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority) 41

4.1 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ปี 2559..... 43

4.2 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ปี 2561..... 44

4.3 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551..... 55

4.4 แสดงค่าการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ปี 2561..... 56

4.5 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551..... 59

4.6 คุณภาพอากาศภายในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี 66

4.7 ตารางตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ภายในอาคาร ณ เวลา 15.00 น. อุณหภูมิภายนอกอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส..... 69

4.8 สรุปคะแนนประเมิน 8 หัวข้อ..... 76

4.9 ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ปี 2561..... 79

4.10 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และ EA 7 พลังงานทดแทนและการชดเชยคาร์บอน..... 80

4.11 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยทำการติดตั้งฟิล์มกรองแสง..... 81

4.12 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยทำการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน(LED) 82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.13 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยทำการเปลี่ยนสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ..... 83

4.14 สรุปผลการวิเคราะห์การลงทุนในแต่ละมาตรการ..... 85

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างอุปกรณ์ประหยัดน้ำ	7
2.2	แหล่งความร้อนต่างๆ ของภาระการปรับอากาศ	11
2.3	การพิจารณาอาคาร 3 ส่วน	14
2.4	ระดับคะแนน LEED	15
2.5	สัดส่วนความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน	17
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	26
3.2	ภาพด้านหน้า อาคาร CIBA	29
3.3	ภาพด้านหน้าห้องเรียน อาคาร CIBA	29
3.4	ลักษณะการใช้พื้นที่อาคารเรียน CIBA	29
3.5	แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2559 – 2561	33
3.6	ขั้นตอนการใช้แบบจำลองการใช้พลังงาน	34
3.7	ภาพการจำลองแบบอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์(CIBA) โดยโปรแกรม Sketch up + Energy Plus	35
4.1	แสดงการกรอกข้อมูลในส่วนระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ	45
4.2	การแบ่งพื้นที่ใช้งานตามการใช้งานของห้องในอาคารและพื้นที่ปรับอากาศ	46
4.3	พื้นที่จอดรถจักรยาน และพื้นที่ทางเดินรอบอาคาร	47
4.4	การทำความสะอาดพื้นที่ทางเดิน	48
4.5	ลักษณะพื้นที่ที่มีพืชพื้นเมืองและพืชดัดแปลงที่อยู่รอบอาคาร	49
4.6	ถังเก็บน้ำฝน และน้ำจากการบำบัด	49
4.7	พื้นที่หลังคาของอาคาร	50
4.8	การวัดความเข้มของแสงสว่างในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรม และการบัญชี	50
4.9	พื้นที่สนามหญ้าบริเวณอาคาร	51
4.10	ถังเก็บน้ำฝน และน้ำจากการบำบัด เพื่อนำมาใช้ภายนอกอาคาร	52
4.11	ตารางการเรียนการสอนของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรม และการบัญชี	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.12 มิเตอร์ไฟฟ้าของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี..... 55
4.13 สารทำความเย็น R410A (https://www.tigcs.co.th) 57
4.14 การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ..... 57
4.15 ตัวอย่างการอบรมของผู้ปฏิบัติการอาคาร..... 58
4.16 ตัวอย่างการตรวจสอบอุปกรณ์..... 58
4.17 การแยกประเภทขยะ..... 61
4.18 โครงการ มธบ.ร่วมใจลดใช้พลังงาน “ไม่ใช้….ก็ปิด” 61
4.19 การสั่งซื้อหลอดไฟอย่างต่อเนื่อง..... 62
4.20 ตัวอย่างและรายละเอียดของหลอดไฟ..... 63
4.21 กล่องกระดาษสำหรับใส่กระดาษที่ไม่ใช้แล้ว เพื่อนำมารีไซเคิล..... 64
4.22 การนำเศษใบไม้ไปเป็นอาหารให้แก่ไส้เดือน..... 64
4.23 การนำเศษใบไม้ไปเป็นอาหารให้แก่ไส้เดือน..... 65
4.24 การเก็บเศษอาหารเพื่อนำไปเป็นอาหารให้แก่หมู..... 65
4.25 ค่าคุณภาพอากาศภายในอาคารตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 Standards (อ้างอิงจาก วสท.) 66
4.26 พื้นที่สำหรับสูบบุหรี่..... 67
4.27 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากอุตสาหกรรมเขียว..... 67
4.28 ตัวอย่างแผนการทำความสะอาดแต่ละช่วงเวลา..... 68
4.29 ตำแหน่งที่ทำการสุ่มวัดอุณหภูมิ ความชื้น..... 69
4.30 ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากอุตสาหกรรมเขียว..... 71
4.31 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค RP 1 74
4.32 การเลือกพื้นที่ใน LEED เพื่อประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority) 74
4.33 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค RP 2..... 75
4.34 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค RP 3..... 76

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.35 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาคในหัวข้อต่างๆยกเว้นใน
หัวข้อ RP 4 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ..... 76
4.36 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง ติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์..... 80
4.37 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง ติดตั้งฟิล์มกรองแสง..... 81
4.38 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน(LED)..... 82
4.39 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง ติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบ Inverter..... 83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันในประเทศไทย และต่างประเทศมีการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้น และมีการสร้างอาคารสำหรับการใช้งาน และพักอาศัย ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีการรณรงค์ในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงานและการใช้วัสดุที่ไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและลดการใช้วัสดุที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณค่าและประสิทธิภาพสูงสุดในการเลือกใช้ ซึ่งในการรณรงค์ต่างๆ และมีการออกนโยบายต่างๆ มีทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศ เช่น การออกแบบวัสดุกรอบอาคารที่ทำให้อาคารรับความร้อนน้อยลง และรับแสงสว่างมากขึ้นเพื่อลดการใช้ไฟฟ้า และพลังงานในอาคาร การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส การลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงพักกลางวัน ด้วยเหตุนี้หน่วยงานต่างๆจึงมีแผนในการกำหนดนโยบายและแผนเพื่อนำองค์กรเข้าสู่การเป็นอาคารสีเขียว

สำหรับอาคารเขียวในปัจจุบัน เป็นการศึกษาเชิงการจัดการ และการออกแบบของอาคาร และมีเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ โดยมาตรฐานจะอยู่ในรูปของการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 7 หมวดหมู่ย่อย โดยขึ้นอยู่กับหมวดหมู่ของการประเมินนั้นๆ ลักษณะของเกณฑ์การประเมินต่างๆจะขึ้นอยู่กับจะมุ่งเน้นในด้านการจัดการพลังงาน และสิ่งแวดล้อม หรือการออกแบบต่างๆ จะรวมถึงการออกนโยบายขององค์กร หรือมาตรการขององค์กรโดยผู้บริหารขององค์กรนั้น การจัดการใช้พลังงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ด้านพลังงาน ด้านการออกแบบ ด้านสิ่งแวดล้อม การควบคุมผลกระทบทั้งภายในอาคาร และภายนอกอาคาร จนถึงมีการนำพลังงานทดแทนมาใช้ภายในอาคาร และการส่งเสริมนวัตกรรมที่จะช่วยการเป็นอาคารสีเขียวได้ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานในปัจจุบันที่มีอยู่ในตารางที่ 1.1(มาตรฐานอาคารเขียวของประเทศต่างๆ)เป็นมาตรฐานอาคารเขียวที่มีเกณฑ์การประเมินของแต่ละประเทศต่างๆ

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานอาคารเขียวประเทศต่างๆ

ประเทศ	ชื่อเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว
นานาชาติ	World Green Building Council
ญี่ปุ่น	CASBEE
จีน	China Green Building Network
อินเดีย	Green Rating for Integrated Habitat Assessment (GRIHA)
ออสเตรเลีย	The National Australian Built Environment Rating System (NABERS) Green Building Council of Australia
นิวซีแลนด์	New Zealand Green Building Council (NZ GBC)
ฟินแลนด์	Environmental Classification - Promise
ฝรั่งเศส	HQE
เยอรมนี	DGNB (The German Sustainable Building Council)
เกาหลี	Korean Green Building Council (KGBC)
เนเธอร์แลนด์	Dutch Green Building Council (DGBC) BREEAM Netherlands
สหราชอาณาจักร	BREEAM
สหรัฐอเมริกา	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)
ไทย	Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability (TREES) เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรมควบคุม มลพิษ)

ที่มา : http://www2.oie.go.th/GWoods/

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารเดิม
2. เพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ให้เข้าเกณฑ์ LEED
3. เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการต่างๆ ที่ดำเนินการศึกษาปรับปรุงเพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ LEED

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ส่วนศึกษาวิจัย กรณีศึกษาอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ มีพื้นที่ขนาด 3,440.39 ตารางเมตร

2. ขอบเขตด้านเนื้อหาการศึกษาวิจัย การศึกษาโดยใช้เกณฑ์ประเมินอาคารเขียว (สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ) (LEED EBOM)

3. งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคทางด้าน Energy Simulation ในการสร้างแบบจำลองของอาคาร โดยใช้เครื่องมือ Sketch up + Energy Plus เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของการใช้พลังงานในอาคาร โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม และใส่ข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

4. งานวิจัยจะศึกษาถึงมาตรการหรือแนวทางโดยมุ้งเน้นมาตรการหรือแนวทางที่ไม่มีการลงทุนลำดับแรก และเป็นมาตรการที่สามารถบริหารจัดการในอาคารได้ เพื่อให้สามารถลดการใช้พลังงานและมีการบริหารจัดการตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว พร้อมทั้งประเมินถึงความเหมาะสมในการบริหารจัดการของอาคาร จากมาตรการหรือแนวทางต่างๆ ที่ดำเนินการศึกษาวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีแนวทางในการบริหารจัดการของอาคาร ให้เข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว

2. ทราบถึงระดับการประเมินอาคารเขียว (สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ) (LEED EBOM)

3. มีแนวทางที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการบริหารจัดการ หรือ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ภายในอาคาร ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไปในอนาคต

4. ทราบถึงความเป็นไปได้ของการบริหารจัดการในอาคาร ให้เข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (LEED)

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาแนวทางในการปรับปรุงการบริหารจัดการในอาคารเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวโดยเลือกหัวข้อที่มีความคุ้มค่าในการปฏิบัติตามจึงศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2 กฎหมายและเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (LEED)

2.3 งานวิจัยที่ศึกษาการประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียว

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การส่องสว่างภายใน

การส่องสว่างภายใน หมายถึง การส่องสว่างภายในอาคาร เช่น สำนักงาน บ้านอยู่อาศัย โรงแรม โรงเรียน เป็นต้น การส่องสว่างภายในอาคารมีความสำคัญ 2 ประการ คือ การให้แสงสว่างเพื่อใช้งานได้สะดวกสบาย และการให้แสงเพื่อให้เกิดความสวยงาม การส่องสว่างภายในเพื่อให้ใช้งานได้นั้น หมายถึง ต้องให้ได้ระดับแสงสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องเพ่งสายตามากเกินไป ส่วนการส่องสว่างเพื่อให้เกิดความสวยงาม ก็ต้องอาศัยความมีศิลป์ในตัว เพื่อพิจารณาในแง่การใช้แสงแบบเอฟเฟค (Effect Lighting)

ระบบการให้แสงสว่างพื้นฐานประกอบไปด้วย ระบบการให้แสงหลัก (Primary Lighting System) และระบบการให้แสงรอง (Secondary Lighting System) ระบบการให้แสงหลัก หมายถึงแสงพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการใช้งานซึ่งแยกออกได้ เป็นระบบต่างๆ ดังนี้

1) แสงสว่างทั่วไป คือการให้แสงกระจายทั่วไปกันทั้งบริเวณพื้นที่ใช้งาน ซึ่งใช้กับแสงสว่างที่ไม่มากจนเกินไป เช่น สำนักงาน เป็นต้น

2) แสงสว่างเฉพาะที่ คือ การให้แสงสว่างเฉพาะที่ทำงานเท่านั้น เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องสม่ำเสมอเหมือนแบบแรก

3) แสงสว่างเฉพาะที่และทั่วไป คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณ และเฉพาะที่ที่ทำงาน มักใช้กับงานที่ต้องการความสว่างสูงซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้

ระบบการให้แสงรอง หมายถึง การให้แสงนอกเหนือจากแสงหลักเพื่อให้เกิดความสวยงามเพื่อความสบายตา ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

1) แสงสว่างแบบส่องเน้น เป็นการให้แสงส่องเน้นที่วัตถุใดวัตถุหนึ่ง เพื่อให้เกิดความสนใจ

2) แสงสว่างแบบเอฟเฟค หมายถึง แสงเพื่อสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจ แต่ไม่ได้ส่องเน้นวัตถุเพื่อเรียกร้องความสนใจ

3) แสงสว่างตกแต่ง เป็นแสงที่ได้จากโคมหรือหลอดที่สวยงามเพื่อสร้างจุดสนใจ

4) แสงสว่างงานสถาปัตย์ คือการให้แสงสว่างเพื่อให้สัมพันธ์กับงานทางสถาปัตย์

5) แสงสว่างตามอารมณ์ แสงประเภทนี้ไม่ใช่เทคนิคการให้แสงพิเศษแต่อย่างไรแต่อาศัยการใช้สวิตซ์หรือตัวหรี่ไฟเพื่อสร้างบรรยากาศ

ระบบการให้แสงหลักหมายถึง การให้แสงให้เพียงพอเพื่อการใช้งาน เช่น ห้องทำงานต้องให้ความสว่างที่โต๊ะทำงานให้มีความสว่างไม่น้อยกว่า 500 ลักซ์เป็นต้น การให้แสงสว่างที่ดีควรมีทั้งระบบ การให้แสงสว่างหลักและการให้แสงสว่างรอง (ชำนาญ ห่อเกียรติ,2540)

2.1.2 การระบายอากาศ (Air Change)

การระบายอากาศสำหรับพื้นที่ทั่วไป

อัตราการระบายอากาศของอาคารต้องมีอัตราไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐานการระบายอากาศ เพื่อคุณภาพอากาศภายในที่ยอมรับได้ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (มาตรฐาน ว.ส.ท.3010) พื้นที่ใช้เพื่อกิจกรรมอุตสาหกรรม ต้องจัดให้มีการระบายอากาศทั่วไป เพื่อทดแทนอากาศที่มีสิ่งปนเปื้อนโดยวิธีธรรมชาติที่มีกระแสลมไหลผ่านหรือจัดให้มีการระบายอากาศด้วยวิธีกล สำหรับอากาศที่มีสิ่งปนเปื้อนต้องได้รับการทำความสะอาดก่อนที่จะนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่และต้องจัดการให้มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อกำจัดความชื้น กลิ่น ควัน ก๊าซ ละอองน้ำ ความร้อน ฝุ่น หรือสารอื่นๆที่มีปริมาณมากจนก่อให้เกิดการระคายเคือง หรือการเจ็บป่วยกับผู้ใช้อาคาร พื้นที่สำหรับใช้เพื่อเก็บของต้องจัดให้มีการระบายอากาศด้วยวิธีกลโดยมีอัตราไม่น้อยกว่า 2 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง ในขณะที่มีคนใช้งานต้องมีช่องเปิดออกสู่ภายนอกไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ห้อง (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์)

การระบายอากาศเฉพาะที่

การระบายอากาศเฉพาะที่หมายถึง การนำสารปนเปื้อนที่กำลังเคลื่อนที่จากแหล่งสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานไปกำจัดก่อนปล่อยอากาศสะอาดออกสู่บรรยากาศภายนอกโดยระบบระบายอากาศ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมสารปนเปื้อนที่แหล่งหรือใกล้กับแหล่งของสารนั้น ก่อนที่สารจะฟุ้งกระจายหรือระเหยขึ้นสู่อากาศในระดับหายใจของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการระบายอากาศแบบ

เฉพาะที่จึงเป็นมาตรการควบคุมสารปนเปื้อนที่แหล่งที่มีประสิทธิภาพสูง และประหยัดพลังงาน เนื่องจากมีอัตราการไหลของอากาศสู่ภายนอกต่ำ จึงใช้พลังงานในการเคลื่อนอากาศต่ำ องค์ประกอบของระบบประกอบไปด้วย ฮูด ระบบท่อ เครื่องทำความสะอาดอากาศ พัดลม อากาศทดแทนและหมุนเวียนเข้าสู่ระบบระบายอากาศ วัตถุประสงค์ของการหมุนเวียนและการนำอากาศภายนอกเข้ามาในอาคารนั้น นอกจากเพื่อทดแทนอากาศที่ระบายออกไปเพื่อให้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อความสบายของผู้อยู่อาศัย การระบายอากาศที่มีสารปนเปื้อนออกไปโดยไม่นำอากาศมาทดแทนอย่างเหมาะสมนั้นอาจจะทำให้ความดันบรรยากาศภายในอาคารนั้นต่ำกว่าภายนอกและอาจทำให้เกิดปัญหาเช่น เปิด ประตูยากเนื่องจากแรงดันกดบนประตู นอกจากนั้นอากาศที่มาในอาคารตามธรรมชาติทางช่องเปิดต่างๆ เช่น ประตู หน้าต่าง นี้อาจปนเปื้อนและมีคุณภาพที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากไม่ได้ผ่านการทำความสะอาดและการปรับสภาพให้เหมาะสมก่อนนำมาเข้าอาคาร โดยธรรมชาติเมื่ออากาศปริมาณหนึ่งถูกระบายออกไปจากอาคาร อากาศที่เท่ากันจะไหลเข้ามาแทนที่เสมอ สำหรับการระบายอากาศแบบเฉพาะที่อัตราการระบายอากาศออกจะต่ำกว่าที่ควรเป็นหรือที่ออกแบบไว้ หากบรรยากาศในห้องหรืออาคารนั้นต่ำกว่าบรรยากาศภายนอก และถ้าห้องหรืออาคารนั้นปิดสนิทอากาศภายนอกไม่สามารถเคลื่อนที่เข้ามาได้จะทำให้อัตราการระบายอากาศ ลดลงในระดับก่อให้เกิดอันตรายได้ (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์,2549)

2.1.3 น้ำและการจัดการน้ำเสีย

การลดปริมาณการใช้น้ำ อุปกรณ์ประหยัดน้ำต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมด้านสิ่งแวดล้อม โดยอัตราการใช้น้ำจะศึกษาจากข้อกำหนดมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและศึกษาจากฉลากของผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์แบบธรรมดาที่ไม่มีการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม อัตราการใช้น้ำจะศึกษาจากค่ามาตรฐาน National Plumbing Code และเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการประหยัดการใช้น้ำ ดังภาพที่ 2.1

ก๊อกน้ำแบบใช้ปุ่มกดในการเปิดปิดน้ำ ก๊อกน้ำแบบอัตโนมัติ

โถสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างอุปกรณ์ประหยัดน้ำ

ที่มา : http://ptech.pcd.go.th/cac/sources/building/images/building/CT/waste_water.pdf

การนำกลับมาใช้ซ้ำ /การใช้ใหม่ การเวียนน้ำมาใช้ซ้ำจากน้ำใช้ (Gray Water) ในการนำน้ำ กลับมาใช้ซ้ำนั้นจะสามารถนำมาใช้ได้กับอาคารที่พักอาศัยที่มีพื้นที่สวน การนำน้ำมาใช้โดยใช้บ่อพักน้ำโดยจะมีวิธีการคือ น้ำที่ผ่านการใช้งานจะไหลมารวมกันที่บ่อพักน้ำก่อนที่จะใช้เครื่องสูบน้ำสูบเพื่อนำไปใช้ในการรดน้ำต้นไม้วิธีการนี้จำเป็นควรเพิ่มเติมอุปกรณ์ คือ เครื่องสูบน้ำใช้ไฟฟ้า ท่อ คอนกรีตเพื่อนำมาใช้เป็นถังพักน้ำท่อ PVC และอุปกรณ์ประกอบท่อซึ่งมีลักษณะในการออกแบบระบบรดน้ำต้นไม้

การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบให้เหมาะสมหรือตามค่าที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพดีควรมีการกำจัดตะกอนจากระบบบำบัดอย่างเหมาะสมควรแยกรางระบายน้ำฝนออกจากระบบบำบัด เพื่อป้องกันไม่ให้ปริมาณน้ำเข้าระบบมากเกินกว่าค่าที่ออกแบบ พิจารณานำเอาน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนน้อยกลับมาใช้ใหม่ หรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ เช่น รดน้ำต้นไม้ ติดตั้งระบบตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมเพื่อตรวจวัดการใช้ทรัพยากร เช่น ติดตั้งเครื่องวัดออกซิเจนละลายในถังเติมอากาศ ทำแผนการสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์ผลเพื่อพัฒนาระบบการเก็บข้อมูล เพื่อการบำบัดอย่างถูกวิธี เช่น ตรวจวัด SVI , MLSS

ปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ มีแผนงาน กระบวนการทำงานและขั้นตอนบำรุงรักษาระบบบำบัดที่ชัดเจน มีการบันทึกการปฏิบัติงาน หากมีความผิดปกติ หรือปัญหาเกี่ยวกับระบบบำบัด

หรืออุปกรณ์ต่างๆจะได้มีข้อมูลหรือสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที มีการฝึกอบรมให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง

(http://ptech.pcd.go.th/cac/sources/building/images/building/CT/waste_water.pdf)

2.1.4 การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่นประเภทของอาคาร การออกแบบ รูปร่างอาคาร และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ความต้องการของผู้ใช้อาคาร ชั่วโมงการใช้งานของอาคารดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารประเภทต่างๆแบ่งตามระบบต่างๆ

ประเภทอาคาร	ระบบปรับอากาศ(%)	ระบบสว่าง(%)	ระบบอื่นๆ(%)
โรงแรม	60 – 70	15 - 20	10 - 25
สำนักงาน	50 – 60	20 – 30	10 -20
ศูนย์การค้า	60 – 65	20 - 25	10 - 20
โรงพยาบาล	50 – 60	20 - 30	10 - 30
สถานศึกษา	30 – 45	30 - 50	5 - 40

ที่มา: ชลวิทย์ เผือกผาสุก

ปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคารแตกต่างกันได้มาก อาคารบางประเภทใช้แต่พลังงานไฟฟ้าในขณะที่อาคารบางประเภทใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ จากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม แต่จากการสำรวจจะพบว่าอาคารต่างๆจะใช้พลังงานในกิจกรรมหลักๆ 3 ส่วนได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและใช้ในระบบอื่นๆซึ่งอาคารแต่ละประเภทก็ใช้ในปริมาณที่ต่างๆกัน สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบต่างๆนั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ ในอาคารสำนักงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 (ชลวิทย์ เผือกผาสุก, 2554, น. 10-11)

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในอาคารสำนักงาน

ปริมาณการใช้พลังงานของอาคารสำนักงาน 100 %				
ระบบปรับอากาศ 50 – 60 %			ระบบแสงสว่าง 20 – 30 %	ระบบอื่นๆ 10 – 20%
ชนิดแยกส่วน	ชนิดรวมศูนย์	ชนิดเป็นชุด	หลอดไฟชนิดต่างๆ	ปั๊มน้ำใช้สอย
	เครื่องทำน้ำเย็น	ปั๊มน้ำหล่อเย็น	บัลลาสต์	พัดลมระบายอากาศ
	ปั๊มน้ำเย็น	หอผึ่งน้ำ		ลิฟต์และบันไดเลื่อน
	ปั๊มน้ำหล่อเย็น			ระบบบำบัดน้ำเสีย
	หอผึ่งน้ำ			อุปกรณ์สำนักงาน
	เครื่องส่งลมเย็น			เครื่องใช้ไฟฟ้า

ที่มา: ชลวิทย์ เผือกผาสุก,2554,น. 11

การออกแบบก่อสร้างอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงานตั้งแต่ต้นจะง่ายและสิ้นเปลืองงบประมาณน้อยกว่าการปรับปรุงอาคารเดิมมากจากการประเมินโดยสอบถามผู้ประกอบการธุรกิจบ้านจัดสรรธุรกิจรับสร้างบ้านและการสำรวจราคาวัสดุอุปกรณ์พบว่าการสร้างบ้านหรืออาคารประหยัดพลังงานจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 3 - 10 ของราคาก่อสร้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้แต่การปรับปรุงอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงานค่าใช้จ่ายอาจเพิ่มเป็น 2 เท่าของการก่อสร้างใหม่หรือบางส่วนก็ไม่สามารถแก้ไขปรับปรุงได้(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ,ม.ป.ป., น. 1-4) ดังนั้นเจ้าของอาคารที่จะดำเนินการปรับปรุงอาคารเก่าจะต้องประเมินความคุ้มทุนหรือประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารโดยสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารที่จะปรับปรุงใน 3 ประเภทหลักๆได้แก่ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์อื่นๆซึ่งหากสามารถหาข้อมูลย้อนหลัง 12 เดือนได้ก็จะแม่นยำขึ้นจะทำให้ทราบสัดส่วนการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยทั้งปีและทราบดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปีโดยหาได้จาก

$$\text{ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม } (kWh/m^2\text{-}y) = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดต่อปี } (kWh/y)}{\text{พื้นที่ใช้สอยอาคาร ไม่รวมที่จอดรถ } (m^2)} \quad (2.1)$$

ตารางที่ 2.3 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปีพ.ศ. 2551

ประเภทอาคาร	อาคารอ้างอิง kWh/m^2-y	อาคารมาตรฐานตามพ.ร.บ. kWh/m^2-y
สำนักงาน	146.4	98.7
โรงแรม	173.2	117.0
โรงพยาบาล	148.8	123.9
ห้างสรรพสินค้า	556.0	394.3
สถานศึกษา	94.0	79.3
อาคารอื่น ๆ	139.7	117.2
อาคารชุด	118.4	105.3
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	394.7	300.9

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ม.ป.ป., น.4

ภาระการปรับอากาศเป็นผลจากปัจจัยภายนอกอันได้แก่ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคารและจากปัจจัยภายในอันได้แก่ความร้อนที่เกิดจากภายในตัวอาคารเองโดยปกติแล้วความร้อนจากที่ถ่ายเทจากภายนอกจะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในคือคิดเป็นร้อยละ 60 ของภาระการปรับอากาศดังรูปที่ 2.2 แสดงแหล่งความร้อนต่างๆของภาระการปรับอากาศซึ่งประกอบด้วย

1. การส่งผ่านรังสีจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารโดยตรงผ่านพื้นผิวที่โปร่งแสงเช่นหน้าต่าง, หลังคาโปร่งแสง (skylight)

2. การนำความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางผนังภายนอก (ผนังทึบและผนังกระจก) พื้นและหลังคา

3. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากตัวคน, หลอดไฟส่องสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆที่อยู่ภายในอาคาร

4. ความร้อนที่เกิดจากอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเพื่อการระบายอากาศภายในหรือที่แทรกซึมเข้าสู่อาคาร (เช่นอากาศที่ผ่านเข้าทางประตูหรือหน้าต่างในส่วนที่เปิดไว้)

ภาพที่ 2.2 แหล่งความร้อนต่างๆ ของภาระการปรับอากาศ

สำหรับกระจกใสซึ่งนิยมใช้ในอาคารเก่าความร้อนจากภายนอกจะผ่านทะลุเข้าตัวอาคารได้มาก(ร้อยละ 83) และมีแสงสว่างที่ตามองเห็นทะลุผ่านสูง (ร้อยละ 88) ดังนั้นกระจกใสจะให้แสงสว่างเข้ามามากแต่ในขณะเดียวกันก็จะมีปริมาณความร้อนผ่านเข้ามามากด้วยดังนั้นวิธีป้องกันความร้อนที่ผ่านกระจกใสคือติดฟิล์มกรองแสงที่ผิวกระจกด้านในซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูง(พรเทพ พินัยนิติศาสตร์, 2554,น. 33)

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้เสนอแนะให้มีการตั้งอุณหภูมิที่ 25 ℃ ในบริเวณที่ทำงานทั่วไปและพื้นที่ส่วนกลางตั้งอุณหภูมิที่24 ℃ในบริเวณพื้นที่ทำงานใกล้หน้าต่างกระจกตั้งอุณหภูมิที่22 ℃ ในห้องคอมพิวเตอร์ซึ่งการปรับเพิ่มอุณหภูมิทุกๆ 1℃ จะช่วยประหยัดพลังงานประมาณร้อยละ 10 ของเครื่องปรับอากาศอุณหภูมิที่เหมาะสมของการใช้งานระบบปรับอากาศสำหรับอาคารทั่วไปในประเทศไทยคือ 24.5 – 26.5 ℃ ดังนั้นถ้าตั้งอุณหภูมิของเทอร์โมสตัทไว้ที่ 25℃ จะช่วยประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด (พรเทพ พินัยนิติศาสตร์, 2554, น. 31)

2.2 กฎหมายและเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (LEED)

2.2.1 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 กำหนดให้กลุ่มเป้าหมาย คืออาคารทุกประเภทที่มีความต้องการที่จะเข้าร่วมโครงการ (ประกอบด้วย อาคารควบคุม และอาคารที่ไม่ควบคุม) มีหน้าที่ต้องดูแลการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และ ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบ (http://www.eppo.go.th/admin/cab/law/2-1.pdf) โดยอาคารควบคุมคือ อาคารที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือ ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียว หรือ หลายชุดรวมกันขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์หรือ 1,175 กิโลโวลท์แอมแปร์ขึ้นไป เข้าข่ายเป็นอาคารควบคุม (http://www.dede.go.th/dede/images/stories/energysaving12/14_2552.pdf) ซึ่งมีหน้าที่สำคัญตามที่บัญญัติไว้ ดังนี้

- จัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน
- ส่งข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต การใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน
- บันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
- ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมาย แผนอนุรักษ์พลังงานและวิธีการจัดการ

กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

กำหนดค่าถ่ายเทความร้อนรวมของผนังข้างนอกอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร) และค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน) ดังตารางที่ 2.4 (ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด) โดยอาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะพื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วน

(http://www.dede.go.th/dede/images/stories/energysaving12/18_2552.pdf)

ตารางที่ 2.4 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด ((วัตต์)/ตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	14
(ข) โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	18
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

2.2.2 มาตรฐานเกณฑ์ประเมินของประเทศสหรัฐอเมริกา LEED

เกณฑ์ประเมินของประเทศสหรัฐอเมริกา LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) เริ่มในปี 1994 โดยนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ Robert K. Watson จาก Natural Resources Defense Council ร่วมกับองค์กรไม่หวังผลกำไร ตัวแทนภาครัฐ สถาปนิก นักพัฒนาที่ดิน วิศวกร ภูมิสถาปนิก ผู้จัดการโครงสร้าง ผู้เช่า และเจ้าหน้าที่รัฐและผู้นำในวงการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี 1994 ถึง 2006 LEED มีการเติบโตจากมาตรฐานเดียวสำหรับการก่อสร้างสู่ระบบการเปรียบเทียบมาตรฐาน 6 มาตรฐานซึ่งครอบคลุมทุกแง่มุมในเรื่องการพัฒนาและกระบวนการก่อสร้าง ซึ่ง LEED เติบโตจากอาสาสมัครเพียง 6คนสู่ 200 คน โดยมีคณะกรรมการ 20 คณะและเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญเกือบ 150 คน ปัจจุบันการออกแบบอาคารเขียวเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบอาคารเขียวที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุดอันหนึ่งคือ LEED ซึ่งย่อมาจาก Leadership in Energy and Environmental Design :ซึ่งพัฒนาโดย USGBC(United States Green Building Council)

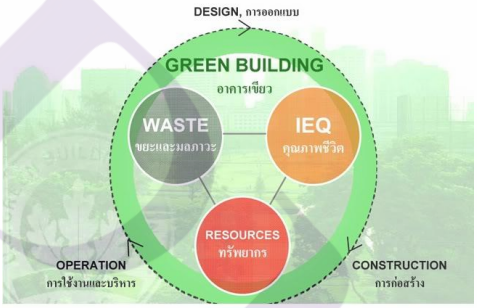
ประเทศสหรัฐอเมริกา (http://www2.oie.go.th/GWoods/)

เกณฑ์การประเมินของ LEED ยังแบ่งออกเป็นหลายแบบเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน - LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) ใช้สำหรับประเมินอาคารที่สร้างใหม่ หรืออาคารที่ปรับปรุงใหญ่โดยออกแบบสำหรับอาคารสำนักงานเป็นหลักแต่สามารถใช้กับอาคารประเภทอื่นๆได้ด้วยเช่น สรรพสินค้า โรงแรม โรงงาน เป็นต้น - LEED for Operation and Maintenance (LEED O+M) สำหรับอาคารที่สร้างเสร็จแล้วที่ต้องการดูแลรักษาอาคารให้เป็นอาคารเขียวโดยอาคารที่ผ่านแล้วการรับรองประเภท LEED BC+D แล้ว สามารถสมัครขอการรับรองประเภทนี้ต่อได้ด้วย

- LEED for Homes สำหรับบ้านพักอาศัย

- LEED for School สำหรับโรงเรียนตั้งแต่อนุบาลถึงมัธยมปลาย
- LEED for Health Care สำหรับสถานพยาบาลต่างๆ
- LEED for Core and Shell (LEED CS) สำหรับอาคารที่ผู้ประกอบการจะสร้างแต่เปลือก อาคารคือกรอบผนังภายนอกและหลังคาและส่วนที่เป็นแกนบริการของอาคารซึ่งส่วนใหญ่ก็คือ ลิฟต์บันไดและช่องท่อต่างๆ นั่นเอง แล้วทำการตลาดเพื่อขายหรือให้เช่าพื้นที่ภายในโดยผู้เช่าจะเป็นผู้มาตกแต่งกั้นพื้นที่ภายในเอง
- LEED for Interior Design & Construction เป็นแนวทางการตกแต่งภายในสำหรับผู้เช่า อาคารและผู้ออกแบบ
- LEED for Neighborhood Development เป็นแนวทางการพัฒนาชุมชน หมู่บ้าน การเข้าถึง บริการขนส่งสาธารณะ และการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับพื้นที่พาณิชยกรรม

การพิจารณาอาคารเป็น 3 ส่วน คือ การออกแบบ การก่อสร้าง การจัดการภายในอาคาร ดังรูปที่ 2.3 (การพิจารณาอาคาร 3 ส่วน)



ภาพที่ 2.3 การพิจารณาอาคาร 3 ส่วน

ที่มา: http://www.thaiblogonline.com/sodpichai.blog?PostID=26126

โดยที่แต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาของการประเมินที่เหมือนกัน คือ 5+2 หมวดหลักได้แก่ การใช้ประโยชน์จากที่ตั้งและยั่งยืนประสิทธิภาพการใช้น้ำพลังงานและบรรยากาศวัสดุและทรัพยากรคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคาร นวัตกรรมในการออกแบบลำดับความสำคัญของท้องถิ่น

การประเมินผลได้กำหนดการประเมินไว้ 5 หลักโดย USGBC LEED 2009 เวอร์ชั่น 3 ในระบบ LEED 2009 มีคะแนนฐาน 100 คะแนนบวกกับ 6 คะแนนพิเศษสำหรับนวัตกรรมใหม่ใน

เรื่องการออกแบบและ 4 คะแนนสำหรับความสำคัญของท้องที่ซึ่งการประเมินจะได้เป็น 4 ระดับ ดังภาพที่ 2.4 (ระดับคะแนน LEED) (วงพลอย ปาลภิบาล,2556)

ภาพที่ 2.4 ระดับคะแนน LEED

ที่มา: http://www.thaiblogonline.com/sodpichai.blog?PostID=26126

โดยมีรายระเอียดดังนี้

1. ที่ตั้งโครงการ 26 คะแนนสิ่งที่ต้องทำก่อน คือ เรื่องการลดมลพิษจากกิจกรรมทางการก่อสร้างเรื่องที่ได้คะแนน

1.1 การเลือกที่ตั้ง

1.2 ความหนาแน่นของการพัฒนาและการเชื่อมต่อกับชุมชน

1.3 การพัฒนาใหม่

1.4 ขนส่งมวลชนทางเลือกเช่น การเข้าถึงของระบบขนส่งสาธารณะ จักรยาน ยานพาหนะประหยัดน้ำมันและปล่อยมลพิษน้อย

1.5 การพัฒนาพื้นที่ตั้งโครงการเช่น ที่อยู่ที่ปลอดภัย,มีพื้นที่ว่างมากที่สุด

1.6 การออกแบบเกี่ยวกับน้ำฝนเช่น การควบคุมปริมาณ,การควบคุมคุณภาพ

1.7 ผลจากพื้นที่เขตร้อน เช่น มีหลังคา,ไม่มีหลังคา

1.8 การลดมลพิษจากแสง

2. ประสิทธิภาพการใช้น้ำ 10 คะแนนสิ่งที่ต้องทำก่อนคือ การลดการใช้น้ำเรื่องที่ได้คะแนน

2.1 ภูมิสถาปัตยกรรมที่ใช้น้ำเต็มประสิทธิภาพ

2.2 เทคโนโลยีน้ำทิ้ง

2.3 การลดการใช้น้ำ

3. พลังงานและบรรยากาศ 35 คะแนนสิ่งที่ต้องทำก่อนคือ อำนาจพื้นฐานระบบพลังงานอาคารและการใช้พลังงานให้น้อยที่สุดและการจัดการสารทำความเย็นพื้นฐาน เรื่องที่ได้คะแนน

3.1 การใช้พลังงานอย่างเหมาะสม

3.2 พลังงานหมุนเวียน

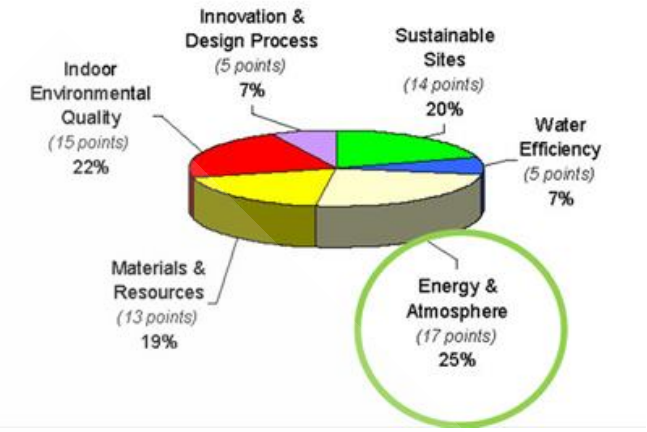
3.3 อำนาจการทำให้ดีขึ้น

3.4 การจัดการสารทำความเย็นที่ดีขึ้น

3.5 การประเมินและพิสูจน์

3.6 พลังงานทดแทน

หมวดพลังงานเป็นหมวดที่มีคะแนนมากที่สุดเพราะเป็นหมวดที่ทำให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้มาก ดังรูปที่ 2.5 (สัดส่วนความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน) ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์บังคับ 3 ข้อ LEED ถือว่าการทดสอบการทำงานของระบบเป็นสิ่งสำคัญมากโดยจะต้องแต่งตั้งผู้รับผิดชอบในการทดสอบ (Commissioning Authority) ที่มีประสบการณ์ด้านการทดสอบอย่างน้อย 2 ปี โดยต้องไม่เป็นบุคคลเดียวกับผู้ออกแบบหรือผู้รับเหมาและต้องรายงานผลการตรวจสอบให้เจ้าของทราบโดยตรงระบบที่ต้องทดสอบการทำงานอย่างน้อยที่สุดจะต้องประกอบด้วยระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบน้ำร้อน ระบบพลังงานหมุนเวียน ซึ่งสามารถทำได้โดยการจำลองค่าพลังงานของอาคารทั้งหมด (Whole building simulation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบระหว่างอาคารที่ออกแบบและอาคารอ้างอิง (Baseline building) ตามวิธีการคำนวณที่ระบุใน ASHRAE 90.1-2007 Appendix G ทั้งนี้อาคารที่ออกแบบต้องมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำกว่าอย่างน้อย 10% แต่ถ้าเป็นอาคารสำนักงานหรือ ร้านค้าปลีกขนาดไม่เกิน 20,000 ตร.ฟุต (1,858 ตร.ม.) หรือคลังสินค้าขนาดไม่เกิน 50,000 ตร.ฟุต (4,645 ตร.ม.) ก็อาจใช้วิธีทำตามข้อกำหนดที่ระบุใน ASHRAE Advance Energy Design Guide โดยไม่ต้องใช้วิธีจำลองโดยคอมพิวเตอร์หรือทำตามข้อกำหนดใน Advanced Buildings Core Performance Guide ซึ่งสามารถใช้ได้กับอาคารขนาดไม่เกิน 100,000 ตารางฟุต (9,290 ตารางเมตร) ที่ไม่ใช่สถานพยาบาล คลังสินค้าหรือห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 2.5 สัดส่วนความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน

ที่มา : http://tboake.com/carbon-aia/carbon_definition.html

4. วัสดุ และแหล่งที่มา 14 คะแนน สิ่งที่ต้องทำก่อนคือ การเก็บของที่สามารถนำมาผลิตใหม่ได้ เรื่องที่ได้คะแนน

4.1 การนำอาคารมาใช้ใหม่ เช่น เก็บผนัง พื้น และหลังคาไว้เก็บวัสดุงานสถาปัตยกรรมภายในที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาใช้

4.2 การจัดการของเสียจากการก่อสร้าง

4.3 การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่

4.4 สิ่งที่นำไปผลิตใหม่ได้

4.5 วัสดุท้องถิ่น

4.6 วัสดุที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้

4.7 ไม้ปลูกทดแทน

5. คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายใน 15 คะแนน สิ่งที่ต้องทำก่อน ลดการใช้อากาศจากภายในอาคารและควบคุมอากาศไม่พึงประสงค์

5.1 การตรวจวัดการถ่ายอากาศจากภายนอก

5.2 เพิ่มการหมุนเวียนอากาศ

5.3 การวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศ เช่น ช่วงการก่อสร้าง ก่อนการกำหนดปริมาณขั้นต่ำ

5.4 วัสดุที่ปล่อยสารน้อยเช่น วัสดุยึดติด การทาสี การเคลือบ ระบบพื้น ไม้เทียม

5.5 การควบคุมการปล่อยสารของวัสดุภายในอาคาร

5.6 ระบบการควบคุม เช่น แสง สภาวะสบาย

5.7 สภาวะสบาย เช่น การออกแบบ การยืนยันความถูกต้อง

5.8 แสงธรรมชาติและทัศนียภาพเช่น แสงธรรมชาติ ทัศนียภาพ

BONUS

+ นวัตกรรม 6 คะแนน

- นวัตกรรมการออกแบบ

- การเป็นที่ยอมรับจาก LEED

+ ความสำคัญของท้องที่ 4 คะแนนความสำคัญของท้องที่

2.2.3 เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม)

เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ(กรณีอาคารเดิม) ของกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมของภาครัฐในปี 2554 โดยสร้างกลไกเพื่อให้ภาครัฐเกิดความตระหนักและเข้าร่วมการประเมินอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียวที่ได้จัดทำขึ้น พร้อมการดำเนินการให้ภาครัฐสามารถทำการประเมินอาคารของตนเองได้โดยจัดให้มีการให้ความรู้ความเข้าใจเรื่องอาคารเขียว เกณฑ์และแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสำนักงานเขียว โดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการแก่บุคลากรของหน่วยงาน อาคารราชการ เพื่อให้เกิดความตระหนัก สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการตรวจประเมินอาคารและจัดทำระบบฐานข้อมูลเพื่อให้ภาครัฐสามารถรายงานผลการประเมินอาคารเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล (http://greenbuilding.pcd.go.th/)

การส่งเสริมให้หน่วยงานภาครัฐนำเกณฑ์อาคารเขียวไปปฏิบัติให้เกิดผลเป็นรูปธรรมนั้นจะเป็นตัวอย่างกับภาคเอกชน ซึ่งหากมีการเพิ่มจำนวนอาคารเขียวให้มากขึ้นจนเกิดเป็นกลุ่มอาคารตัวอย่างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมย่อมจะสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศที่มุ่งสู่เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ที่เน้นการใช้เทคโนโลยีสีเขียว การใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรีในการใช้สินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการมีการพัฒนาสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้นด้วยทั้งนี้ เพื่อเป็นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ลดปัญหาโลกร้อน ลดปัญหามลพิษ การปฏิบัติตามกฎหมาย การมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมภายนอกโดยกำหนดออกเป็น 7 หมวดในการวิเคราะห์ ได้แก่

หมวดที่ 1 การบริหารจัดการให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว

หมวดที่ 2 ผังบริเวณ และงานภูมิสถาปัตยกรรม

หมวดที่ 3 การใช้น้ำ

หมวดที่ 4 พลังงาน

หมวดที่ 5 สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร

หมวดที่ 6 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร

หมวดที่ 7 นวัตกรรม

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ศึกษามีอยู่ 2 ประเภท คือ

(1) เกณฑ์ที่ต้องผ่าน (Prerequisite) หมายถึง เกณฑ์ที่อาคารต้องดำเนินการให้ได้ตามที่ระบุไว้ทุกเกณฑ์จึงจะได้รับการประเมินตามเกณฑ์ที่ให้คะแนนต่อไป โดยค่าที่ใช้อ้างอิงในเกณฑ์ส่วนนี้ ได้จาก ค่ามาตรฐานหรือที่ระบุไว้ในกฎหมาย หรือข้อบังคับต่างๆ

(2) เกณฑ์ที่ให้คะแนน (Credit) เป็นเกณฑ์ใช้พิจารณาให้คะแนน เพื่อประเมินว่าอาคารดังกล่าว เป็นอาคารสำนักงานเขียวหรือไม่

2.2.3.1 การให้คะแนน

เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมามีลักษณะ ได้แก่ เกณฑ์ที่ไม่มีข้อปลีกย่อยในการให้คะแนนและเกณฑ์ที่มาข้อปลีกย่อยในการให้คะแนน ซึ่งการให้คะแนนจะเป็นดังนี้

2.2.3.1.1 กรณีเกณฑ์ที่ไม่มีข้อปลีกย่อยในการให้คะแนน ตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 2.5 การบริหารจัดการอาคารให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว

ลำดับที่	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
1.1	ความมุ่งมั่นในการเป็นอาคารสำนักงานเขียว	
1.1.1	มีการประกาศนโยบายและได้ทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อผลักดันให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว มาอย่างต่อเนื่อง	1

กรณีนี้หากผู้รับผิดชอบอาคารแสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามเกณฑ์ข้างต้นจะให้ 1 คะแนน แต่หากไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจะไม่ให้คะแนน เป็นต้น

2.2.3.1.2 กรณีเกณฑ์ที่มีข้อปลีกย่อยในการให้คะแนนซึ่งหมายถึงในเกณฑ์เดียวกันจะแบ่งการให้คะแนนเป็นหลายชั้น ตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 2.6 การใช้น้ำ

ลำดับที่	เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
3.1	การใช้น้ำ	
3.1.4	สัดส่วนปริมาณการใช้น้ำที่ลดลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของอาคาร ประเภทนั้นๆ - ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 10 - ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 20 - ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 30	 1 1 1

กรณีนี้จะเป็นการให้คะแนนแบบสะสม หากผู้รับผิดชอบอาคารแสดงให้เห็นว่าปริมาณการใช้น้ำของอาคารเฉลี่ยเท่ากับ 3.4 ลิตร/ตารางเมตร/วัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ เกณฑ์มาตรฐานของอาคารประเภทนี้เท่ากับ 3.8 ลิตร/ตารางเมตร/วัน จะเท่ากับลดลงได้ร้อยละ 10 จะได้ 1คะแนน หากมีปริมาณการใช้น้ำ = 3.0 ลิตร/ตารางเมตร/วัน ซึ่งเท่ากับลดลงจากเกณฑ์มาตรฐานได้ร้อยละ 20 จึงเท่ากับผ่านเกณฑ์การลดปริมาณการใช้น้ำได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 มาแล้วชั้นหนึ่ง ดังนั้น อาคารนี้จะได้คะแนนในเกณฑ์ข้อนี้ เท่ากับ 2 คะแนน ในทำนองเดียวกันหากปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ก็จะได้คะแนนรวมเท่ากับ 3 คะแนน เป็นต้น สำหรับคะแนนเต็มจะลดลงตามคะแนนทั้งหมดของเกณฑ์ที่ไม่ต้องประเมินสำหรับอาคารนั้นๆ ในการศึกษาวิจัยได้กำหนดเกณฑ์ตามมาตรฐานเกณฑ์การประเมินโดยการศึกษาจะมีการจำแนกสัดส่วนการคิดคะแนนเป็น 4 ส่วน โดยแบ่งคะแนนส่วนที่ 1-3 เป็นอัตราส่วน 1 : 6 : 3 ตามลำดับ ยกเว้นส่วนที่ 4 นวัตกรรม เป็นคะแนนพิเศษที่จะนำไปรวมกับคะแนนที่ได้จากการประเมินโดยไม่ต้องเพิ่มคะแนนเต็มตามไปด้วย ดังตารางที่ 2.7 (คะแนนรวมของอาคารตามเกณฑ์การประเมิน)

ตารางที่ 2.7 คะแนนรวมของอาคารตามเกณฑ์การประเมิน

การแบ่งสัดส่วนการให้คะแนน		**การประเมินคะแนนของอาคาร**	
ส่วนที่	**คะแนนเต็ม**	**หมวดที่**	**คะแนนเต็ม**
การประเมินนโยบายของผู้บริหาร			
1.นโยบาย	5	1.การบริหารจัดการอาคารให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว	**5**
รวมคะแนนส่วนที่ 1	**5**	**รวมคะแนนหมวดที่ 1**	**5**
การประเมินประสิทธิภาพ			
2.สิ่งแวดล้อม	**31**	**2.ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม**	**8**
		3.การใช้น้ำ	**6**
		5.สภาพแวดล้อมภายในอาคาร	**5**
		6.การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก	**12**
รวมคะแนนส่วนที่ 2	**31**	**รวมคะแนนหมวดที่6+5+3+2**	**31**
3.พลังงาน	16	4.พลังงาน	16
คะแนนรวมส่วนที่3	**16**	**คะแนนรวมหมวดที่4**	**16**
คะแนนรวมทั้งหมด	**52**	**คะแนนรวมทั้งหมด**	**52**
4.นวัตกรรม	3	7.นวัตกรรม	3

อัตราส่วนคะแนนในส่วนที่ 2 สิ่งแวดล้อมประกอบด้วย หมวดที่ 2,3,5 และ6 โดยคิดเป็นอัตราส่วน 1.5 : 1.5 : 1 : 2 ตามลำดับและคะแนนในหมวดนวัตกรรมเป็นคะแนนพิเศษที่จะนำไปรวมกับคะแนนที่ได้จากการประเมินโดยไม่ต้องเพิ่มคะแนนเต็มตามไปด้วย

2.3 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง

ยุทธจักร หินทอง (2556) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร สถานศึกษาด้วยโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร: กรณีศึกษาอาคารอำนวยการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยนำโปรแกรม eQuest ทำการจำลองการใช้พลังงานของอาคารทำการคำนวณหาค่าภาระการทำความเย็นของอาคารพบว่าค่าภาระการทำความเย็นภายในอาคารโดยรวมมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ยของภาระการทำความเย็นเท่ากับ 882 Btu/hr/m2 สามารถแยกสัดส่วนได้ดังนี้ (1) ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านกระจกมีค่า 415 Btu/hr/m2 (2) อากาศแทรกซึมตามรอยร้าวมีค่า 379 Btu/hr/m2 และ (3) องค์ประกอบอื่นๆมีค่า 89

Btu/hr/m2 ผู้วิจัยได้ทำการเสนอแนวทางปรับปรุงคือ (1) ลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงลงจากเดิม สัดส่วนผนังต่อกระจก 75% ลดลงเหลือ 40% พบว่าองค์ประกอบภาระทำความเย็นลดลงเหลือเพียง 229 Btu/hr/m2 หรือลดลงไป 44.82% (2) เปลี่ยนกระจกที่มีคุณสมบัติการป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ (Low-E) พบว่าองค์ประกอบค่าภาระทำความเย็นลดลงเหลือเพียง 323 Btu/hr/m2 หรือลดลงไป 22.17% และ (3) การลดอากาศแทรกซึมให้มีค่าน้อยที่สุด พบว่าองค์ประกอบค่าภาระทำความเย็นลดลงเหลือเพียง 1 Btu/hr/m2 หรือลดลงไป 99.74% จากทั้ง 3 แนวทาง แนวทางที่ประหยัดที่สุด คือ แนวทางที่ 1 การลดพื้นที่โปร่งแสงทำโดยการติดตั้งผนังยิปซัมบอร์ดเพื่อลดพื้นที่กระจกมีค่าดำเนินการ 320 บาท/ตารางเมตร คิดเป็นเงินมูลค่าเท่ากับ 354,240 บาท โดยมีระยะคืนทุนอยู่ที่ 0.7 ปี

จุฑามาศ สิทธิชัย , วิสาขา ภู่จินดา(2559). ศึกษาหลักเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยและต่างประเทศ ความเหมาะสมของหลักเกณฑ์การประเมินกับบริบทของประเทศไทย และเสนอแนะการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวที่เหมาะสมของประเทศไทย ทำการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว และการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยจากสถาบันอาคารเขียวไทย ทำการเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินทั้ง 5 ซึ่งได้แก่ LEED, BREEAM, CASBEE, TEEAM, และ TREES และสรุปเชิงพรรณนาความ เพื่อให้ทราบถึงหลักเกณฑ์การประเมินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องความเหมาะสมของหลักเกณฑ์การประเมินกับบริบทของประเทศไทย รวมถึงข้อเสนอแนะในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในประเทศไทย ผลการศึกษาได้แบ่งเนื้อหาเกณฑ์การประเมินออกเป็น 5 หมวด ได้แก่ หมวดสถานที่ตั้งอาคารและความยั่งยืนของอาคาร หมวดการใช้พลังงานและการจัดการพลังงาน หมวดการใช้น้ำและการใช้ทรัพยากร หมวดคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคารและภายนอกอาคาร และหมวดการบริหารอาคาร นวัตกรรมและการบริหารสิ่งแวดล้อม พบว่าเกณฑ์การประเมินส่วนใหญ่ต่างมีวัตถุประสงค์ที่คล้ายคลึงกัน นั่นคือ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคาร เพื่อไม่ให้มีผลกระทบด้านลบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมให้เกิดการออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงาน

จิตรภณ ศัลยวิทย์.(2562) ได้ทำการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับอาคาร ระหว่างใช้งาน กรณีศึกษาโรงแรมดีพียูเพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์พบว่าจากการประเมินอาคารโรงแรมดีพียูเพลสได้คะแนนอยู่ที่ 46 คะแนน ซึ่งไม่อยู่ในระดับ Silvers ตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยและได้ใช้แบบจำลองพลังงาน EnergyPlus ทำการจำลองการใช้พลังงานและคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและประเมินผลการประหยัดพลังงานจากมาตรการที่นำเสนอ เพื่อเพิ่มระดับการประเมินจากระดับ Silvers สู่ระดับ Gold และศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ โดยมี 4 มาตรการ ดังนี้ มาตรการที่ 1 การใช้พลังงานทดแทนโดยการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนกระจกประหยัดพลังงาน (Low - E) มาตรการที่ 3 เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) และมาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง โดยทั้ง 4 มาตรการ มาตรการที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

มากที่สุด คือมาตรการที่ 3 การเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) ลงทุนมูลค่า 62,673.75 บาท และมีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 1.71 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 % ต่อปี หรือค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า 36,517.93 บาทต่อปี

ณัฐพล เขตกระโทก.(2556)ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานของอาคารบรรณสาร 2 มหาวิทยาลัยสุรนารีและใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่าอาคารบรรณสาร 2 ยังไม่เข้าเกณฑ์อาคารเขียวของภาครัฐ (กรณีอาคารเดิม) คะแนนอยู่ที่ 50.1 (ผ่านการรับรอง 60-70 คะแนน) เมื่อพิจารณาให้ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับผ่านการรับรองหัวข้อที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดคือ (1) การรณรงค์ให้ประหยัดน้ำ (2.5 คะแนน ลงทุน 3,000 บาท) (2)ห้องเครื่องปรับอากาศต้องไม่มีการเก็บของภายในห้อง (4 คะแนน ลงทุน 3,000 บาท) และ (3) พื้นที่สูบบุหรี่อยู่ในตำแหน่งประตูหน้าต่างหรือช่องนำอากาศเข้าไม่น้อยกว่า 10 เมตร (4 คะแนน ลงทุน 1,000 บาท) สามารถนำข้อมูลทำแผนแม่บทในการปรับปรุงอาคารเพื่อเป็นอาคารเขียว

คมสัน วิสาวะโท (2560) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องสมุดในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 แห่ง โดยใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร EnergyPlus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารห้องสมุดเพื่อการเรียนรู้ทั้ง 8 แห่ง โดยมีเปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อน 0.03 - 7.30 % สำหรับมาตรการประหยัดพลังงานที่ใช้ในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 16 มาตรการ พบว่ามาตรการที่ 16 (Set T. + LED + Film + A/C + PV) เป็นมาตรการที่สามารถลดค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารมากที่สุดในทุกห้องสมุดที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์พบว่าทุกห้องสมุดที่ทำการศึกษามาตรการที่ 6 (Set T. + LED) เป็นมาตรการที่เหมาะสมในการลงทุนมากที่สุดเนื่องจากเป็นมาตรการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการสูงที่สุดและมีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด

จากการทบทวนวรรณกรรมได้นำแนวความคิดในการจัดการและการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้ใช้อาคาร การสร้างแบบจำลองทางพลังงาน ว่าแต่ละโปรแกรมมีข้อจำกัด วิธีการเก็บข้อมูล ของอาคารอย่างไร และในการศึกษานี้ได้นำเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ (LEED EBOM) ใช้งานร่วมกับเทคนิคทางด้าน Energy Simulation ในการสร้างแบบจำลองของอาคาร โดยใช้เครื่องมือ Sketch up + Energy Plus เพื่อนำเสนอมาตรการการจัดการพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารและงานวิจัยนี้ได้มีการใช้โปรแกรมทางวิศวกรรมที่มีความน่าเชื่อถือสูงและศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในแต่ละมาตรการการลงทุนอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีการวิจัยโดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 บทนำ
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ
3.3 ข้อมูลทั่วไปและการใช้พลังงานในอาคาร
3.4 การสร้างแบบจำลองอาคาร
3.5 การประเมินการจัดการอาคารเขียว (สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน LEED O+M)

3.1 บทนำ

ในปัจจุบันการออกแบบอาคารเขียวหรือปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารเขียว มีแนวโน้มในการออกแบบอาคารไม่ว่าจะเป็นสำนักงาน โรงงาน คอนโดมิเนียม โรงพยาบาล เป็นต้น ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการออกแบบโดยใช้เกณฑ์อาคารเขียว(Green Building Criterion) ในอดีตมีการพัฒนาเกณฑ์อาคารเขียวมาจากต่างประเทศ และก็มีการนำเกณฑ์ในต่างประเทศที่เป็นที่แพร่หลายยอมรับ เช่น เกณฑ์ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

เกณฑ์เหล่านี้ถูกนำมาประยุกต์หรือดัดแปลง เพื่อให้เหมาะกับภูมิประเทศและภูมิอากาศ ของแต่ละประเทศ กฎระเบียบหรือขั้นตอนการประเมินที่ใช้ในแต่ละประเทศจะแตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของประเทศนั้นๆ ดังนั้นเกณฑ์บางเกณฑ์อาจจะต้องนำมาประยุกต์หรือดัดแปลง และใช้ให้เหมาะสมรวมทั้งพัฒนาขึ้นมาเป็นเกณฑ์ใหม่ของแต่ละประเทศเอง เช่นในประเทศไทยมีการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว(TREES) ของสถาบันอาคารเขียวไทยขึ้นมา ซึ่งเกณฑ์นี้ก็พัฒนาขึ้นมาจาก LEED เพื่อใช้สำหรับโครงการต่างๆในประเทศไทย โดยเป็นความร่วมมือระหว่างสภาสถาปนิกสยามและวิศวกรรมสถาน นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่พัฒนามาจาก LEED และเกณฑ์ของกระทรวงพลังงาน จุดมุ่งหมายของเกณฑ์เพื่อนำไปใช้ในอาคารรัฐ

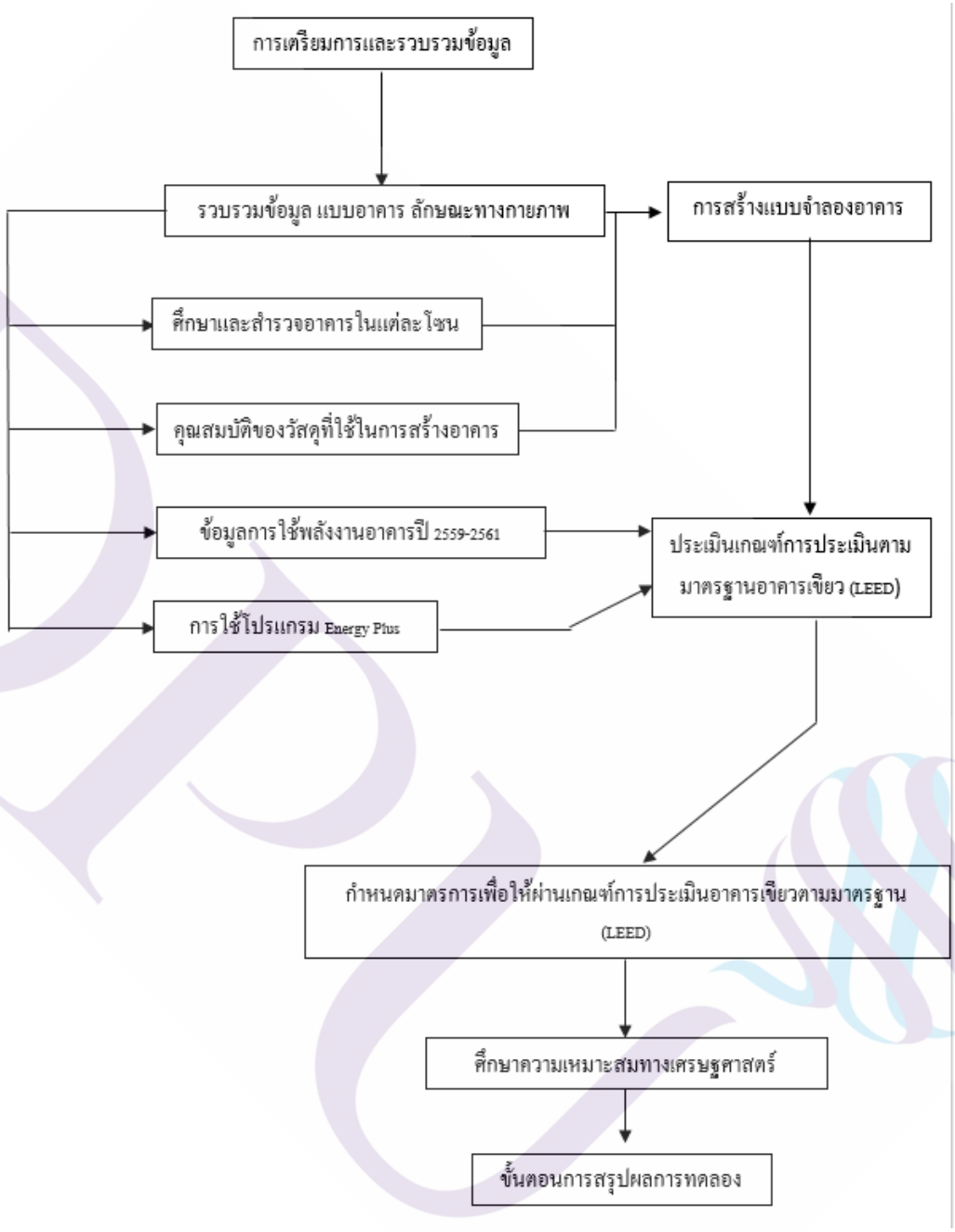
อย่างไรก็ตามเกณฑ์ต่างๆหรือขั้นตอนต่างๆที่มีใช้ในปัจจุบันก็มักมีองค์ประกอบหลักคล้ายกัน เช่น การใช้พลังงาน (Energy) สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Air Quality) การใช้น้ำ (Water) การใช้วัสดุ (Material) การพัฒนาพื้นที่ภายนอกอาคารอย่างยั่งยืน (Sustainable Site)

ประโยชน์ของอาคารที่ผ่านการประเมินหรือออกแบบให้เป็นอาคารเขียวมีหลายด้าน เช่น อาคารมีมูลค่าสูงขึ้น เนื่องจากอาคารมีประสิทธิภาพของพลังงาน และมีประโยชน์มาก ดังนั้น ผู้ใช้อาคารจะได้รับผลประโยชน์มาก การเช่าอาคารเขียวในต่างประเทศ ผู้เช่าให้ความสนใจที่มากขึ้นและสามารถตั้งราคาของการเช่าพื้นที่ได้สูง เนื่องจากผู้ที่มาใช้อาคารมีความมั่นใจว่าในการใช้จ่ายของอาคารด้านการใช้พลังงานและน้ำจะลดลง ผู้อยู่อาศัยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าเจ้าของอาคารมีความสนใจและใส่ใจต่อผู้ที่มาอยู่อาศัยอาคารมาก คิดถึงประโยชน์ส่วนรวม มีจุดมุ่งหมายที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อมทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคาร นับเป็นวิธีที่แสดงออกถึงการส่งเสริมภาพลักษณ์ของธุรกิจนั้นๆ ได้เป็นนอย่างดี เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดให้บุคคลภายนอกได้เห็นถึงความรับผิดชอบของเจ้าของอาคารที่มีต่อสังคม สิ่งแวดล้อม ผู้ใช้งาน และผู้ที่มาอยู่อาศัยด้วย ทั้งนี้ยังแสดงออกถึงเจ้าของอาคารที่มีส่วนในเรื่อง CSR (Corporate Social Responsibility) ให้กับสังคมอีกด้วย สำหรับการศึกษาโครงงานวิจัยนี้มุ่งเน้นหาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อเป็นอาคารเขียว ตาม มาตรฐาน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) โดยใช้ กรณีศึกษาอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์โดยแนวทางในการศึกษา จะทำการศึกษาทั้งหมด 8 หมวด ประกอบไปด้วย

หมวดที่ 1 สถานที่ตั้งอาคารและการขนส่ง
หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการและความยั่งยืน
หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ
หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร
หมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร
หมวดที่ 7 นวัตกรรมในการออกแบบ
หมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค

ขั้นตอนแผนงานวิจัยทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 3.1 (ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย) วิธีการทดสอบ วิธีการวิเคราะห์การประเมิน และจำนวนรายละเอียดแต่ละขั้นตอนในการทำวิจัย และทดสอบดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองอาคาร และการจัดการภายในอาคาร และทำการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว (LEED) และนำผลที่ได้มาทำการปรับปรุงหาแนวทางหรือกำหนดมาตรการต่างๆ เพื่อให้ผ่านเกณฑ์

การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว (LEED) สำหรับอาคารที่อยู่ระหว่างการใช้งาน พร้อมทั้งศึกษาความเหมาะสมในการลงทุน

3.3 ข้อมูลทั่วไปและการใช้พลังงานของอาคาร

3.3.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ (CIBA) กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ที่ 110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ จังหวัด กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 3,440.39 ตารางเมตร จากตารางที่ 3.1

โดยแบ่งพื้นที่ชั้นที่ 1 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ร้านกาแฟ พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 2 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 3 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 4 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่ห้องเรียน พื้นที่ห้องน้ำ พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

พื้นที่ชั้นที่ 5 ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ พื้นที่ห้องเรียน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

โดยมหาวิทยาลัยเปิดให้บริการ จันทร์ – อาทิตย์ เป็นระยะเวลาวันละ 8 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.2-3.4

ในการออกแบบอาคารเน้นการใช้แสงจากธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารในช่วงเวลากลางวัน ดังภาพที่ 3.2 – 3.4 ส่วนในพื้นที่ที่มีการเรียนการสอนจะใช้แสงไฟจากหลอดไฟ และด้วยขนาดและชนิดกระจกที่นำมาใช้เป็นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานจากภาระของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดและลักษณะการใช้พื้นที่ของอาคารวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

ชื่ออาคาร	**อาคาร CIBA**
ชื่อหน่วยงาน	วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ที่อยู่	110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10210
เบอร์โทรติดต่อ	02-954-7300
จำนวนชั้นทั้งหมด	5 ชั้น
ประเภทอาคาร	อาคารเรียน
พื้นที่ใช้สอยส่วนใหญ่	3,440.39 ตารางเมตร
ปีที่อาคารสร้างเสร็จ	พ.ศ. 2522
วันและเวลาทำการ	จันทร์ – อาทิตย์ ระยะเวลาวันละ 8 ชั่วโมง
จำนวนเจ้าหน้าที่	85 คน
ชั้น 1	พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ร้านกาแฟ พื้นที่ห้องเก็บของ
ชั้น 2	พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องเก็บของ
ชั้น 3	พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ส่วนกลาง พื้นที่ห้องเก็บของ
ชั้น 4	พื้นที่ห้องเรียน 5 ห้อง พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน
ชั้น 5	พื้นที่ห้องเรียน 7 ห้อง พื้นที่สำหรับนักศึกษา พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ทางเดิน

ภาพที่ 3.2 ภาพด้านหน้า อาคาร CIBA

ภาพที่ 3.3 ภาพด้านหน้าห้องเรียน อาคาร CIBA

ภาพที่ 3.4 ลักษณะการใช้พื้นที่อาคารเรียน CIBA

3.3.2 การใช้พลังงานของอาคารเรียน CIBA

การใช้พลังงานของอาคารเรียน CIBA มีจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าเหมือนดังตารางที่ 3.2 แต่มีการใช้พลังงานที่แตกต่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับตารางเรียนของนักศึกษาในแต่ละคราบเรียน มีการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทโดยทำการสำรวจและได้ข้อมูลการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าตามตารางที่ 3.2 - 3.6

ตารางที่ 3.2 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 1

ชั้นที่ 1	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	Luminaire Type (Aluminium Louver) with 16 W LED T8	16 W	40
	Downlight 6” E27 LED Bulb 13 W(1400 Lumen PHILIPS)	13W	119
	โคมไฟกิ่ง	9 W	39
	เครื่องกดน้ำ	520 W	1
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,000 BTU.	1.5 kW	5
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 BTU.	2.25 kW	2
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 24,000 BTU.	3 kW	3
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 48,000 BTU.	6 kW	2
	คอมพิวเตอร์	300 W	16
	เครื่องถ่ายเอกสาร	1800 W	1
	ตู้เย็น	81 W	1

ตารางที่ 3.3 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 2

ชั้น 2	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	Luminaire Type (Aluminium Louver) with 16 W LED T8	16 W	80
	Downlight 6” E27 LED Bulb 13 W(1400 Lumen PHILIPS)	13W	100
	โคมไฟกิ่ง	9 W	28
	เครื่องกดน้ำ	520 W	1
	เครื่องถ่ายเอกสาร	1800 W	1
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 BTU.	2.25 kW	2
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 24,000 BTU.	3 kW	4
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 48,000 BTU.	6 kW	2
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 36,000 BTU.	4.5 kW	2
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 9,000 BTU.	1.1 kW	3
	ตู้เย็น	81 W	1
	คอมพิวเตอร์	300 W	32

ตารางที่ 3.4 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 3

ชั้น 3	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	Luminaire Type (Aluminium Louver) with 16 W LED T8	16 W	60
	Downlight 6” E27 LED Bulb 13 W(1400 Lumen PHILIPS)	13W	117
	เครื่องกดน้ำ	520 W	1
	โคมไฟกิ่ง	9 W	30
	เครื่องถ่ายเอกสาร	1800 W	1
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 BTU.	2.25 kW	2

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ชั้น 3	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 24,000 BTU.	3 kW	3
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 36,000 BTU.	4.5 kW	2
	ตู้เย็น	81 W	1
	คอมพิวเตอร์	300 W	30

ตารางที่ 3.5 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 4

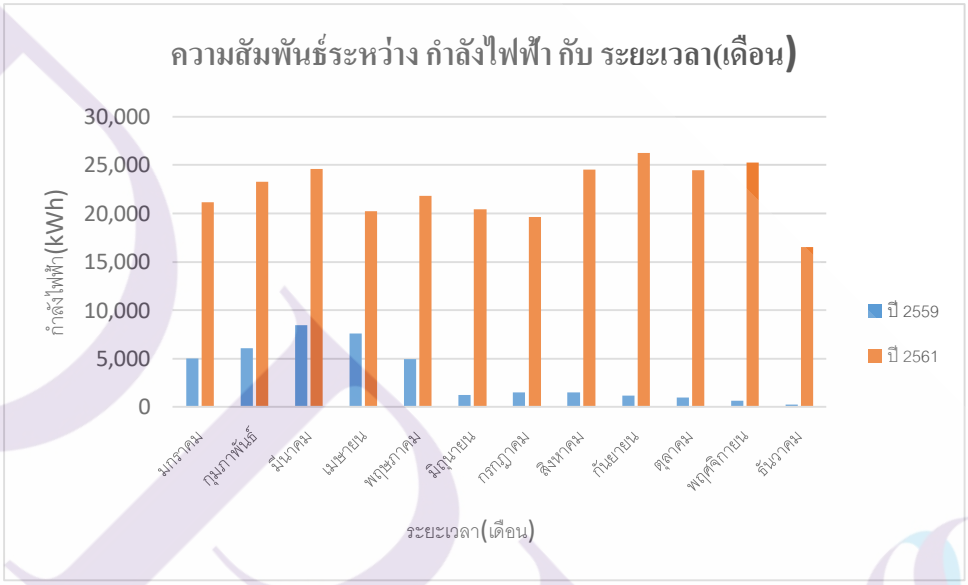
ชั้น 4	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	Luminaire Type (Aluminium Louver) with 16 W LED T8	16 W	80
	โปรเจคเตอร์	730 W	5
	เครื่องกดน้ำ	520 W	1
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 24,000 BTU.	3 kW	10
	คอมพิวเตอร์	300 W	52

ตารางที่ 3.6 แสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้า ชั้น 5

ชั้น 5	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	Luminaire Type (Aluminium Louver) with 16 W LED T8	16 W	88
	Downlight 6” E27 LED Bulb 13 W(1400 Lumen PHILIPS)	13W	6
	โปรเจคเตอร์	730 W	7
	เครื่องกดน้ำ	520 W	1
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 18,000 BTU.	2.25 kW	6
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 24,000 BTU.	3 kW	2

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ชั้น 5	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด 36,000 BTU.	4.5 kW	1
	คอมพิวเตอร์	300 W	7



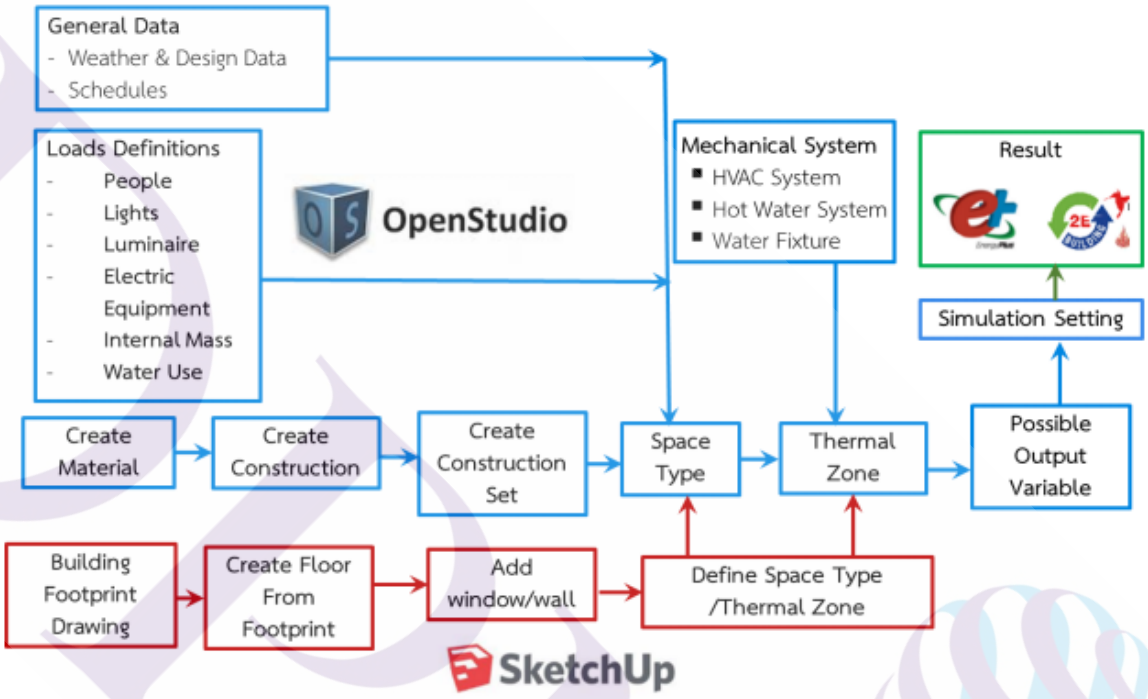
ภาพที่ 3.5 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2559 – 2561

จากภาพที่ 3.5 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานในปี พ.ศ.2559 – 2561 การใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับจำนวนการเรียนในคาบเรียนในแต่ละวัน ในแต่ละเดือน และช่วงเวลาการเปิดเรียน

3.4 การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคารโดยโปรแกรม Energy Plus

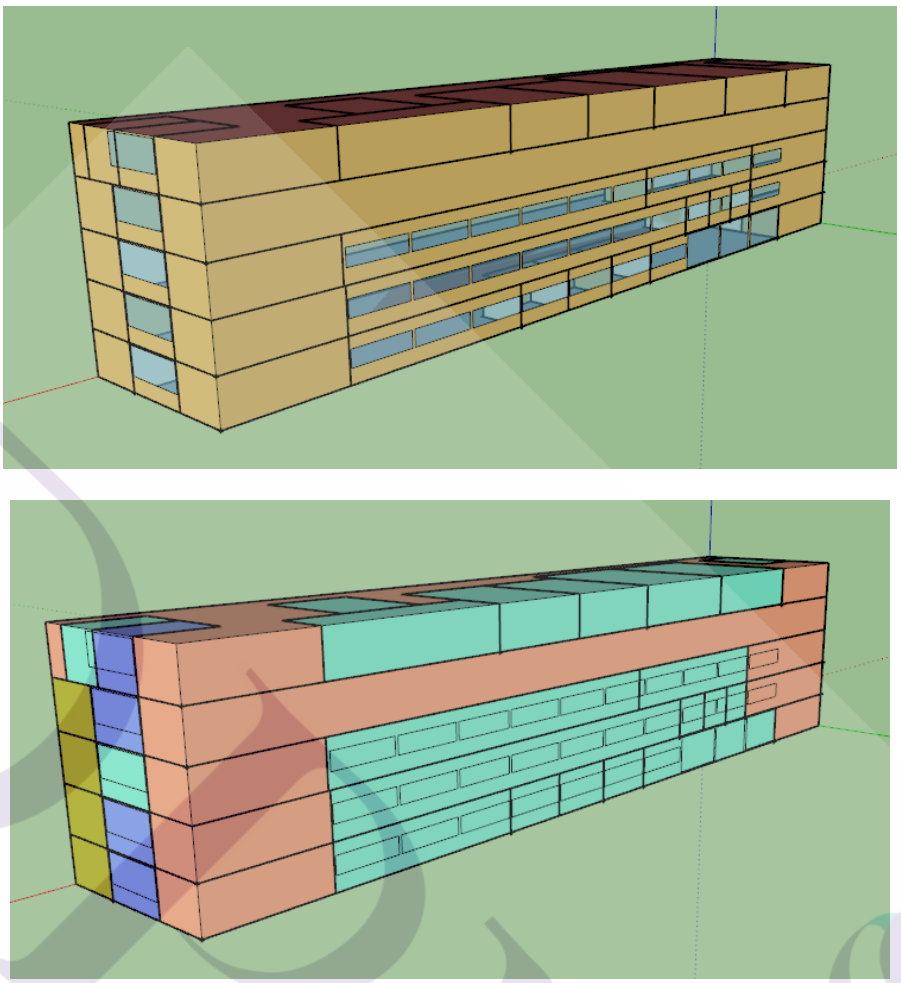
ในการทำวิจัยกรณีศึกษานี้จะใช้โปรแกรมเพื่อทำการจำลองในการใช้พลังงานในอาคาร Energy Plus เพื่อสร้างรูปแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์(CIBA) กรุงเทพมหานคร โดยข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรมและใส่ข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร ขนาด รูปร่างของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ลักษณะภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

ภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานของอาคาร และการกำหนดตำแหน่ง ขนาดของแต่ละโซน วัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร ผนัง พื้น ประตู หน้าต่าง และหลังคา ระบบปรับอากาศในอาคาร จำนวน ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละโซน ลักษณะการใช้งานของอาคาร ในช่วงเวลาการใช้งาน ของแต่ละโซน ฯลฯ ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการใช้แบบจำลองการใช้พลังงาน

ที่มา: คู่มือการใช้งานโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร BESM



ภาพที่ 3.7 ภาพการจำลองแบบอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์(CIBA) โดยโปรแกรม Sketch up + Energy Plus

จากภาพที่ 3.7 การจำลองการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี โดยในรูปที่ 1 เป็นลักษณะทางกายภาพของอาคาร องค์ประกอบหลักคือกรอบภายนอกอาคาร ส่วนประกอบต่างๆที่ประกอบอยู่ภายนอกอาคาร ในรูปที่ 2 เป็นการแบ่งลักษณะการใช้งานตาม Space Type ของอาคาร ภาพที่ 3 เป็นค่าที่ได้จากการทดลองค่าการใช้พลังงานของในอาคาร

3.5 การประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) สำหรับอาคารระหว่างใช้งาน (LEED EBOM)

แยกตามหมวดที่เกณฑ์การประเมินกำหนดไว้ทั้งหมด 8 หมวด โดยมีคะแนนรวมอยู่ที่ 110 คะแนน และข้อบังคับอยู่ที่ 12 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation)

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
LT 1	การขนส่งทางเลือก	15

จากตารางที่ 3.7 ในหมวดที่ 1 จะมีคะแนนทั้งหมด 15 คะแนน โดยเป็นการขนส่งทางเลือกเพื่อลดอัตราการเดินทางทั่วไปของผู้ใช้อาคารในอาคาร

หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน(Sustainable Sites)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
SS P1	นโยบายการบริหารจัดการพื้นที่	บังคับ
SS 1	การฟื้นฟูพื้นที่และการพัฒนาพื้นที่	2
SS 2	การบริหารจัดการน้ำฝน	3
SS 3	การลดพลังงานของกลุ่มความร้อน(หลังคา)	2
SS 4	การลดมลภาวะทางแสง	1
SS 5	การบริหารจัดการพื้นที่	1
SS 6	แผนการพัฒนาพื้นที่	1

จากตารางที่ 3.8 ในหมวดที่ 2 เกี่ยวกับสถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน จะมีคะแนนบังคับอยู่ที่ 1 คะแนน ในหัวข้อ SS P1โดยโครงการจะต้องมีนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อลดปริมาณขยะ สารเคมี น้ำเสีย และมลพิษทางอากาศ ในหมวดนี้มีคะแนนรวมอยู่ที่ 10 คะแนน

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency)

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 4 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
WE P1	การลดการใช้น้ำในอาคาร	บังคับ
WE P2	การวัดระดับน้ำในอาคาร	บังคับ
WE 1	การลดการใช้น้ำภายนอกอาคาร	2
WE 2	การลดการใช้น้ำภายในอาคาร	5
WE 3	การใช้น้ำของหอหล่อเย็น	3
WE 4	มาตรวัดน้ำ	2

จากตารางที่ 3.9 ในหมวดที่ 4 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ในหมวดนี้จะมีคะแนนบังคับอยู่ที่ 2 คะแนน ในหัวข้อ WE P1 โดยทางโครงการจะต้องมีการลดการใช้น้ำในอาคาร มีการติดตั้งมิเตอร์การวัดการใช้น้ำ และมีการบันทึกข้อมูลเพื่อสร้างข้อมูลในการใช้น้ำ และในหัวข้อ WE P2 การวัดระดับน้ำในอาคารโดยโครงการต้องมีการติดตั้งมิเตอร์ย่อยเพื่อบันทึกข้อมูลเป็นประจำทุกเดือน ในหมวดนี้คะแนนรวมอยู่ที่ 12 คะแนน

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EA P1	แนวทางการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	บังคับ
EA P2	ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ	บังคับ
EA P3	การวัดพลังงานในอาคาร	บังคับ

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EA P4	การจัดการสารทำความเย็น	บังคับ
EA 1	การวิเคราะห์ทดสอบอาคารระหว่างการใช้งาน	2
EA 2	การดำเนินงานทดสอบอาคารระหว่างการใช้งาน	2
EA 3	การทดสอบอย่างต่อเนื่อง	3
EA 4	การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	20
EA 5	การวัดพลังงานขั้นสูง	2
EA 6	การตอบสนองความต้องการ	3
EA 7	พลังงานทดแทนและการชดเชยคาร์บอน	5
EA 8	การจัดการสารทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น	1

จากตารางที่ 3.10 ในหมวดที่ 4 จะมีคะแนนบังคับอยู่ที่ 4 คะแนน ในหัวข้อ EA P1 โดยอาคารจะต้องมีแนวทางการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพทำการวิเคราะห์ และประเมินพลังงาน โดยในหัวข้อที่ EA P2 ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ โดยอาคารจะต้องลดพลังงานที่มากเกินไปและใช้พลังงานที่ระดับต่ำสุดของการใช้พลังงาน ในหัวข้อที่ EA P3 การวัดพลังงานในอาคาร โดยอาคารจะต้องมีการวัดพลังงานและติดตามการใช้พลังงานเพื่อหาวิธีการในการประหยัดพลังงาน ในหัวข้อที่ EA P4 การจัดการสารทำความเย็น โดยอาคารจะต้องห้ามใช้สารทำความเย็นที่มีคลอโรฟลูออโรคาร์บอน(CFC) เพื่อลดการทำลายของโอโซนชั้นบรรยากาศ ในหมวดที่ 4 คะแนนรวมอยู่ที่ 38 คะแนน

หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources)

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
MR P1	นโยบายการจัดซื้อขยะอย่างต่อเนื่อง	บังคับ
MR P2	นโยบายการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก	บังคับ
MR 1	การจัดซื้ออย่างต่อเนื่อง	1
MR 2	การจัดซื้อหลอดไฟ	1

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
MR 3	การจัดซื้อการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก	2
MR 4	การบริหารขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง	2
MR 5	การบริหารขยะมูลฝอยของการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก	2

จากตารางที่ 3.11 ในหมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร จะมีคะแนนบังคับอยู่ที่ 2 คะแนน ในหัวข้อ MR P1 นโยบายการจัดซื้อขยะอย่างต่อเนื่อง ทางโครงการจะต้องมีการจัดการขยะมูลฝอยเพื่อเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในหัวข้อ MR P2 นโยบายการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก ทางโครงการจะต้องมีการจัดการของเสียจากการบำรุงรักษาและการปรับปรุง โดยในหมวดที่ 5 มีคะแนนรวมอยู่ที่ 8 คะแนน

หมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร(Indoor Environmental Quality)

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environmental Quality)

หัวข้อ	**รายละเอียด**	**คะแนน**
EQ P1	ประสิทธิภาพคุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ	บังคับ
EQ P2	การควบคุมควันบุหรี่เพื่อสิ่งแวดล้อม	บังคับ
EQ P3	นโยบายการทำความสะอาด	บังคับ
EQ 1	โปรแกรมการจัดการคุณภาพอากาศในอาคาร	2
EQ 2	การเพิ่มวิธีการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร	2
EQ 3	สภาวะน่าสบาย	1
EQ 4	แสงสว่างภายในอาคาร	2
EQ 5	แสงสว่างจากธรรมชาติและคุณภาพในการมองเห็น	4
EQ 6	การประเมินประสิทธิภาพการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	1
EQ 7	วัสดุและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	1

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EQ 8	อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	1
EQ 9	การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน	2
EQ 10	การสำรวจความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัย	1

จากตารางที่ 3.12 หมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร จะมีคะแนนบังคับอยู่ที่ 3 คะแนน ในหัวข้อที่ EQ P1 ประสิทธิภาพคุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ โดยทางโครงการจะต้องมีการระบายอากาศตามธรรมชาติ ในหัวข้อที่ EQ P2 การควบคุมควันบุหรี่เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยทางโครงการจะต้องมีพื้นที่สำหรับการสูบบุหรี่เพื่อป้องกันควันบุหรี่มาสัมผัสกับผู้ใช้อาคาร หรือติดป้ายเตือนห้ามสูบบุหรี่ในอาคารหรือบริเวณที่ควันบุหรี่จะเข้ามาสัมผัสกับผู้ใช้อาคาร ในหัวข้อที่ EQ P3 นโยบายการทำความสะอาด โดยทางโครงการจะต้องมีการลดการใช้สารเคมีในการทำความสะอาดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์และคุณภาพอากาศ โดยในหมวดนี้มีคะแนนรวมอยู่ที่ 17 คะแนน

หมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation)

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
IN 1	นวัตกรรม	5
IN 2	มีบุคคลที่ได้รับการรับรองจาก LEED ในคณะทำงาน	1

จากตารางที่ 3.13 ในหัวข้อ IN 1 ดำเนินการตามหัวข้อคะแนนต่างๆได้สำเร็จและมีผลงานที่ยอดเยี่ยมและสร้างสรรค์ โดยในหมวดที่ 7 มีคะแนนรวมอยู่ที่ 6 คะแนน

หมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority)

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค(Regional Priority)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
RP 1	ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ	1
RP 2	ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ	1
RP 3	ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ	1
RP 4	ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ	1

จากตารางที่ 3.14 ในหัวข้อ RP 1 เป็นคะแนนพิเศษที่ให้กับสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงและการจัดลำดับความสำคัญด้านสาธารณสุข โดยในหมวดที่ 8 มีคะแนนรวมอยู่ที่ 4 คะแนน

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 บทนำ

บทนี้จะนำเสนอผลการศึกษาวิจัย ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี โดยใช้เกณฑ์การประเมินการจัดการพลังงานตามมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งาน(LEED EBOM) เป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีการเข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว โดยจะนำเสนอผลการศึกษาของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี นำเสนอแนวทางการประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งาน(LEED EBOM)

4.2 การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคาร

ในการศึกษานี้ใช้การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานในอาคาร Energy Plus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรมและใส่ข้อมูลเบื้องต้นของอาคารเพื่อเป็นอาคารต้นแบบสำหรับการปรับปรุงการใช้พลังงานภายในอาคาร การใช้พลังงานในอาคาร การกำหนดโซน ตำแหน่ง หรือวัสดุต่างๆที่ใช้ทำกรอบอาคาร ผนัง หน้าต่าง ประตู และหลังคา ระบบปรับอากาศในอาคารจำนวนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละโซน และลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละโซน การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

เมื่อทำการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และกำหนดการใช้พลังงานต่างๆของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงตามใบเสร็จค่าไฟฟ้า โดยมีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน 2.70 % ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนที่ไม่มากเกินกว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจริง จึงสามารถใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ที่สร้างขึ้นเป็นตัวแทนการศึกษามาตรการการ

ประหยัดพลังงาน โดยทำการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 3 ปี แสดงในตารางที่ 4.1 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานในปี 2559 โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 85.73 % ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเกิน 5 % เนื่องจากในปี 2559 อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการปรับปรุงอาคารทั้งอาคาร จึงส่งผลให้ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงมีค่าน้อยส่งให้ค่าความคลาดเคลื่อนมากและในตารางที่ 4.2 ในปี 2561 มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2.70 %

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ปี 2559

เดือน	**ค่าปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน (kWh)**	**ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง (kWh)**
มกราคม	53,692.56	5,017
กุมภาพันธ์	48,462.57	6,085
มีนาคม	57,069.8	8,452
เมษายน	58,139.53	7,591
พฤษภาคม	58,894.27	4,942
มิถุนายน	57,675.52	1,265
กรกฎาคม	56,865.64	1,518
สิงหาคม	56,578.38	1,473
กันยายน	53,974.21	1,162
ตุลาคม	56,385.75	950
พฤศจิกายน	52,472.04	666
ธันวาคม	52,459.34	217
ค่าเฉลี่ย	55,222.47 kWh/year	3,278.167 kWh/year

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลอง	55,222.47	kWh/year
ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง	3,278.167	kWh/year
ค่าเฉลี่ยจากการใช้ห้องเรียน	41.6	%

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน x ค่าเฉลี่ยจากการใช้ห้องเรียน

22,972.55 kWh/year

ค่าความคลาดเคลื่อน 85.73 %

หมายเหตุ ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเกิน 5 % เนื่องจากในปี 2559 อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการปรับปรุงอาคารทั้งอาคาร จึงส่งผลให้ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงมีค่าน้อยส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาก

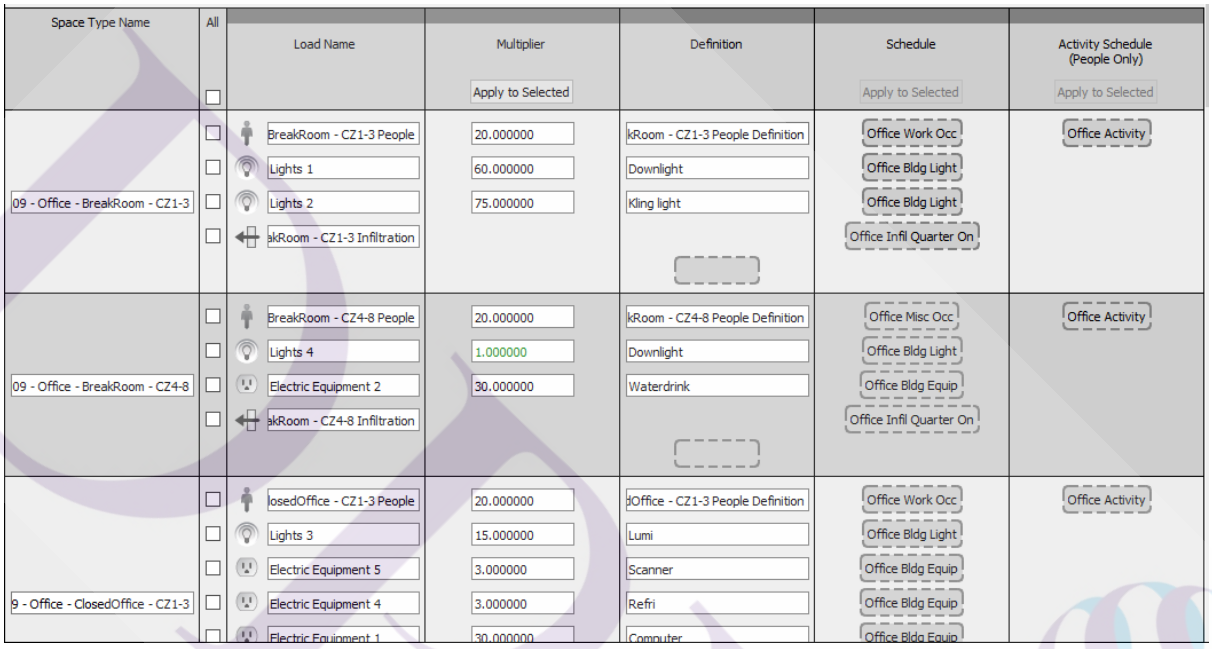
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ปี 2561

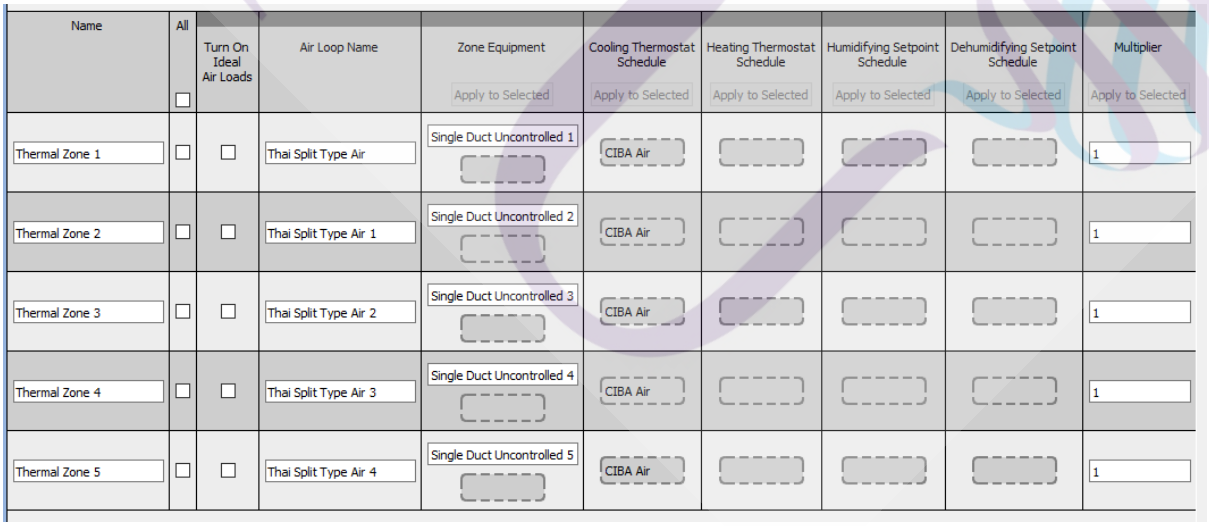
เดือน	ค่าปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน (kWh)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง (kWh)
มกราคม	53,692.56	21,180
กุมภาพันธ์	48,462.57	23,280
มีนาคม	57,069.8	24,610
เมษายน	58,139.53	20,260
พฤษภาคม	58,894.27	21,800
มิถุนายน	57,675.52	20,450
กรกฎาคม	56,865.64	19,620
สิงหาคม	56,578.38	24,530
กันยายน	53,974.21	26,240
ตุลาคม	56,385.75	24,490
พฤศจิกายน	52,472.04	25,250
ธันวาคม	52,459.34	16,510
ค่าเฉลี่ย	55,222.47 kWh/year	22,352.00 kWh/year

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลอง 55,222.47 kWh/year

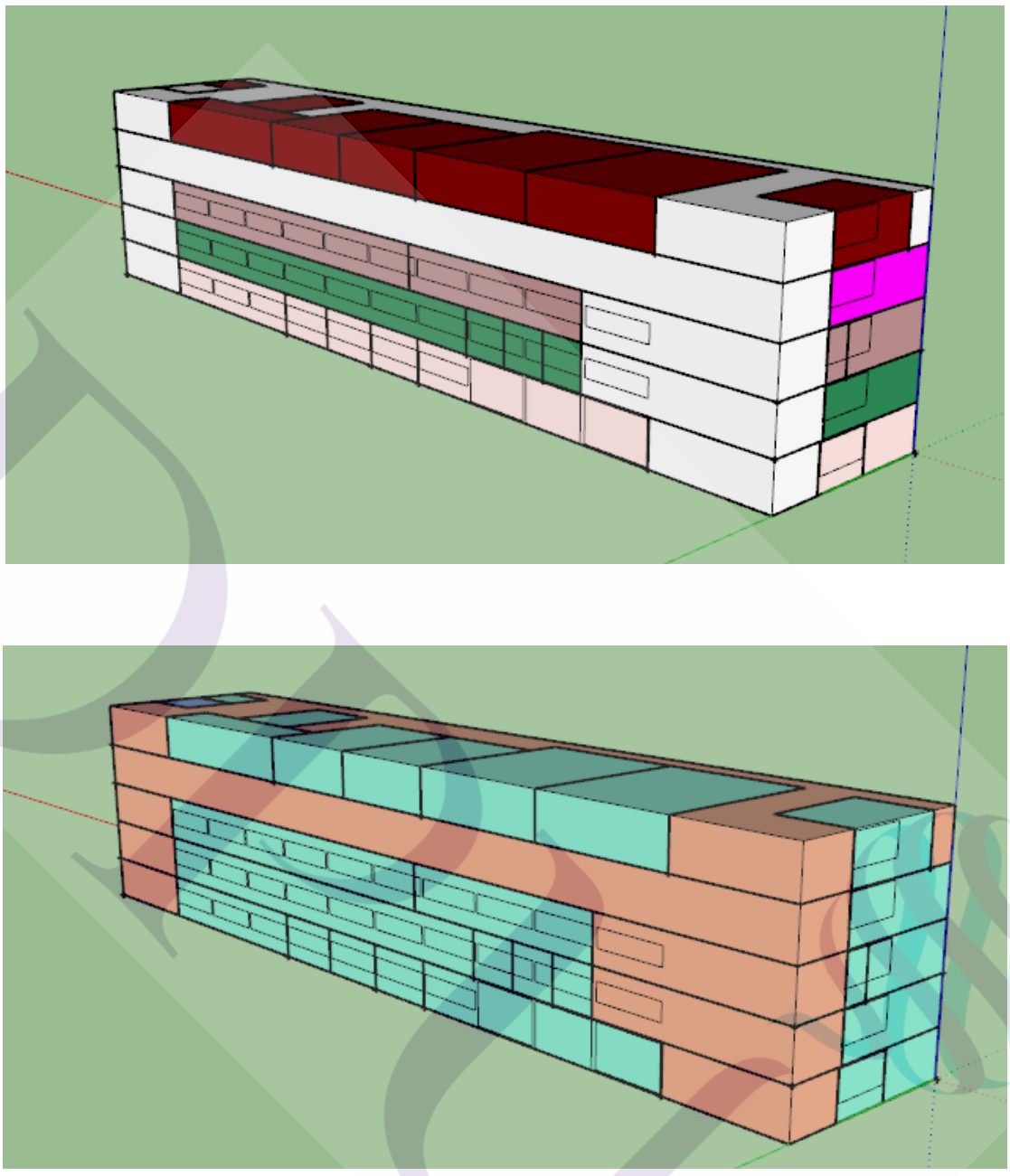
ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 22,352.00 kWh/year

ค่าเฉลี่ยจากการใช้ห้องเรียน	41.6	%
ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน x ค่าเฉลี่ยจากการใช้ห้องเรียน	22,972.55	kWh/year
ค่าความคลาดเคลื่อน	2.70	%





ภาพที่ 4.1 แสดงการกรอกข้อมูลในส่วนระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 4.2 การแบ่งพื้นที่ใช้งานตามการใช้งานของห้องในอาคารและพื้นที่ปรับอากาศ

ในภาพที่ 4.1 แสดงการกรอกข้อมูลในส่วนระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศและในรภาพที่ 4.2 รูปด้านบนแสดงการแบ่งพื้นที่ใช้งานว่าแต่ละห้องมีการใช้งานอย่างไร เช่น ชั้น 1,2,3 เป็นส่วนสำนักงาน ชั้น4,5 เป็นส่วนของห้องเรียน และในรูปด้านล่างแสดงการแบ่งพื้นที่ปรับอากาศในแต่ละโซน โดยมีพื้นที่ปรับอากาศที่ใช้งานแตกต่างกัน

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหมวดหมู่

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการแยกตามหมวดหมู่ที่ได้กำหนดในเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งาน(LEED EBOM)โดยจะระบุคะแนนที่ได้และคะแนนเต็มกำกับไว้ในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

หมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง(Location and Transportation)

LT 1 การขนส่งทางเลือก (15 คะแนน)

โดยทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีพื้นที่จัดเก็บจักรยาน หรือสถานที่เก็บจักรยานที่ปลอดภัยสำหรับผู้ใช้อาคารเกิน 2.5% ของผู้ใช้อาคาร และมีทางเดินสำหรับผู้ใช้อาคาร หรือสิ่งอำนวยความสะดวกสบายสำหรับคนเดินทางเท้าและการใช้งานบริเวณใกล้เคียง เกินกว่า 5 จุด ดังภาพที่ 4.3

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนนที่ได้ 10

แนวทางการดำเนินการ

มีพื้นที่สำหรับการเก็บจักรยานเกิน 2.5 % ของผู้ใช้อาคารและมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินทางเท้าและการใช้งานของพื้นที่ใกล้เคียง

ภาพที่ 4.3 พื้นที่จอดรถจักรยาน และพื้นที่ทางเดินรอบอาคาร

สรุปคะแนน หมวดที่ 1 คะแนนเต็ม 15 คะแนน คะแนนที่ได้ 10 คะแนน (ผ่าน)

หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)

SS P1 นโยบายการบริหารจัดการพื้นที่ (บังคับ)

โดยทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการจัดการขยะอินทรีย์และพืชแปลกใหม่ที่รุกรานในพื้นที่ และมีการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์ในพื้นที่ และมีการทำความสะอาดในพื้นที่ทางเดิน และพื้นที่ที่ไม่มีการใช้งาน ดังภาพที่ 4.4

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.4 การทำความสะอาดพื้นที่ทางเดิน

SS 1 การฟื้นฟูพื้นที่และการพัฒนาพื้นที่ (2 คะแนน)

ทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีพืชพื้นเมืองหรือพืชดัดแปลงเกิน 20 % ของพื้นที่ทั้งหมดของอาคาร ดังภาพที่ 4.5

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

ภาพที่ 4.5 ลักษณะพื้นที่ที่มีพืชพื้นเมืองและพืชดัดแปลงที่อยู่รอบอาคาร

SS 2 การบริหารจัดการน้ำฝน (3 คะแนน)

มีการจัดทำถังน้ำฝนเพื่อจัดเก็บน้ำฝน และมีการบำบัดน้ำเสีย 25 % ของการปล่อยน้ำเสีย ดังภาพที่ 4.6

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนนที่ได้ 3

ภาพที่ 4.6 ถังเก็บน้ำฝน และน้ำจากการบำบัด

SS 3 การลดพลังงานของกลุ่มความร้อน(หลังคา) (2 คะแนน)

โดยทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีพื้นที่ของหลังคาพื้นที่ที่ไม่ใช่หลังคา และพื้นที่สูง ไม่มีพืชปกคลุมหรือให้ร่มเงาแก่อาคาร ดังภาพที่ 4.7

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ปลูกพืชบนหลังคาอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี เพื่อให้ร่มเงาแก่อาคารเรียน โดยควรปลูกพืชให้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 % ของพื้นที่หลังคา

ภาพที่ 4.7 พื้นที่หลังคาของอาคาร

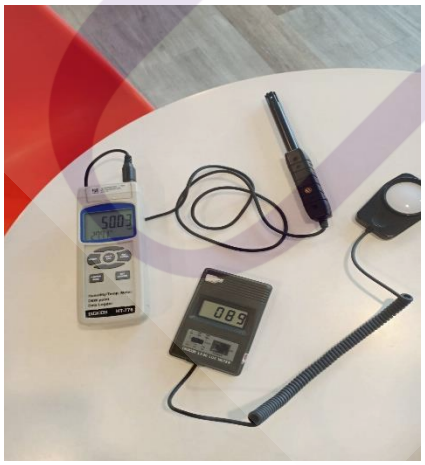
SS 4 การลดมลภาวะทางแสง (1 คะแนน)

โดยอาคารเรียนมีผลรวมของค่าเฉลี่ยของแสงสว่างของลูเมนหลอดไฟฟ้าไม่ถึง 2,500 ลูเมน โดยวัดจากมุมที่มีแนวตั้งมากกว่า 90 องศา จากแนวหลอดไฟลง ดังภาพที่ 4.8

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

เปลี่ยนหลอดไฟที่มีความสว่างตามมาตรฐานและติดตั้งหลอดไฟฟ้าแสงสว่างเพิ่มเติมในพื้นที่ทางเดิน และพื้นที่พักผ่อน



ภาพที่ 4.8 การวัดความเข้มของแสงสว่างในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

SS 5 การบริหารจัดการพื้นที่ (1 คะแนน)

โดยทางอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีพื้นที่สำหรับเพาะปลูกหญ้าเกิน 25 % หรือน้อยกว่าพื้นที่เพาะปลูกพืชอื่นๆ ดังภาพที่ 4.9

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

ภาพที่ 4.9 พื้นที่สนามหญ้าบริเวณอาคาร

SS 6 แผนการพัฒนาพื้นที่ (1 คะแนน)

ไม่มีการวางแผนในการพัฒนาหรือปรับปรุงระบบนิเวศ เนื่องจากระบบนิเวศโดยรอบของอาคารหรือพื้นที่ใกล้เคียงของอาคารมีพืชและระบบนิเวศที่สมบูรณ์และถาวรจึงไม่มีแผนในการปรับปรุงระบบนิเวศโดยรอบ

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

จัดทำแผนในการพัฒนาหรือปรับปรุงระบบนิเวศโดยรอบของอาคาร

สรุปคะแนน หมวดที่ 2 คะแนนเต็ม 10 คะแนน คะแนนที่ได้ 6 คะแนน (ผ่าน)

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency)

WE P1 การลดการใช้น้ำในอาคาร (บังคับ)

ในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำ และบันทึกผลเพื่อสร้างข้อมูลพื้นฐานการใช้น้ำ

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำ ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีและเก็บข้อมูลบันทึกผลการใช้น้ำของอาคารเพื่อสร้างข้อมูลพื้นฐานการใช้น้ำ

WE P2 การวัดระดับน้ำในอาคาร (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย หรือแยกเฉพาะอาคารสำหรับการวัดน้ำเพื่อบริโภค มีแต่การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำรวมของทุกอาคาร

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำในอาคารของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีเพื่อวัดปริมาณการบริโภคน้ำดื่มทั้งหมดของผู้ใช้อาคาร

WE 1 การลดการใช้น้ำภายนอกอาคาร (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีการติดตั้งถังเก็บน้ำเพื่อนำน้ำมาใช้ภายนอกอาคารเพื่อลดการใช้น้ำจากชลประทาน ดังภาพที่ 4.10 แต่เนื่องด้วยไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินข้อบังคับ ดังนั้นคะแนนในข้อนี้ จึงไม่ได้คะแนนการประเมิน

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

ภาพที่ 4.10 ถังเก็บน้ำฝน และน้ำจากการบำบัด เพื่อนำมาใช้ภายนอกอาคาร

WE 2 การลดการใช้น้ำภายในอาคาร (5 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีการนำน้ำเสียมาบำบัดเพื่อให้เป็นน้ำสะอาดและปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และไม่มีการนำน้ำที่ได้จากการบำบัดมาใช้ในอาคาร

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 5 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

นำน้ำบางส่วนที่ได้จากการบำบัดมาใช้ในอาคาร เช่น นำน้ำมาใช้กับโถสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ เพื่อลดการใช้น้ำจากชลประทาน

WE 3 การใช้น้ำของหอหล่อเย็น (3 คะแนน)

เนื่องจากอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีไม่มีการใช้หอหล่อเย็นของเครื่องปรับอากาศ จึงไม่มีการนำน้ำมาใช้ในหอหล่อเย็น

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนนที่ได้ 0

WE 4 มาตรวัดน้ำ (2 คะแนน)

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย และมิเตอร์วัดการใช้น้ำในอาคารเพื่อบันทึกข้อมูลการใช้น้ำในอาคาร

สรุปคะแนน หมวดที่ 3 คะแนนเต็ม 12 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

EA P1 แนวทางการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการจัดแจงเวลาตารางการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารตามตารางการเรียนการสอน และการใช้อาคารในช่วงเวลาต่างๆ ดังภาพที่ 4.11

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.11 ตารางการเรียนการสอนของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

EA P2 ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (บังคับ)

ในปีพ.ศ. 2559 อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 39,338 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 11.434 kWh/m2/y และในปีพ.ศ. 2561 อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 268,220 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.96 kWh/m2/y ซึ่งอยู่ในค่ามาตรฐานอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ. 2551 ดังตารางที่ 4.3

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ตารางที่ 4.3 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551

ประเภทอาคาร	อาคารอ้างอิง kWh/m^2-y	อาคารมาตรฐานตามพ.ร.บ. kWh/m^2-y
สำนักงาน	146.4	98.7
โรงแรม	173.2	117.0
โรงพยาบาล	148.8	123.9
ห้างสรรพสินค้า	556.0	394.3
สถานศึกษา	94.0	79.3
อาคารอื่น ๆ	139.7	117.2
อาคารชุด	118.4	105.3
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	394.7	300.9

EA P3 การวัดพลังงานในอาคาร (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการติดตั้งมิเตอร์เพื่อวัดพลังงานในอาคารและมีการรวบรวมข้อมูลเครื่องวัดเพื่อสรุปรายเดือนและรายปี ดังภาพที่ 4.12 และตารางที่ 4.4

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.12 มิเตอร์ไฟฟ้าของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการใช้พลังงานของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ปี 2561

เดือน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง (kWh)
มกราคม	21,180
กุมภาพันธ์	23,280
มีนาคม	24,610
เมษายน	20,260
พฤษภาคม	21,800
มิถุนายน	20,450
กรกฎาคม	19,620
สิงหาคม	24,530
กันยายน	26,240
ตุลาคม	24,490
พฤศจิกายน	25,250
ธันวาคม	16,510
ค่าเฉลี่ย	22,352.00 kWh/year

EA P4 การจัดการสารทำความเย็น (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้สารทำความเย็น R410A แทนการใช้สารทำความเย็นที่มีสาร CFC ในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 4.13

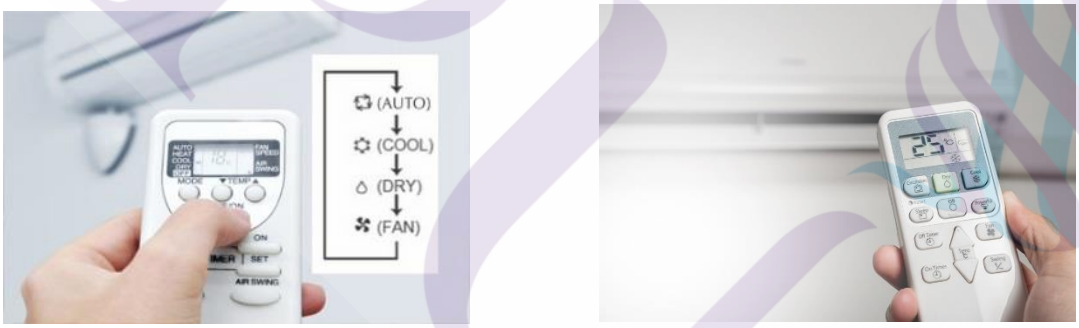
สรุปคะแนน <u>บังคับ</u> คะแนนที่ได้ <u>ผ่าน</u>

ภาพที่ 4.13 สารทำความเย็น R410A (https://www.tigcs.co.th)

EA 1 การวิเคราะห์ทดสอบอาคารระหว่างการใช้งาน (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการปรับปรุงและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ทันสมัยและประหยัดพลังงาน และผู้ที่ใช้อาคารมีส่วนร่วมในการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะที่ไม่ใช้งาน และมีการปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมและประหยัดพลังงานอีกด้วย ดังภาพที่ 4.14

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2



ภาพที่ 4.14 การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

EA 2 การดำเนินงานทดสอบอาคารระหว่างการใช้งาน (2 คะแนน)

ฝ่ายผู้ปฏิบัติการอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการฝึกอบรมพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 4.15

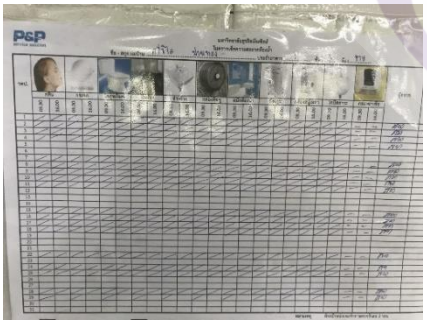
สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างการอบรมของผู้ปฏิบัติการอาคาร

EA 3 การทดสอบอย่างต่อเนื่อง (3 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีแผนการสำหรับการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและการทดสอบระบบต่างๆเป็นประจำ ดังภาพที่ 4.16

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนนที่ได้ 3



ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างการตรวจสอบอุปกรณ์

EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (20 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของอาคาร เพื่อบันทึกการใช้พลังงาน โดยในปีพ.ศ. 2559 อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 39,338 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 11.434 kWh/m2/y และมีการปรับปรุงอาคารในปี พ.ศ. 2560 และเริ่มเปิดทำการในปีพ.ศ. 2561 โดยอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในปี พ.ศ. 2561 เท่ากับ 268,220 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.96 kWh/m2/y ซึ่งอยู่ในค่ามาตรฐานอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ. 2551 ตามตารางที่ 4.5 แต่เนื่องด้วยอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีมีการปรับปรุงในปี พ.ศ. 2560 จึงไม่มีค่าการใช้พลังงานในการเปรียบเทียบการปรับปรุงของปี พ.ศ. 2560 กับ ปี พ.ศ. 2561

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนนที่ได้ 0

ตารางที่ 4.5 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551

ประเภทอาคาร	อาคารอ้างอิง $kWh/m^2\text{-}y$	อาคารมาตรฐานตามพ.ร.บ. $kWh/m^2\text{-}y$
สำนักงาน	146.4	98.7
โรงแรม	173.2	117.0
โรงพยาบาล	148.8	123.9
ห้างสรรพสินค้า	556.0	394.3
สถานศึกษา	94.0	79.3
อาคารอื่น ๆ	139.7	117.2
อาคารชุด	118.4	105.3
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	394.7	300.9

EA 5 การวัดพลังงานขั้นสูง (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการจัดเก็บข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร เป็นเวลา 24 เดือนหลังจากการปรับปรุงอาคาร แต่เนื่องด้วยการประเมินจะต้องมีการเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าอย่างน้อย 36 เดือน จึงทำให้การเก็บข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในข้อนี้ไม่ได้คะแนน

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

EA 6 การตอบสนองความต้องการ (3 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานแบบเรียลไทม์ในการเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานแบบเรียลไทม์เพื่อบันทึกข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละช่วงเวลา เพื่อทำการตรวจสอบโหลดไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลานั้นและเปรียบเทียบกับการวัดโหลดไฟฟ้าและทำการลดการใช้โหลดไฟฟ้าอย่างน้อย 10 % ในช่วงเวลาที่มีโหลดสูงสุด

EA 7 พลังงานทดแทนและการชดเชยคาร์บอน (5 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่มีการใช้พลังงานจากพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในอาคาร

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 5 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งแผงโซลาร์รูฟท็อปหรือพลังงานทดแทนแสงอาทิตย์ เพื่อนำพลังงานที่ได้มาใช้ในอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

EA 8 การจัดการสารทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้สารทำความเย็น R410A ซึ่งคุณสมบัติของ R410 A คือ มีค่า ODP ที่เป็นศูนย์ไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ แต่ค่า GWP มีค่าสูงถึง 2088 ซึ่งเป็นตัวทำลายชั้นโอโซนและการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

เลือกใช้สารทำความเย็นที่มีค่า GWP น้อยกว่า 50 และไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ ไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศและไม่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก

สรุปคะแนน หมวดที่ 4 คะแนนเต็ม 38 คะแนน คะแนนที่ได้ 7 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources)

MR P1 นโยบายการจัดซื้อขยะอย่างต่อเนื่อง (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีมาตรการลดของเสียและการจัดการขยะ โดยการแยกขยะและมาตรการการลดพลังงานและคาร์บอนโดยมีโครงการ มธบ.ร่วมใจลดใช้พลังงาน “ไม่ใช้….ก็ปิด” ดังรภาพที่ 4.17 และภาพปที่ 4.18

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.17 การแยกประเภทขยะ

ภาพที่ 4.18 โครงการ มธบ.ร่วมใจลดใช้พลังงาน “ไม่ใช้….ก็ปิด”

MR P2 นโยบายการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีนโยบายการจัดการการแยกขยะเพื่อนำไปรีไซเคิล และมีนโยบายการเปลี่ยนหลอดไฟหรือซ่อมแซมหลอดไฟเพื่อการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกของอาคาร

สรุปคะแนน <u>บังคับ</u> คะแนนที่ได้ <u>ผ่าน</u>

MR 1 การจัดซื้ออย่างต่อเนื่อง (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีนโยบายการเปลี่ยนหลอดไฟเกือบ 100% ของหลอดไฟในอาคาร โดยเปลี่ยนหลอดไฟแบบหลอดคอมแพ็กต์ ฟลูออเรสเซนต์มาเป็นหลอดไฟแบบ LED และหลอดไฟที่ประหยัดพลังงานและมีการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 4.19

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

วันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 แผนกช่างงานระบบ เลข PR.....

ลำดับ	รายการวัสดุ/รุ่น ยี่ห้อ/ขนาด	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	ราคา + VAT	รวม
1	หลอดกลม LED 6 W WRAMWHITE	12	หลอด	110	160.00	1,920.00
2	บัลลาส PHILIPS รุ่น HF-S 214 T5 1*28 W	24	ตัว	185	197.95	4,750.80
3	บัลลาส PHILIPS รุ่น HF-S 214 - 35 T5 2*28 W	24	ตัว	220	235.40	5,649.60
						12,320.40
	ราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 12,320.40 บาท					

วันที่ 26 พฤศจิกายน 2562 แผนกช่างงานระบบ เลข PR.....

ลำดับ	รายการวัสดุ/รุ่น ยี่ห้อ/ขนาด	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	ราคา + VAT	รวม
1	หลอด PHILIPS SEVER 14 W 3U WRAMWHITE	24	หลอด	65	69.55	1,669.20
	หลอด PHILIPS SEVER 14 W 3U cooldaylight	24	หลอด	65	69.55	1,669.20
2	หลอด PHILIPS SEVER 18 W 3U cooldaylight	24	หลอด	75	80.25	1,926.00
						5,264.40
	ราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 5,264.40 บาท					

ภาพที่ 4.19 การสั่งซื้อหลอดไฟอย่างต่อเนื่อง

MR 2 การจัดซื้อหลอดไฟ (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการจัดซื้อหลอดไฟที่เป็นหลอดไฟรุ่น Panel LED 9W ที่ไม่มีการปล่อยสารปรอท ดังภาพที่ 4.20

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างและรายละเอียดของหลอดไฟ

MR 3 การจัดซื้อการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการปรับปรุงอาคารทั้งอาคารและมีการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องของเฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ดังนั้นในเรื่องของการจัดซื้อการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกจึงไม่เป็นไปตามที่กำหนด

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

MR 4 การบริหารขยะมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีนโยบายการลดของเสียและการนำกลับมาใช้ใหม่ของกระดาษ โดยในอาคารเรียนจะมีกล่องกระดาษเพื่อเก็บกระดาษที่ไม่ใช้แล้ว นำกลับมาใช้ใหม่ในอาคารเพื่อลดของเสียและนำกระดาษที่ไม่ใช้แล้วมารีไซเคิลและมีการเก็บเศษใบไม้เพื่อนำไปเป็นอาหารให้แก่ไส้เดือน ดังภาพที่ 4.21 และภาพที่ 4.22

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

ภาพที่ 4.21 กล่องกระดาษสำหรับใส่กระดาษที่ไม่ใช้แล้ว เพื่อนำมารีไซเคิล

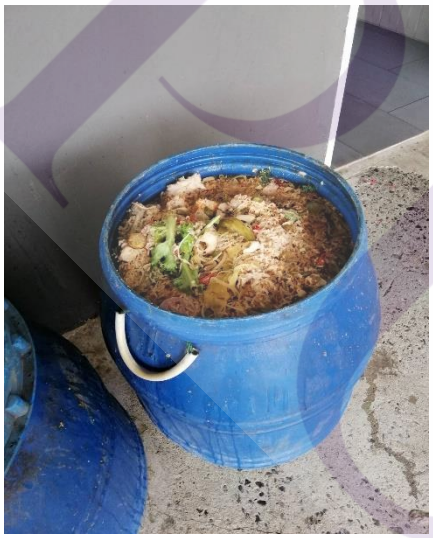
ภาพที่ 4.22 การนำเศษใบไม้ไปเป็นอาหารให้แก่ไส้เดือน

MR 5 การบริหารขยะมูลฝอยของการบำรุงรักษาและการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวก (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีนโยบายการนำขยะมูลฝอย เช่น เศษใบไม้ เศษอาหาร นำไปเป็นอาหารให้แก่ไส้เดือนและอาหารให้แก่หมู ดังภาพที่ 4.23 และรภาพที่ 4.24

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

ภาพที่ 4.23 การนำเศษใบไม้ไปเป็นอาหารให้แก่ไส้เดือน



ภาพที่ 4.24 การเก็บเศษอาหารเพื่อนำไปเป็นอาหารให้แก่หมู

สรุปคะแนน หมวดที่ 5 คะแนนเต็ม 8 คะแนน คะแนนที่ได้ 6 คะแนน (ผ่าน)

หมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร(Indoor Environmental Quality)

EQ P1 ประสิทธิภาพคุณภาพอากาศภายในอาคารขั้นต่ำ (บังคับ)

อัตราการระบายอากาศในพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ ผ่านตามเกณฑ์กำหนดในมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 Standards ดังรูปที่ 4.25 และคุณภาพอากาศภายในอาคาร = 17 cfm/person (-18%) สำหรับห้องทำงาน , คุณภาพอากาศในอาคาร = 8 cfm/person (-88%) สำหรับห้องเรียน

โดยคุณภาพอากาศภายในอาคาร ดังตารางที่ 4.6 คุณภาพอากาศภายในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ตารางที่ 4.6 คุณภาพอากาศภายในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

จุดตรวจวัด	คุณภาพอากาศในอาคาร cfm/person
ชั้น 1	16.98
ชั้น 2	15.11
ชั้น 3	14.80
ชั้น 4	9.89
ชั้น 5	8.25

รายละเอียด	หน่วย	มาตรฐาน วสท คุณภาพอากาศภายในอาคาร		
		ฉบับเก่า	ฉบับใหม่	เปลี่ยนแปลง %
ห้องเรียน Lecture Room	cfm / person	15	8	-88%
ห้องเรียน Class Room Age 5-8	cfm / person	15	15	0%
โถงล็อบบี้ ในโรงแรม	cfm / person	15	10	-50%
ห้องจัดเลี้ยง ในโรงแรม	cfm / person	20	6	-233%
ห้องทำงาน	cfm / person	20	17	-18%
ห้องประชุม	cfm / person	20	5	-300%
โถงเต้นร่า และ ดิสโก	cfm / person	25	21	-19%

ภาพที่ 4.25 ค่าคุณภาพอากาศภายในอาคารตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 Standards (อ้างอิงจาก วสท.)

EQ P2 การควบคุมควันบุหรี่เพื่อสิ่งแวดล้อม (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการแบ่งพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่ โดยมีระยะห่างจากอาคารมากกว่า 25 ฟุต ดังภาพที่ 4.26

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

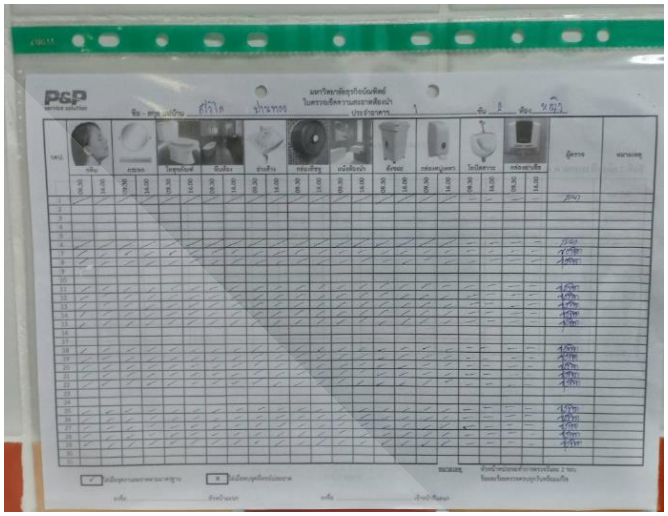
ภาพที่ 4.26 พื้นที่สำหรับสูบบุหรี่

EQ P3 นโยบายการทำความสะอาด (บังคับ)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีนโยบายการสั่งซื้อและใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากอุตสาหกรรมเขียวที่แสดงถึงการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์และมีแผนการทำความสะอาดเป็นแต่ละช่วงเวลา ดังภาพที่ 4.27 และภาพที่ 4.28

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.27 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากอุตสาหกรรมเขียว



ภาพที่ 4.28 ตัวอย่างแผนการทำความสะอาดแต่ละช่วงเวลา

EQ 1 โปรแกรมการจัดการคุณภาพอากาศในอาคาร (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่มีการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารตามหลักการของ I-BEAM(IAQ Building Education and Assessment Model) และไม่มีการป้องกันและแก้ไขเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ทำการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารตามหลักการของ I-BEAM(IAQ Building Education and Assessment Model) และทำการศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารและหาวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

EQ 2 การเพิ่มวิธีการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร (2 คะแนน)

โดยอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่มีพรมดักฝุ่นหน้าประตูทางเข้าเพื่อดักจับฝุ่นที่ติดมากับผู้ใช้อาคารและไม่มีระบบตรวจจับฝุ่นหรือกรองฝุ่นในอาคาร

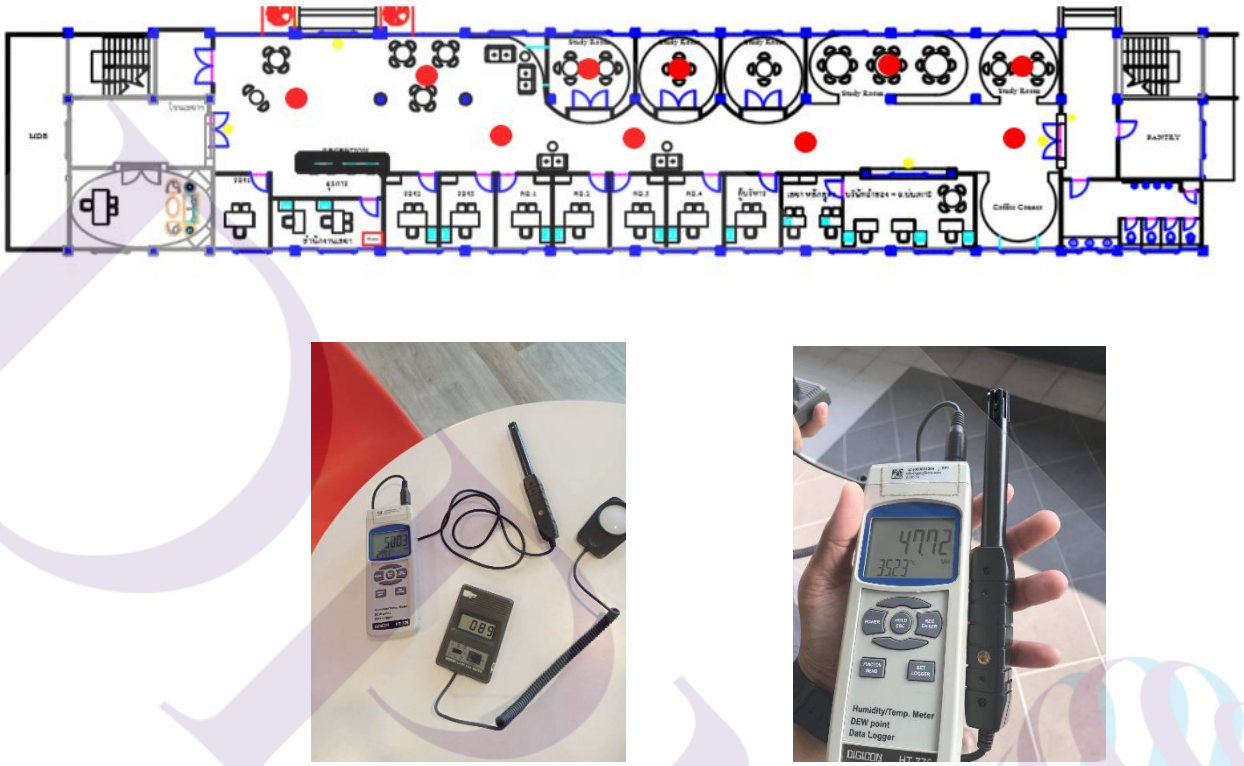
สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งระบบดักจับฝุ่นหรือเครื่องกรองอากาศในอาคารและติดตั้งพรมดักฝุ่นหน้าทางเข้าอาคารเพื่อดักฝุ่นที่ติดมากับผู้ใช้อาคาร

EQ 3 สภาวะน่าสบาย (1 คะแนน)

โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในพื้นที่ปรับอากาศบริเวณชั้น 1 โดยทำการสุ่มวัดพื้นที่ปรับอากาศ ณ เวลา 15.00 น. จำนวน 10 จุด มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 25.3 องศาเซลเซียส และความชื้นอยู่ที่ 51.05%RH ดังภาพที่ 4.29 – ภาพที่ 4.30 และ ตารางที่ 4.7



ภาพที่ 4.29 ตำแหน่งที่ทำการสุ่มวัดอุณหภูมิ ความชื้น

ภาพที่ 4.30 รูปการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ภายในอาคาร

ตารางที่ 4.7 ตารางตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ภายในอาคาร ณ เวลา 15.00 น. อุณหภูมิภายนอกอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส

จุดตรวจวัด	ความชื้น(%RH)	อุณหภูมิ(C)
1	52.2	25.3
2	51.0	25.14
3	51.1	25.02
4	52.1	25.2

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

จุดตรวจวัด	ความชื้น(%RH)	อุณหภูมิ(C)
5	51.02	25.4
6	51.02	25.2
7	50.93	25.4
8	50.04	25.62
9	50.1	25.5
10	51.02	25.64

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

EQ 4 แสงสว่างภายในอาคาร (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการติดตั้งหลอดโคมดาวน์ไลท์ LED EVE ทั้งอาคารเพื่อส่องสว่างแต่ไม่มีอุปกรณ์สำหรับปรับแสงเพื่อให้ได้เหมาะสมแก่ผู้ใช้งานในอาคาร

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างเพื่อให้ผู้ใช้อาคารสามารถปรับแสงสว่างได้ตามความเหมาะสมโดยต้องปรับระดับความสว่างได้ 3 ระดับ คือ เปิด ปิด และระดับกลาง

EQ 5 แสงสว่างจากธรรมชาติและคุณภาพในการมองเห็น (4 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีพื้นที่หน้าต่างในอาคารรวมทั้งหมดน้อยกว่า 50 % ของพื้นที่ผนังทั้งหมด ทำให้แสงสว่างจากธรรมชาติที่เข้ามาในอาคารและคุณภาพในการมองเห็นไม่ได้ตามมาตรฐานการประเมิน

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 4 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

ทำการติดตั้งหน้าต่างในห้องเรียนและสำนักงานเพิ่มเติม เพื่อให้แสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาในอาคารและเพื่อเพิ่มคุณภาพในการมองเห็นของผู้ใช้อาคาร

EQ 6 การประเมินประสิทธิภาพการทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากอุตสาหกรรมเขียวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังภาพที่ 4.31

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

ภาพที่ 4.30 ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากอุตสาหกรรมเขียว

EQ 7 วัสดุและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่ไม่มีฉลากเครื่องหมายรับรอง Green Seal และ UL EcoLogo

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีฉลากเครื่องหมายรับรอง Green Seal และ UL EcoLogo

EQ 8 อุปกรณ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้เครื่องดูดฝุ่นในการทำความสะอาดพื้นอาคารที่ไม่มีฉลากเครื่องหมายรับรอง Green Label Vacuum Program and operate

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

เลือกใช้เครื่องดูดฝุ่นหรืออุปกรณ์ทำความสะอาดที่มีฉลากเครื่องหมายรับรอง Green Label Vacuum Program and operate และเครื่องดูดฝุ่นต้องทำงานด้วยเสียงไม่เกิน 70 เดซิเบล

EQ 9 การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (2 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดแมลงและมีการแจ้งเตือนต่อผู้ใช้อาคารล่วงหน้า 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะทำการฉีดยากำจัดแมลง

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

EQ 10 การสำรวจความสะดวกสบายของผู้อยู่อาศัย (1 คะแนน)

ผลการสำรวจพบว่าผู้ที่ใช้อาคารมีความพึงพอใจกับคุณภาพอากาศในอาคาร

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

สรุปคะแนน หมวดที่ 6 คะแนนเต็ม 17 คะแนน คะแนนที่ได้ 5 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 7 นวัตกรรม(Innovation)

IN 1 นวัตกรรม (5 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีมาตรการอนุรักษ์พลังงานดังนี้

ระบบปรับอากาศ

1. ตั้งอุณหภูมิทุกเครื่องที่ 25 องศาเซลเซียส และตั้งความเร็วลมที่ระดับ F3 (High)

2. เปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเริ่มใช้งานเวลา 09.00 น. ปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงพักกลางวัน ระหว่างเวลา 12.00 – 13.00 น. หรือเมื่อไม่มีการใช้งานเป็นเวลา 1 ชม. และปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อเลิกงาน เวลาเลิกงาน 16.30 น. หรือ 18.00 น.

ระบบแสงสว่าง

1. เปิดไฟเฉพาะพื้นที่ที่ปฏิบัติงาน

2. ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลาพักกลางวัน เวลา 12.00 -13.00 น. หรือเมื่อไม่มีการใช้งาน

3. ในกรณีทางเดินในอาคารมีแสงสว่างจากธรรมชาติที่เพียงพอ ก็ไม่จำเป็นต้องเปิดไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณทางเดิน

เครื่องคอมพิวเตอร์

1. ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลาพักกลางวันระหว่างเวลา 12.00 – 13.00 น. และเมื่อไม่มีการใช้งานและถอดปลั๊กเมื่อสิ้นสุดการใช้งานในแต่ละวัน (ยกเว้นเครื่องพิมพ์ Fuji ที่ระบุว่าห้ามปิดเครื่อง)

การประชาสัมพันธ์

จัดประชุมชี้แจงเรื่องมาตรการประหยัดพลังงานข้างต้นภายในหน่วยงานและติดสติ๊กเกอร์หรือข้อความเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือสวิตซ์ทุกจุด

การใช้ลิฟต์

ควรใช้บันไดแทนการใช้ลิฟต์ขึ้นลงอาคาร ยกเว้นในกรณีขนของหรือยกของหนัก

ก๊อกน้ำ

การใช้น้ำควรปิดให้สนิททุกครั้งหลังการใช้งาน เมื่อพบเห็นมีก๊อกรั่วให้รีบแจ้งทางหน่วยงานผู้รับผิดชอบเข้าทำการแก้ไขทันที (เบอร์222)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ตระหนักถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม จึงมีความมุ่งมั่นที่จะเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการพัฒนาการใช้ทรัพยากรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการออกมาตรการต่างๆเพื่อการประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 5 คะแนนที่ได้ 2

IN 2 มีบุคคลที่ได้รับการรับรองจาก LEED ในคณะทำงาน (1 คะแนน)

แนวทางการดำเนินการ

จัดจ้าง LEED Accredited Professional (AP) มาร่วมโครงการระบุขอบเขตและหน้าที่ของ LEED Accredited Professional (AP) ให้ชัดเจน

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

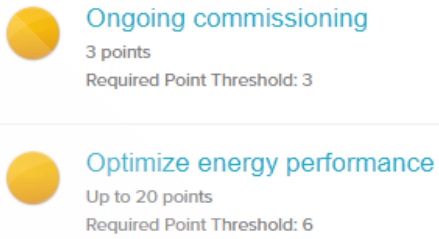
สรุปคะแนน หมวดที่ 7 คะแนนเต็ม 6 คะแนน คะแนนที่ได้ 2 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค(Regional Priority)

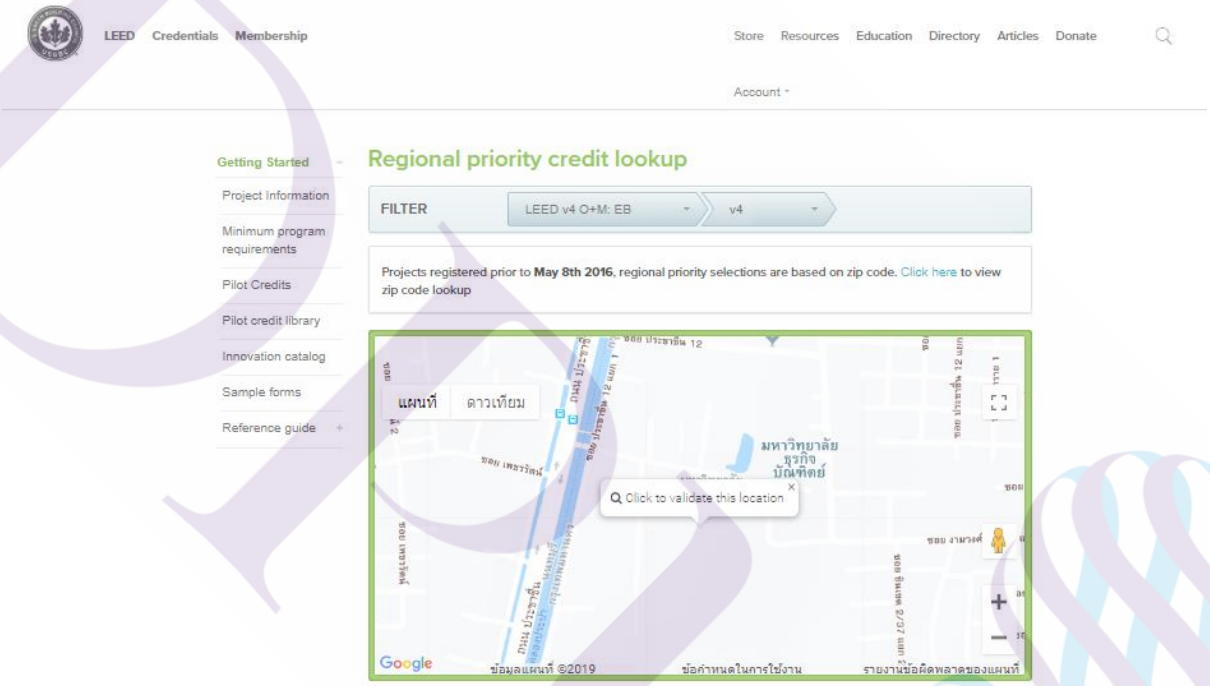
RP 1 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่ผ่านการประเมินและได้รับคะแนนในส่วนของ RP 1 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ ในหัวข้อของ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังภาพที่ 4.32 – ภาพที่ 4.33

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0



ภาพที่ 4.31 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค RP 1

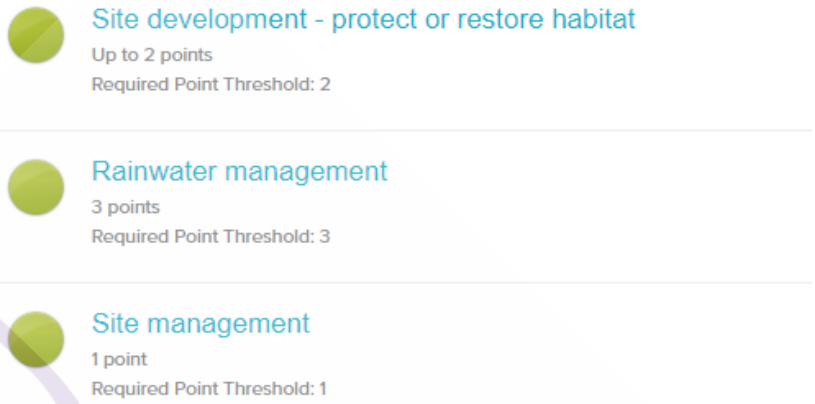


ภาพที่ 4.32 การเลือกพื้นที่ใน LEED เพื่อประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค(Regional Priority)

RP 2 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ผ่านการประเมินและได้รับคะแนนในส่วนของ RP 2 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ ดังภาพที่ 4.34

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

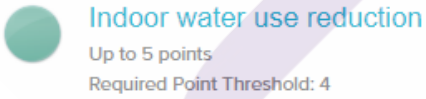


ภาพที่ 4.33 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค RP 2

RP 3 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ (1 คะแนน)

อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ไม่ผ่านการประเมินและได้รับคะแนนในส่วนของ RP 3 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ ในหัวข้อของ WE 2 การลดการใช้น้ำภายในอาคาร ดังภาพที่ 4.35

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

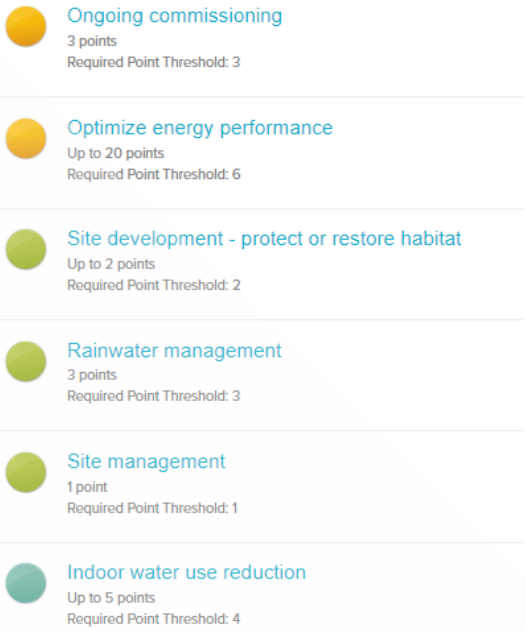


ภาพที่ 4.34 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค RP 3

RP 4 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ (1 คะแนน)

ในส่วนของหัวข้อนี้ไม่ปรากฏในเกณฑ์การประเมินของ LEED ในพื้นที่ ดังภาพที่ 4.36

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0



ภาพที่ 4.35 เกณฑ์การประเมินความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาคในหัวข้อต่างๆยกเว้นในหัวข้อ RP 4 ความสำคัญเร่งด่วน เครดิตเฉพาะ

สรุปคะแนน หมวดที่ 8 คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน (ไม่ผ่าน)

จากตารางที่ 4.8 เกณฑ์การประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งาน (LEED-EBOM) อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ได้คะแนนรวมเท่ากับ 37 คะแนน ระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้รับ LEED CERTIFIED (LEED Certified 40-49 คะแนน)

ตารางที่ 4.8 สรุปคะแนนประเมิน 8 หัวข้อ

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
LT	ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation)	15	10
SS	สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)	10	6
WE	การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency)	12	0
EA	พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)	38	7
MR	วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources)	8	6

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
EQ	คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร(Indoor Environmental Quality)	17	5
IN	นวัตกรรม(Innovation)	6	2
RP	ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค(Regional Priority)	4	1
รวม		110	37

4.4 มาตรการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มระดับเกณฑ์การประเมิน

จากการประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารระหว่างใช้งาน(LEED-EBOM) มาตรฐาน LEED เป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี การเข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวตามมาตรฐาน LEED โดยคะแนนเต็ม 110 คะแนน อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ได้คะแนนรวมเท่ากับ 37 คะแนน ซึ่งระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ (LEED CERTIFIED 40 – 49 คะแนน) และไม่ผ่านเกณฑ์ในข้อบังคับ หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency) เมื่อพิจารณาทั้ง 8 หมวด หมวดที่คะแนนน้อยที่สุดคือ หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency) และหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

4.4.1 การปรับปรุงอาคารให้ได้ระดับ CERTIFIED 40 – 49 คะแนน

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency)

1. ทำเกณฑ์ข้อบังคับในหัวข้อ WE P1 การลดการใช้น้ำในอาคาร (บังคับ) โดยการติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำและเก็บข้อมูลบันทึกผลการใช้น้ำของอาคารเพื่อสร้างข้อมูลพื้นฐานการใช้น้ำ

2. ทำเกณฑ์ข้อบังคับในหัวข้อ WE P2 การวัดระดับน้ำในอาคาร (บังคับ) โดยการติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณการบริโภคน้ำดื่มในอาคาร

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

1. ทำคะแนนในข้อ EA 7 พลังงานทดแทนและการชดเชยคาร์บอน (5 คะแนน) โดยทำการติดตั้งติดตั้งแผงโซลาร์รูฟท็อปหรือพลังงานทดแทนแสงอาทิตย์

4.4.2 การปรับปรุงอาคารให้ได้ระดับ SILVER 50 – 59 คะแนน

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

1. ทำคะแนนในข้อ EA 5 การวัดพลังงานขั้นสูง (2 คะแนน) โดยทำการเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าอย่างน้อย 36 เดือน

2. ทำคะแนนในข้อ EA 6 การตอบสนองความต้องการ (3 คะแนน) โดยทำการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานแบบเรียลไทม์

หมวดที่ 6 คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร(Indoor Environmental Quality)

1. ทำคะแนนในข้อ EQ 2 การเพิ่มวิธีการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร (2 คะแนน) โดยทำการติดตั้งระบบดักจับฝุ่นหรือเครื่องกรองอากาศในอาคารและติดตั้งพรมดักฝุ่นหน้าทางเข้า

2. ทำคะแนนในข้อ EQ 4 แสงสว่างภายในอาคาร (2 คะแนน) ทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่าง

4.4.3 การปรับปรุงอาคารให้ได้ระดับ GOLD 60 – 79 คะแนน

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ(Water Efficiency)

1. ทำคะแนนในข้อ WE 2 การลดการใช้น้ำภายในอาคาร (5 คะแนน) โดยทำการนำน้ำบางส่วนที่ได้จากการบำบัดมาใช้ในอาคาร

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

1. ทำคะแนนในข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (20 คะแนน) โดยทำการ

- เปลี่ยนฉนวนหลังคาที่มีความหนา 150 มม.
- ติดฟิล์มกรองแสงกันความร้อน
- ติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์
- เปลี่ยนขนาดของหลอดไฟ

4.5 การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

ในการทำคะแนนเพื่อเพิ่มระดับการประเมินนั้น มีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เช่น เครื่องปรับอากาศขนาด 48,000 BTU. 6kW เป็นต้น ทางผู้จัดทำจึงดำเนินการศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ของแต่ละมาตรการเพื่อนำเสนอผู้บริหารในการตัดสินใจ

โดยเรทการคิดค่าไฟฟ้ามาจากค่าเฉลี่ยของหน่วยไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2561 (kWh/y) หารด้วยค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า(บาท) ดังตารางที่ 4.9 จะได้เท่ากับ 4.36 บาทต่อหน่วย

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ปี 2561

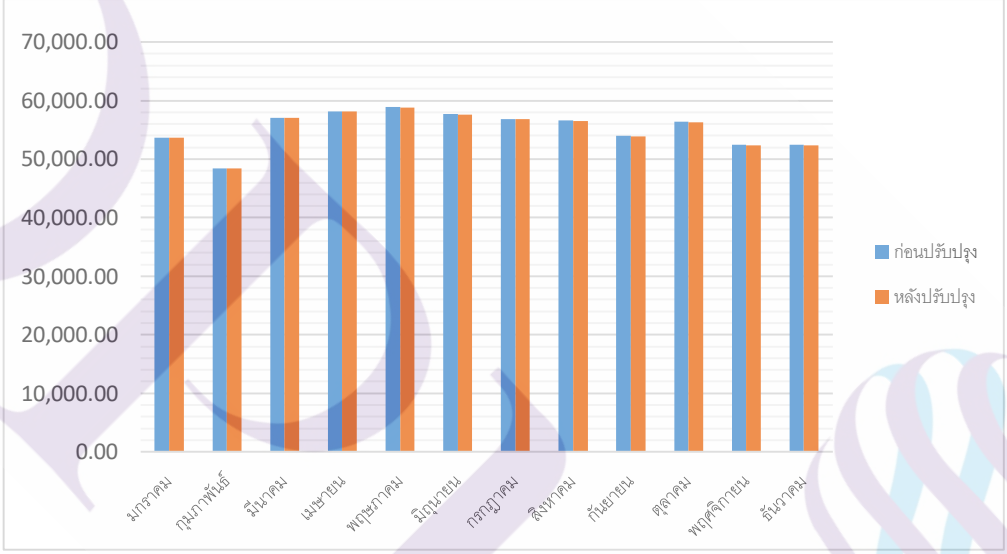
เดือน	หน่วยไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	บาท/หน่วย
มกราคม 61	566,376	2,516,597.21	4.44
กุมภาพันธ์ 61	643,286	2,809,855.32	4.37
มีนาคม 61	776,386	3,331,846.48	4.29
เมษายน 61	660,223	2,966,865.55	4.49
พฤษภาคม 61	529,275	2,355,812.66	4.45
มิถุนายน 61	659,309	2,876,679.34	4.36
กรกฎาคม 61	627,359	2,679,418.11	4.27
สิงหาคม 61	725,580	3,125,974.51	4.31
กันยายน 61	770,930	3,302,220.10	4.28
ตุลาคม 61	726,620	3,190,729.51	4.39
พฤศจิกายน 61	791,290	3,394,077.28	4.29
ธันวาคม 61	493,666	2,230,169.03	4.52
รวม	**7,970,300**	**34,780,245.10**	**4.36**

มาตรการที่ 1 การติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณบันไดและทางเดิน (Solar rooftop)

การใช้พลังงานทดแทนของหลอดไฟบริเวณทางเดินและบันได โดยทำการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 4 ชุด โดยคิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟบริเวณทางเดินและบันไดของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชีจำนวน 20 หลอด โดยแต่ละหลอดใช้กำลังไฟฟ้า 60 Wh. ดังนั้นบริเวณทางเดินและบันไดของอาคารจะใช้พลังงานทั้งหมด 1.2 kWh. ดังนั้นการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์รวมทั้งหมด 4 ชุด โดยแต่ละชุดมีขนาด 300 W ราคา 3,700 บาท รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25 %และอุปกรณ์อื่นๆ(Inverter, Battery) จะเท่ากับ 15,188 บาทต่อชุด จึงดำเนินการติดตั้งจำนวน 4 ชุด โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี และมีค่าบำรุงรักษาปีละ 10,000บาท การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 267,333 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.70 kWh/m^2/y ดังตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.37

ตารางที่ 4.10 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และ EA 7 พลังงานทดแทนและการชดเชยคาร์บอน

มาตรการที่ 1	ลงทุน (บาท)	ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)		ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)	ระยะคืนทุน (ปี)
ติดตั้งพลังงานทดแทน ติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์	60,750	886.55	3,865.36	เกินระยะโครงการ	



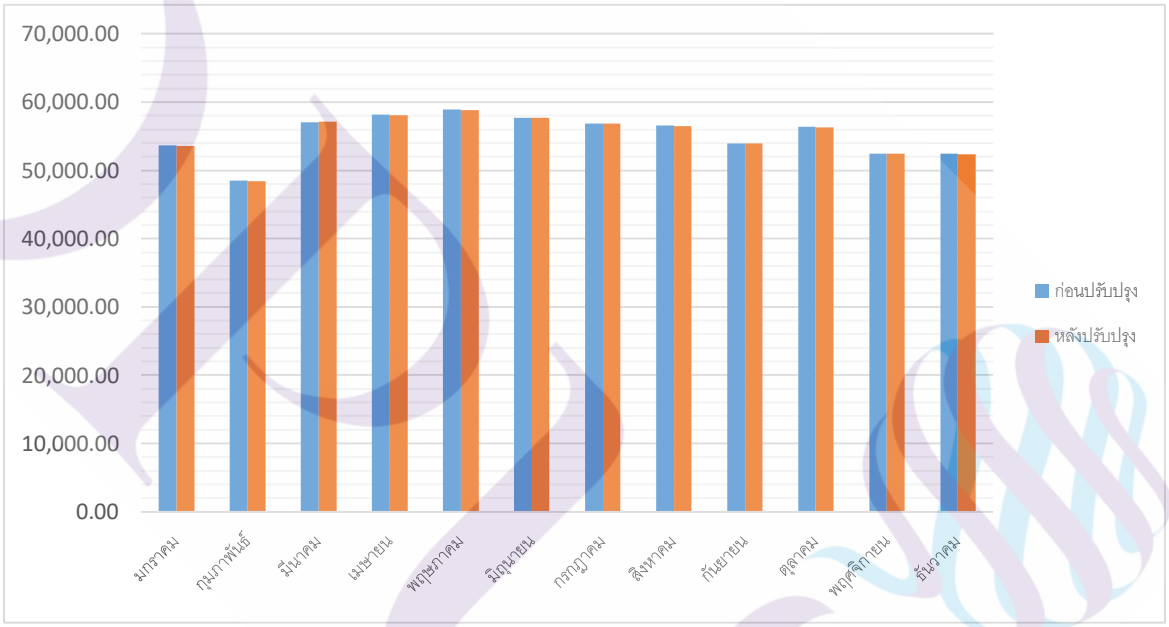
ภาพที่ 4.36 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง ติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์

มาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสง (Film)

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงในพื้นที่กระจก 249.57 ตร.ม. โดยคิดจากจำนวนพื้นที่กระจกของสำนักงานและห้องเรียนของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี โดยติดตั้งฟิล์มกรองแสงชนิดเซรามิค นาโน ซูพลีม พร้อมติดตั้งราคา 45,000 บาท/50 ตร.ม. รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25 % จะเท่ากับ 56,250 บาท/50ตร.ม. หรือ 1,125 บาท/ตร.ม. โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 267,760 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.83 kWh/m^2/y ดังตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.38

ตารางที่ 4.11 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยทำการติดตั้งฟิล์มกรองแสง

มาตรการที่ 2	ลงทุน (บาท)	ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)	ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)	ระยะคืนทุน (ปี)
ติดตั้งฟิล์มกรองแสง	280,768.5	460.26	2006.73	เกินระยะโครงการ



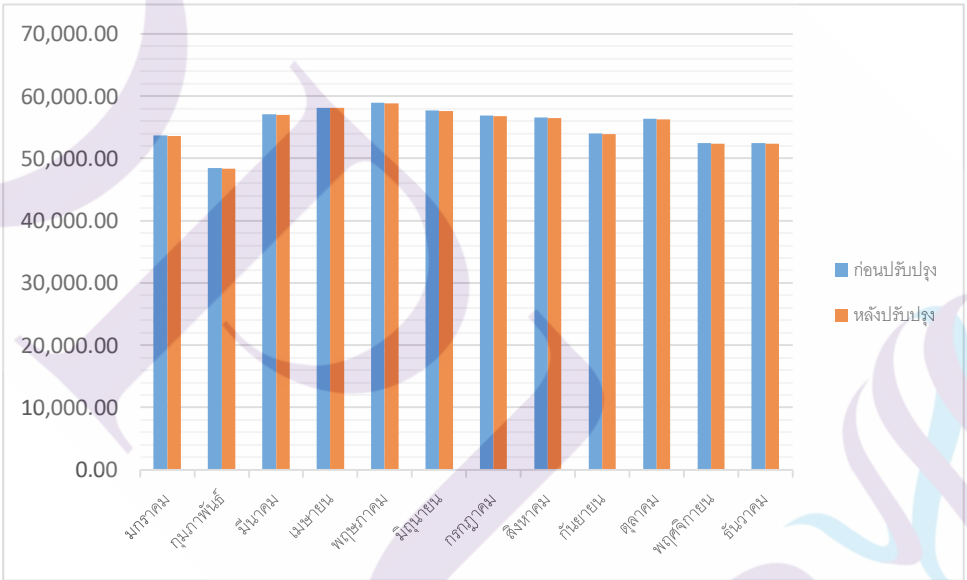
ภาพที่ 4.37 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง ติดตั้งฟิล์มกรองแสง

มาตรการที่ 3 ลงทุนเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED)

ทำการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) โดยการเปลี่ยนหลอด จำนวน 342 หลอด คิดระยะโครงการที่ 15 ปี และมีค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ทุกๆ 2 ปี เท่ากับ 18,810.00 บาท ทำการลงทุนมูลค่า 42,750.0 บาท ค่าไฟฟ้าลดลง 774.97 kWh/y หรือเท่ากับ 3,378.87 บาทต่อปี มีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 12.65 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 267,445 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.74 kWh/m^2/y ดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.39

ตารางที่ 4.12 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยทำการเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน(LED)

มาตรการที่ 3	ลงทุน (บาท)	ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)	ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)	ระยะคืนทุน (ปี)
เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงานจำนวน 342 หลอด	42,750.0	774.97	3,378.87	12.65



ภาพที่ 4.38 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน(LED)

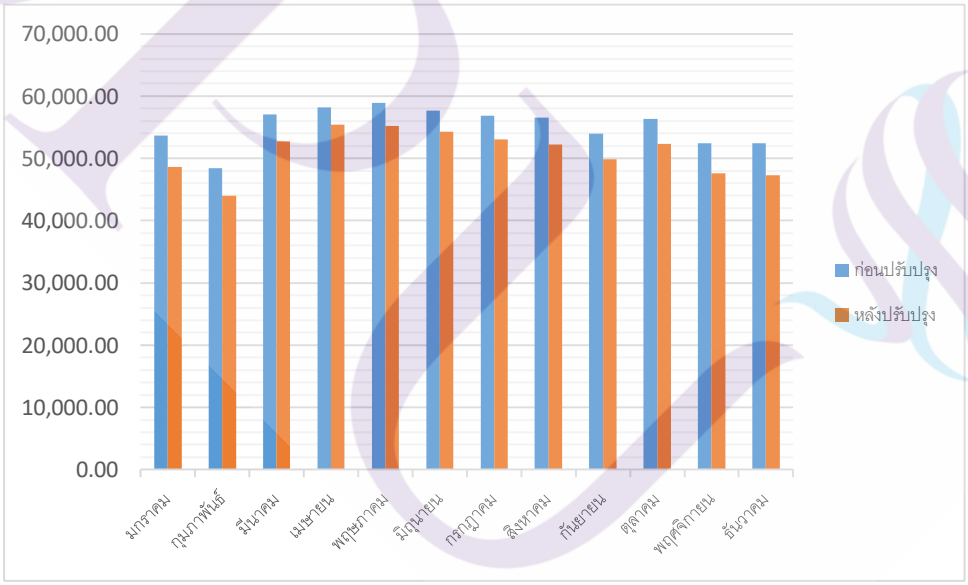
มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ (AC)

โดยลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 51 ชุด โดยคิดจากจำนวนเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ในปี พ.ศ. 2561 โดยเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่องพร้อมติดตั้งราคา 39,400 บาท รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25% จะเท่ากับ 49,250 บาทต่อชุด โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี และมีค่าบำรุงรักษาต่อเครื่องปีละ

2,000 บาท หรือเท่ากับ 102,000 บาทต่อปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 218,288 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.45 kWh/m^2/y ดังตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.40

ตารางที่ 4.13 ลงทุนในหัวข้อ EA 4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยทำการเปลี่ยนสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ

มาตรการที่ 4	ลงทุน (บาท)	ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปี จากแบบจำลอง (kWh/y)	ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)	ระยะคืนทุน (ปี)
เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นน้ำยา R32 ระบบ Inverter จำนวน 51 เครื่อง	2,511,750	49,931.73	217,702.3	11.54



ภาพที่ 4.39 เปรียบเทียบค่าพลังงานก่อน – หลัง ติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบ Inverter

มาตรการที่ 5 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 (Solar rooftop + Film) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 266,873.19 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.57 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 6 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 3 (Solar rooftop + LED) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 266,558.48 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.48 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 7 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 217,401.72 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.19 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 8 นำมาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 (Film + LED) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 266,984.77 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.60 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 9 นำมาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 4 (Film + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 217,828.01 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.31 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 10 นำมาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (LED + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 217,513.30 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.22 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 11 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 (Solar rooftop + Film + LED) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 266,098.22 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.35 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 12 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + Film + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 216,941.46 เท่ากับ kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.06 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 13 นำมาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Film + LED + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 217,053.04 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.09 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 14 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + Film + LED + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 216,166.49 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 62.83 kWh/m^2/y

ตารางที่ 4.14 สรุปผลการวิเคราะห์การลงทุนในแต่ละมาตรการ

มาตรการ	ลงทุน(บาท)	ค่าจากแบบจำลอง	ค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า (บาท)	ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวม (kWh/m^2/year)	ระยะคืนทุน (ปี)
มาตรการที่ 1(Solar rooftop)	60,750.00	886.55	3,865.36	77.7	15.72
มาตรการที่ 2(Film)	280,768.50	460.26	2006.73	77.83	139.91
มาตรการที่ 3(LED)	42,750.00	774.97	3,378.87	77.74	12.65
มาตรการที่ 4(AC)	2,511,750.00	49,931.73	217,702.30	63.45	11.54
มาตรการที่ 5(1+2)	341,518.50	1,346.81	5,872.09	77.57	58.16
มาตรการที่ 6(1+3)	103,500.00	1,661.52	7,244.23	77.48	14.29
มาตรการที่ 7(1+4)	2,572,500.00	50,818.28	221,567.66	63.19	11.61
มาตรการที่ 8(2+3)	323,518.50	1,235.23	5,385.60	77.60	60.07
มาตรการที่ 9(2+4)	2,792,518.50	50,391.99	219,709.03	63.31	12.71
มาตรการที่ 10(3+4)	2,554,500.00	50,706.70	221,081.17	63.22	11.55
มาตรการที่ 11(1+2+3)	384,268.50	2,121.78	9,250.96	77.35	41.54
มาตรการที่ 12(1+2+4)	2,853,268.50	51,278.54	223,574.39	63.06	12.762
มาตรการที่ 13(2+3+4)	2,835,268.50	51,166.96	223,087.90	63.09	12.71
มาตรการที่ 14(1+2+3+4)	2,896,018.50	52,053.51	226,953.26	62.83	12.76

จากตารางที่ 4.14 เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการหลักๆ พบว่า

มาตรการที่ 1 (Solar rooftop) มาตรการนี้มีการลงทุนน้อย ผลตอบแทนน้อยและเกินอายุโครงการที่ตั้งไว้ ส่งผลให้ความน่าสนใจในการลงทุนต่ำ

มาตรการที่ 2 (Film) มาตรการนี้มีการลงทุนสูง ผลตอบแทนต่ำ และเกินอายุโครงการที่ตั้งไว้ ส่งผลให้ความน่าสนใจในการลงทุนต่ำและพิจารณาในการลงทุนเป็นลำดับสุดท้ายของทั้ง 4 มาตรการหลัก

มาตรการที่ 3 (LED) มาตรการนี้มีการลงทุนน้อย และผลตอบแทนน้อย แต่เมื่อพิจารณาระยะคืนทุนของมาตรการนี้ซึ่งอยู่ในอายุโครงการที่ตั้งไว้ จึงเป็นมาตรการที่น่าสนใจในลำดับต้นๆ ในการพิจารณาการลงทุน

มาตรการที่ 4 (AC) แม้ว่ามาตรการนี้มีการลงทุนสูง แต่มีผลตอบแทนสูง จึงเป็นมาตรการที่น่าสนใจในการลงทุน

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาเพื่อทำการประเมินการจัดการพลังงานตามมาตรฐานอาคารเขียว (สำหรับอาคารเดิมที่เป็นบริหารจัดการ) โดยใช้อาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ระดับคะแนนการประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียวอยู่ที่ 37 คะแนน ระดับคะแนนไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จะได้รับ LEED CERTIFIED (LEED Certified 40-49 คะแนน) ก่อนการปรับปรุงพบว่าในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) มีคะแนนเต็มมากกว่าหัวข้ออื่น จึงได้นำเสนอมาตรการการลดการใช้พลังงานภายในอาคารและการใช้พลังงานในอาคารอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพและยังเพิ่มคะแนนในหมวดของพลังงานและบรรยากาศ โดยใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร EnergyPlus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ พบว่าการใช้พลังงานที่มาจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร ตามใบเสร็จค่าไฟฟ้าปี พ.ศ. 2561 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2.70 % และในปี พ.ศ. 2559 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 85.73% ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก ในปี พ.ศ. 2559 เนื่องจากอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มีการปรับปรุงทั้งภายในและภายนอกอาคาร จึงส่งผลให้ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2559 มีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง ดังนั้นเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในปี พ.ศ. 2561 และค่าจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ จึงสามารถใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ที่สร้างขึ้นนี้เป็นตัวแทนการศึกษามาตรการการประหยัดพลังงานและการประเมินความคุ้มค่าในความเหมาะสมในการลงทุน เมื่อพิจารณาในภาพรวมของมาตรการหลัก มาตรการที่ 4 เป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุนมากแต่ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารได้มากเมื่อเทียบกับการลงทุนและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมาตรการอื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นมาตรการที่น่าสนใจในการลงทุนเนื่องจากเป็นมาตรการที่มีอัตราผลตอบแทนภายในโครงการสูงและมีระยะคืนทุนอยู่ในระยะของโครงการ ใช้เงินลงทุนประมาณ 2,511,750 บาท ค่าไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 49,931.73 kWh/y หรือเท่ากับ 217,702.3 บาทต่อปี มีระยะการคืนทุนอยู่ที่ 11.54 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 218,288 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.45 kWh/m^2/y และการ

จำลองค่าการใช้พลังงานจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี จากมาตรการการลดการใช้พลังงานทั้ง 14 มาตรการ จะพบว่ามาตรการที่ 14 คือการนำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + Film + LED + AC) เป็นมาตรการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารมากที่สุด โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 62.83 kWh/m^2/y และมาตรการที่ 12 คือการนำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 4 (Solar rooftop + Film + AC) เป็นมาตรการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารรองลงมา โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.06 kWh/m^2/y และมาตรการที่ลดการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารได้น้อยที่สุด คือมาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสง (Film) โดยมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 77.83 kWh/m^2/y

5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

แนวทางการศึกษาโดยใช้เกณฑ์การประเมินตามมาตรฐานอาคารเขียว สำหรับอาคารเดิมที่เป็นบริหารจัดการ (LEED EBOM) และประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี โดยมุ่งเน้นในหัวข้อที่ 4 หมวดพลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)เป็นการมุ่งเน้นมาตรการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารและการปรับปรุงกรอบอาคาร เป็นหลักเพื่อมิให้กระทบกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร แต่ยังมีมาตรการการประหยัดพลังงานในแนวทางอื่นๆที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี ที่สามารถทำการศึกษาต่อไปในอนาคต ดังเช่นมาตรการดังต่อไปนี้

- มาตรการการติดตั้งสวิตซ์ไฟแสงสว่างแยกเป็นจุดๆ เพื่อลดการเปิดไฟแสงสว่างทั้งชั้น บริเวณทางเดินชั้น 4-5 ของอาคาร
- มาตรการการติดตั้งสวิตซ์ไฟแสงสว่างแบบปรับค่าความส่องสว่างของไฟแสงสว่างแต่ละพื้นที่ที่ใช้งาน เพื่อลดการใช้ไฟแสงสว่างที่มีแสงส่องสว่างเกินกว่าการใช้งาน
- มาตรการการติดตั้งเซ็นเซอร์การเคลื่อนไหวเพื่อควบคุมการเปิดปิดไฟแสงสว่างบริเวณห้องน้ำและทางเดิน
- มาตรการการลดการใช้ไฟส่องสว่างบริเวณพื้นที่ที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาเพื่อลดการใช้ไฟส่องสว่างและใช้แสงสว่างจากธรรมชาติแทนการใช้ไฟส่องสว่าง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จิตรภณ ศัลยวิทย์.(2562).*การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับอาคาร ระหว่างใช้งาน กรณีศึกษาโรงแรมดีพียูเพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.* มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ยุทธจักร หินทอง (2556).*การศึกษาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสถานศึกษาด้วยโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา: อาคารอำนวยการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ณัฐพล เขตกระโทก.(2556).*แนวทางการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว กรณีศึกษา: อาคารบรรณสารและสื่อสารการศึกษา*.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

คมสัน วิสาวะโท.(2560).*การศึกษามาตรการประหยัดพลังงานและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของอาคารประเภทห้องสมุด กรณีศึกษา: อาคารห้องสมุดเพื่อการเรียนรู้ของกรุงเทพมหานคร*.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จุฑามาศ สิทธิชัย.(2559).*การศึกษาเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวของประเทศไทยและต่างประเทศ.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2552). *กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ .ศ. 2552.* สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2562, จาก http://www.dede.go.th/ewt_dI_link.php?nid=40824

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.(2550).พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2).//สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2562, จาก http://www.eppo.go.th/admin/cab/law/2-1.pdf

LEED Standard .สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2562, จาก https://www.usgbc.org/leed

มาตรฐานอาคารเขียว.สืบค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2562,จาก: http://www2.oie.go.th/GWoods/

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร BESM. /สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2562,จาก: http://dede-peecb.bright-ce.com/document/(Final)%20BESM%20manual%20211059.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรม Energy Plus + Open Studio

ภาคผนวก ก
ความเป็นมาของโปรแกรม EnergyPlus

โปรแกรม EnergyPlus เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากในการทำนายปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคาร รวมถึงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งในขั้นตอนการออกแบบ การปรับปรุงอาคาร ตลอดจนการวิเคราะห์ผลจากมาตรการประหยัดพลังงาน ซึ่งโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารจะช่วยลดเวลาในการคำนวณด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์หรือสมการทางทฤษฎีต่างๆ และแสดงให้เห็นถึงผลของการใช้พลังงานในอาคารได้ชัดเจนมากขึ้น นอกจากนั้นแล้วยังสามารถนำไปขยายผลในการตัดสินใจเลือกวิธีการออกแบบอาคารเพื่อให้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด เมื่อคำนึงถึงเงินลงทุนและผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงาน อีกทั้งยังเป็นโปรแกรมที่ใช้ในด้านการออกแบบจำลองสองและสามมิติ เพื่อใช้ในงานด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม โปรแกรมนี้สามารถวิเคราะห์หาอัตราการใช้พลังงานของอาคารทั้งหมด โดยโปรแกรมจะหาปริมาณการใช้พลังงานที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งโปรแกรมจะสร้างสมมุติฐานการใช้พลังงานในอาคารโดยวิเคราะห์ถึงสภาพอากาศของที่นั้นๆด้วย โปรแกรมจะแสดงผลของพลังงานที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และยังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยจากอาคาร ฯลฯ

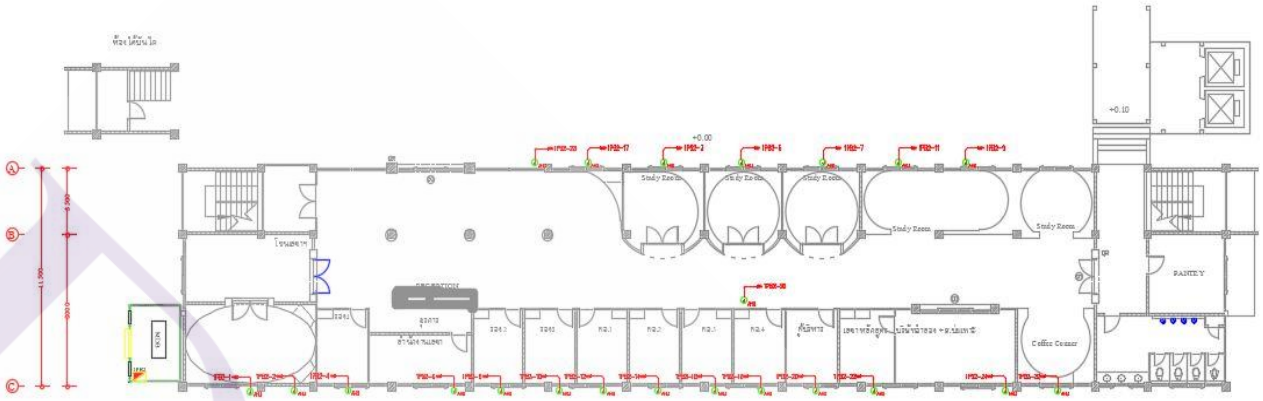
ภาคผนวก ข

รูปแบบอาคาร และไฟฟ้าแสงสว่าง

ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

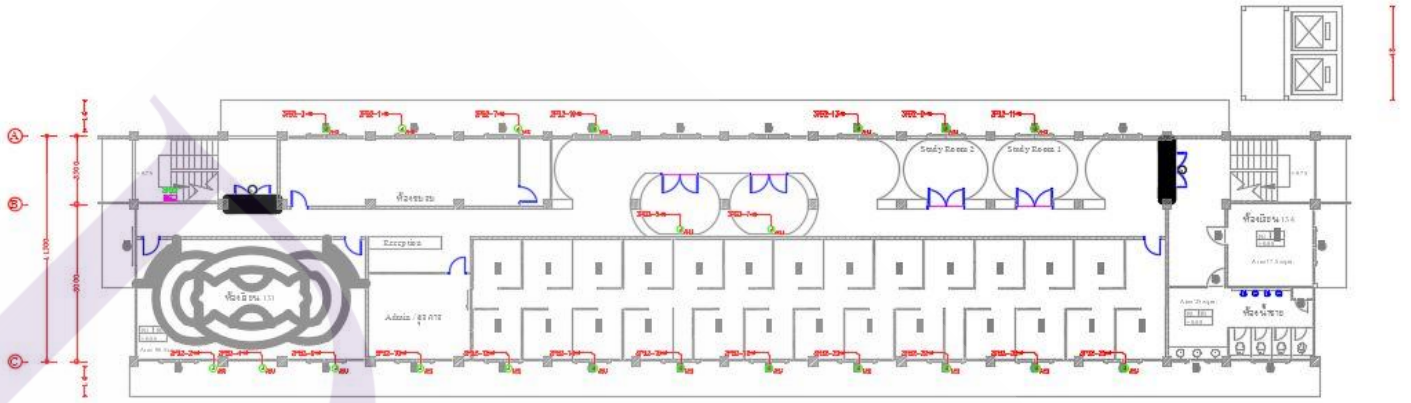
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ ข.1 แบบแปลนพื้นที่ชั้น 1 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

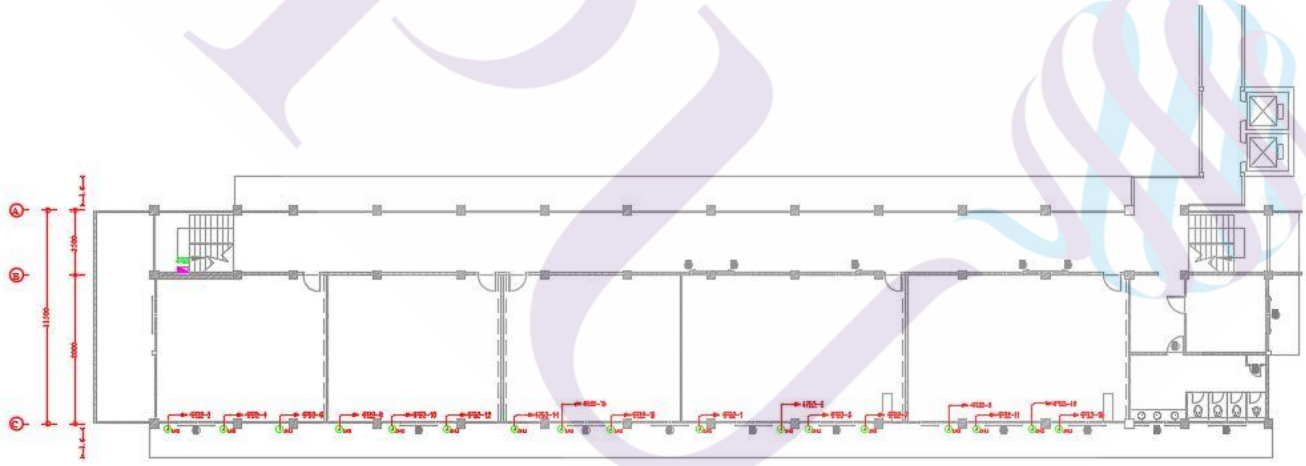


ภาพที่ ข.2 แบบแปลนพื้นที่ชั้น 2 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

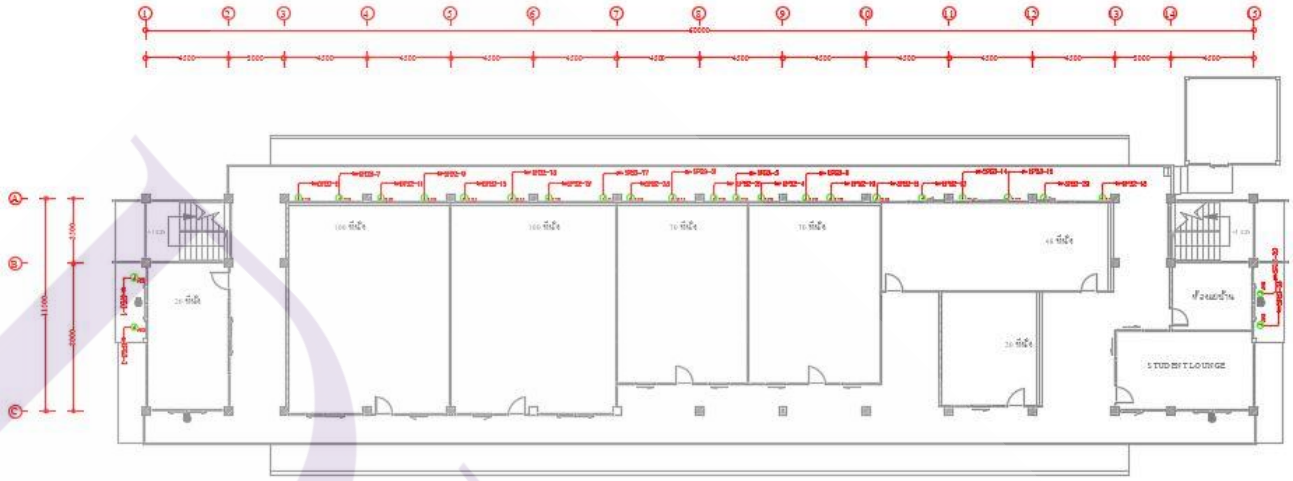
ภาพที่ ข.3 แบบแปลนพื้นที่ชั้น 3 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ ข.4 แบบแปลนพื้นที่ชั้น 4 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

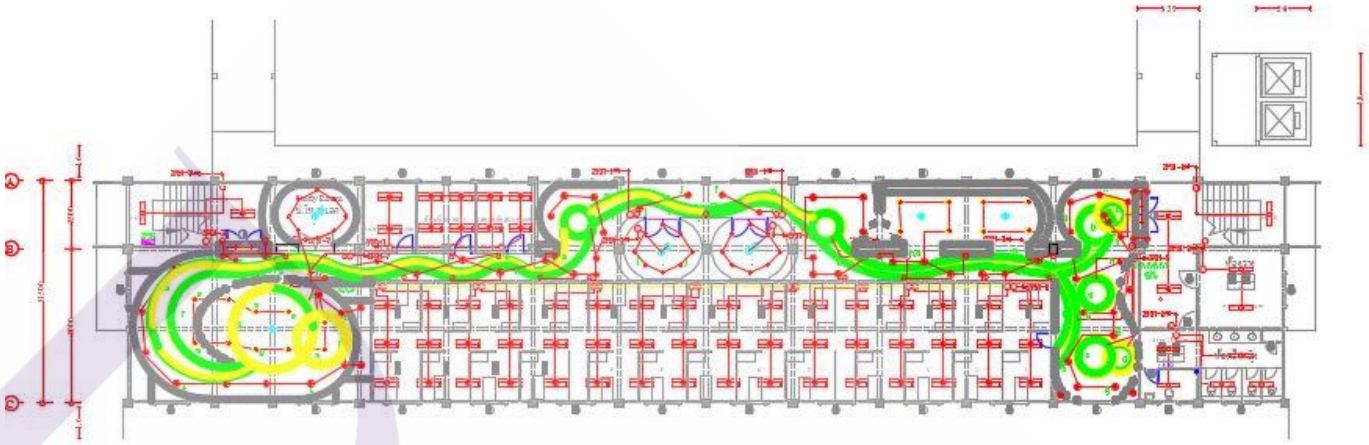


ภาพที่ ข.5 แบบแปลนพื้นที่ชั้น 5 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

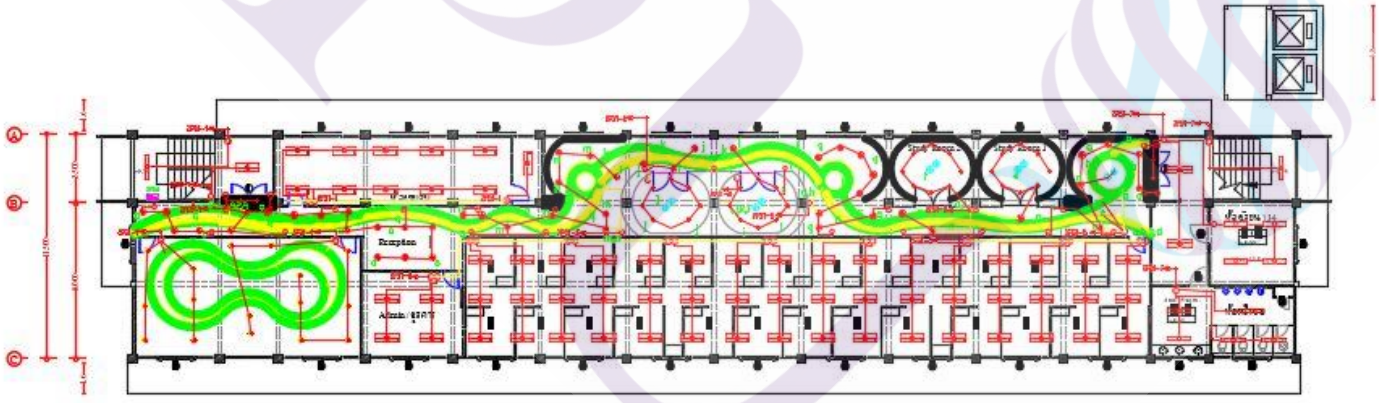


ภาพที่ ข.6 แบบแปลนระบบแสงสว่างพื้นที่ชั้น 1 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรม และการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

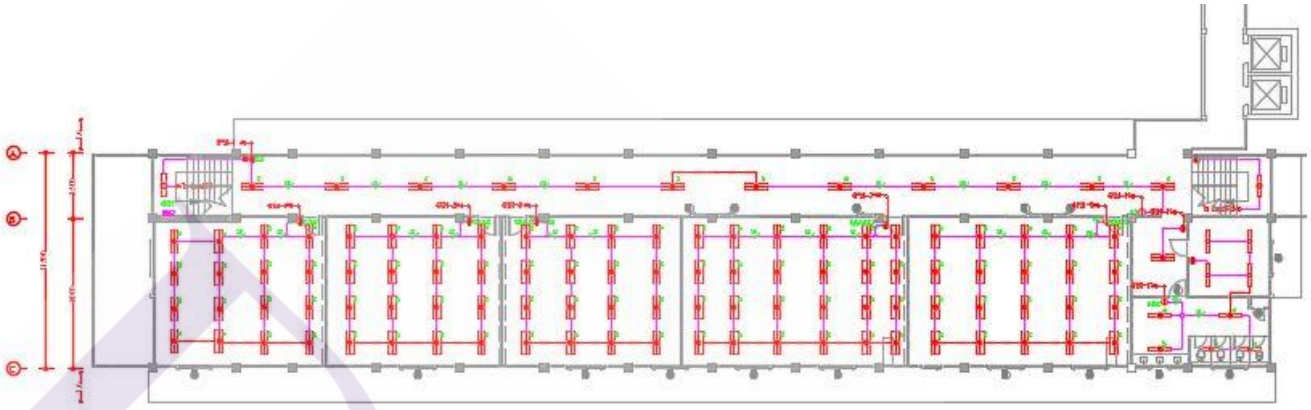
ภาพที่ ข.7 แบบแปลนระบบแสงสว่างพื้นที่ชั้น 2 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



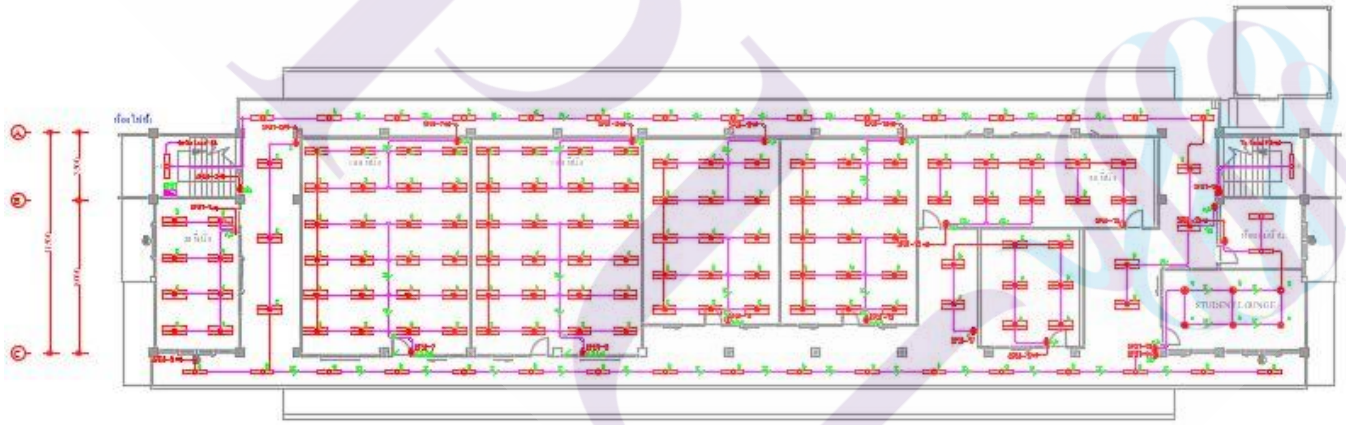
ภาพที่ ข.8 แบบแปลนระบบแสงสว่างพื้นที่ชั้น 3 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ ข.9 แบบแปลนระบบแสงสว่างพื้นที่ชั้น 4 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

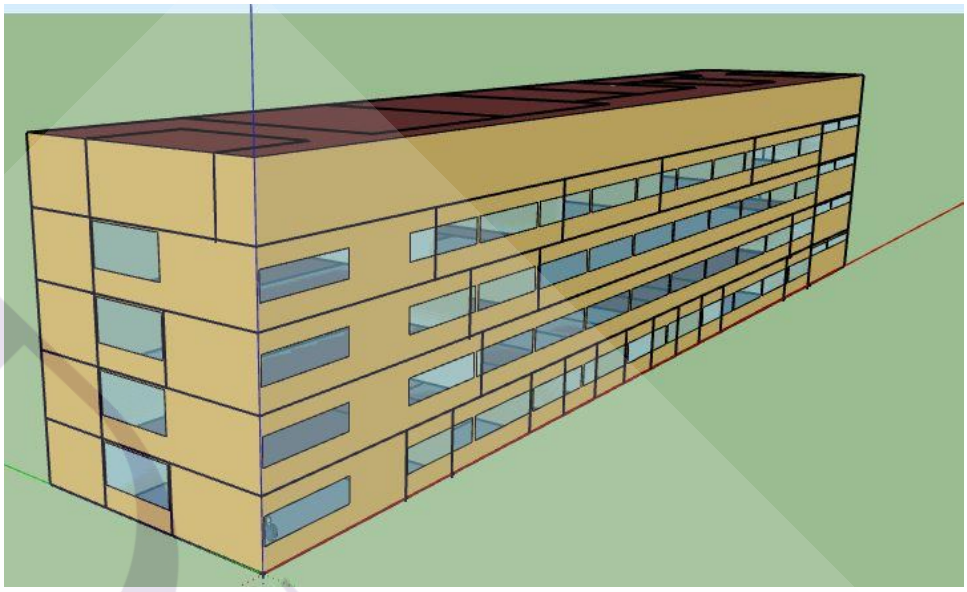


ภาพที่ ข.10 แบบแปลนระบบแสงสว่างพื้นที่ชั้น 5 ของอาคารเรียนวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

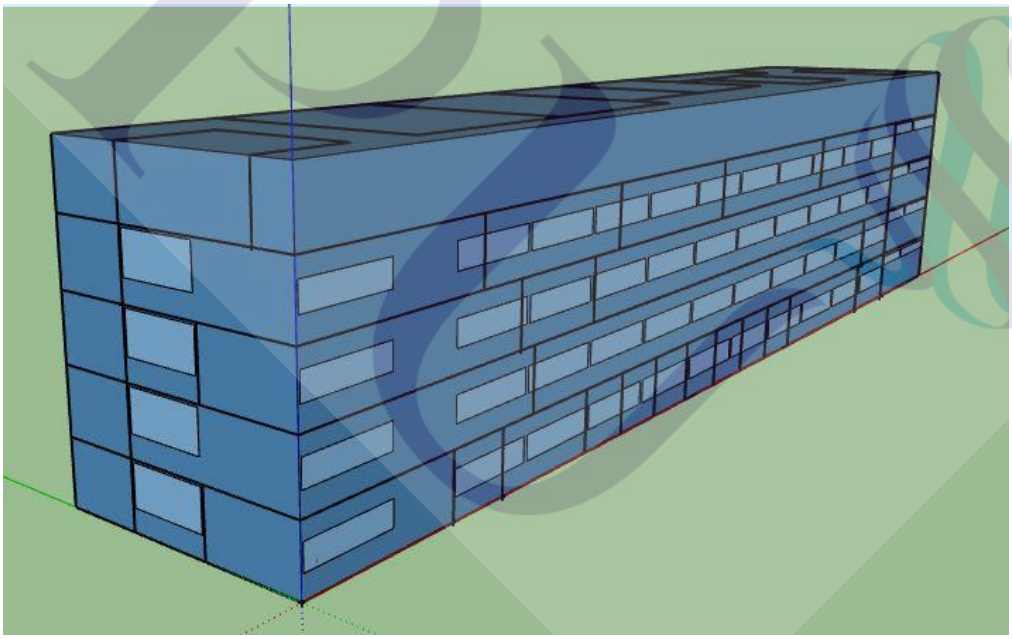


ภาคผนวก ค
ข้อมูลการสร้างแบบจำลองของอาคารโดยใช้
โปรแกรม Sketchup + EnergyPlus

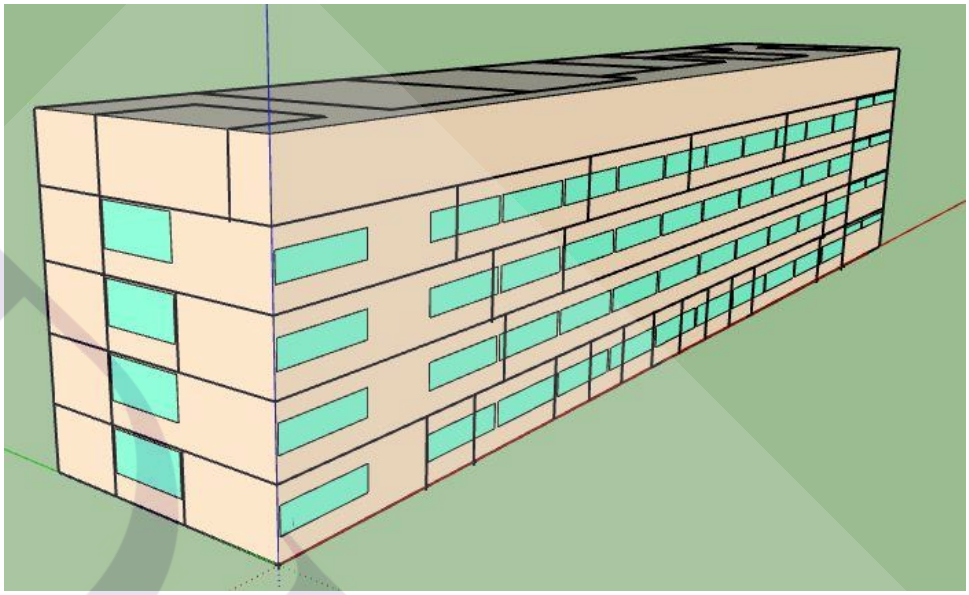
ภาพที่ ค.1 แบบอาคาร Render by surface type



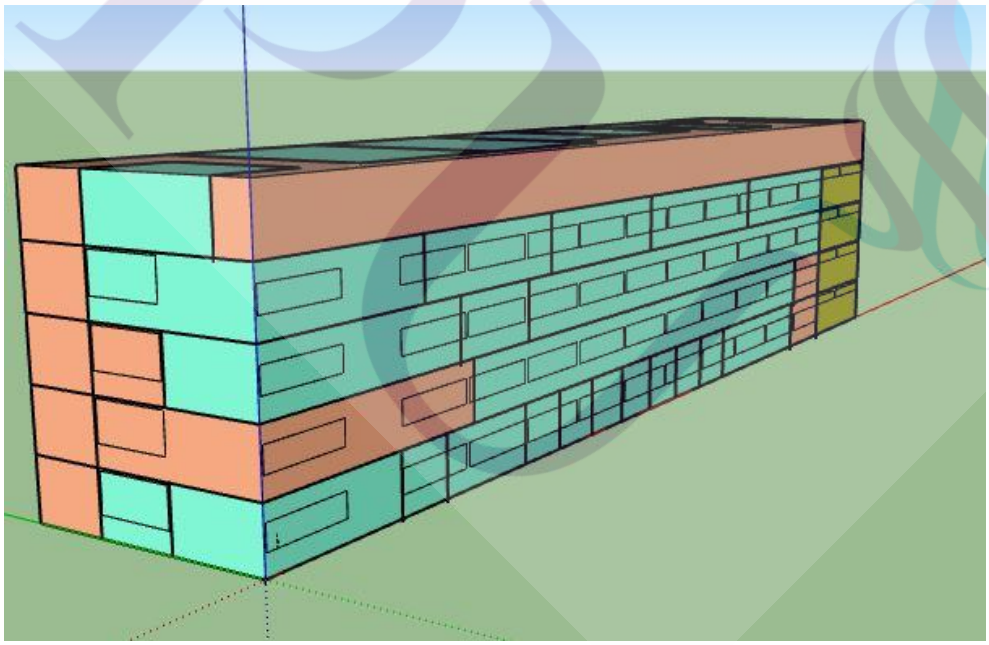
ภาพที่ ค.2 แบบอาคาร Render by Boundary conditions



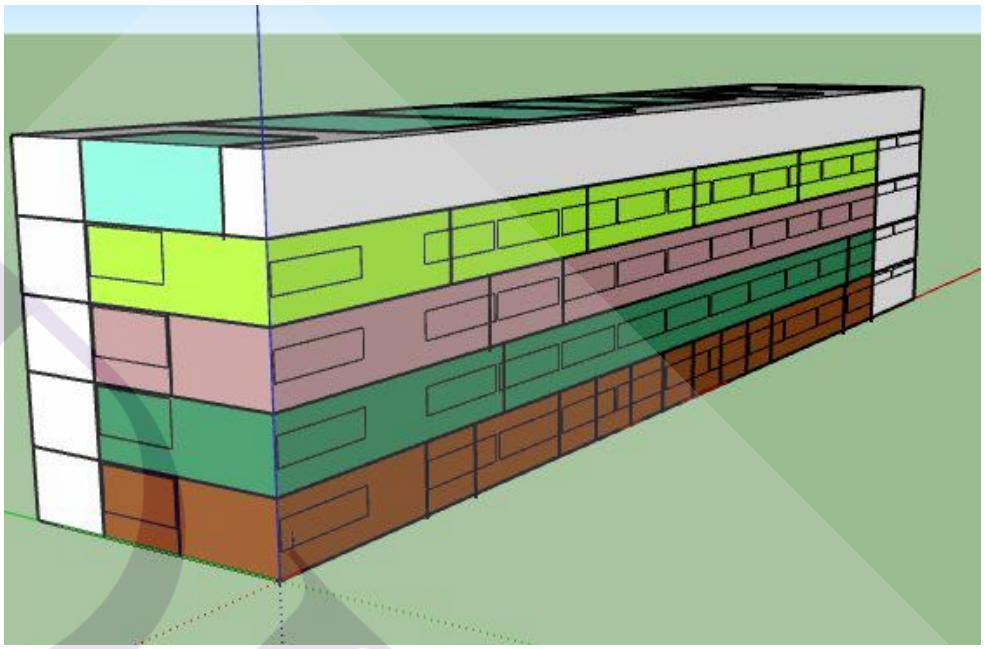
ภาพที่ ค.3 แบบอาคาร Render by Constructions



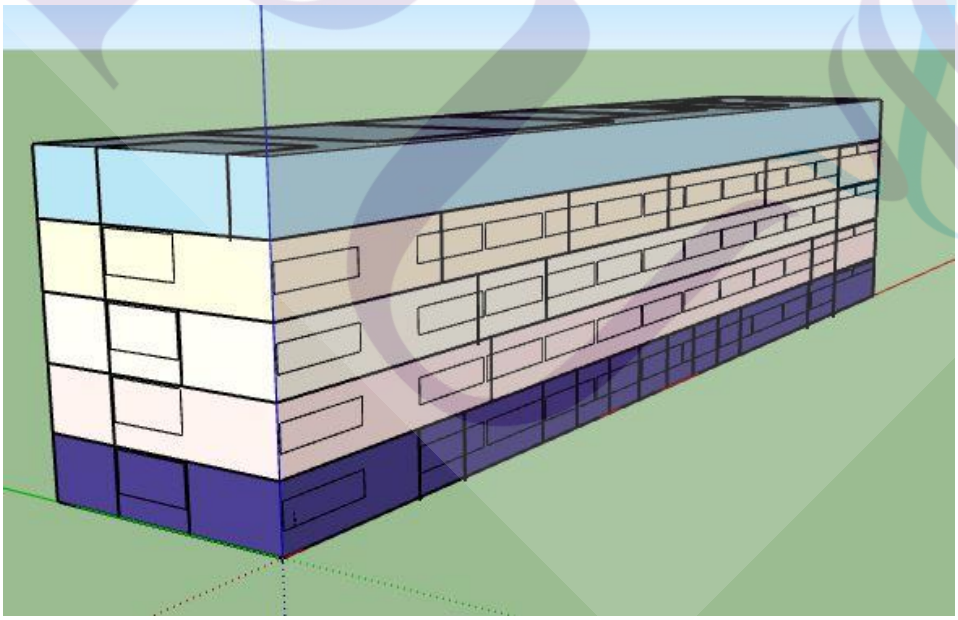
ภาพที่ ค.4 แบบอาคาร Render by Space type



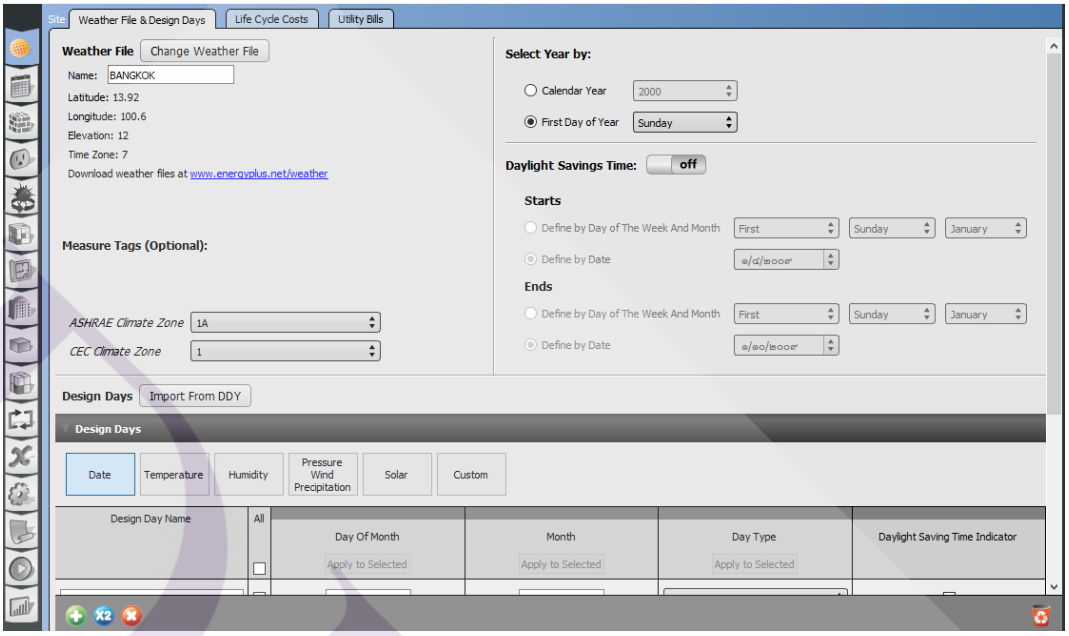
ภาพที่ ค.5 แบบอาคาร Render by Thermal Zone



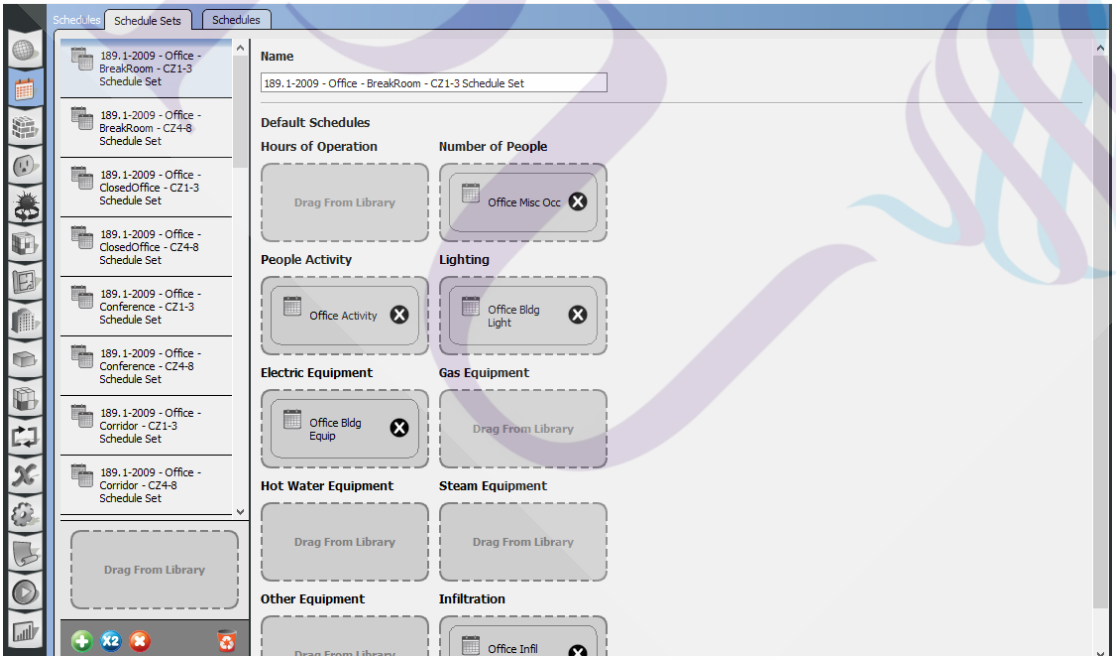
ภาพที่ ค.6 แบบอาคาร Render by Building Story



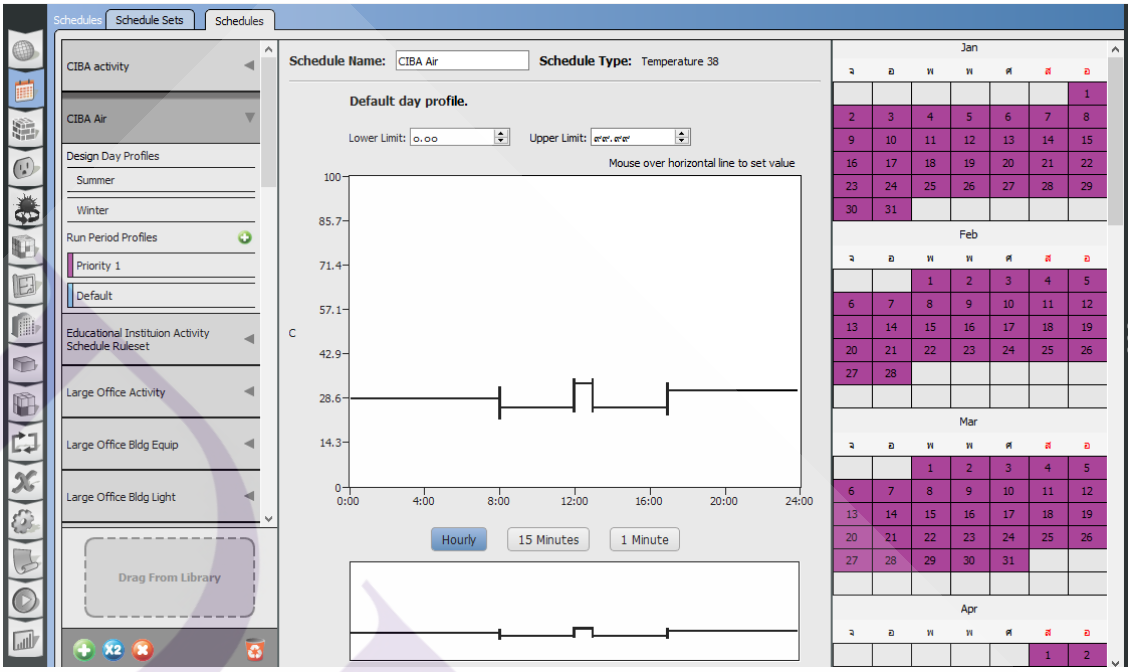
ภาพที่ ค.7 รายละเอียดหน้าเมนู Site



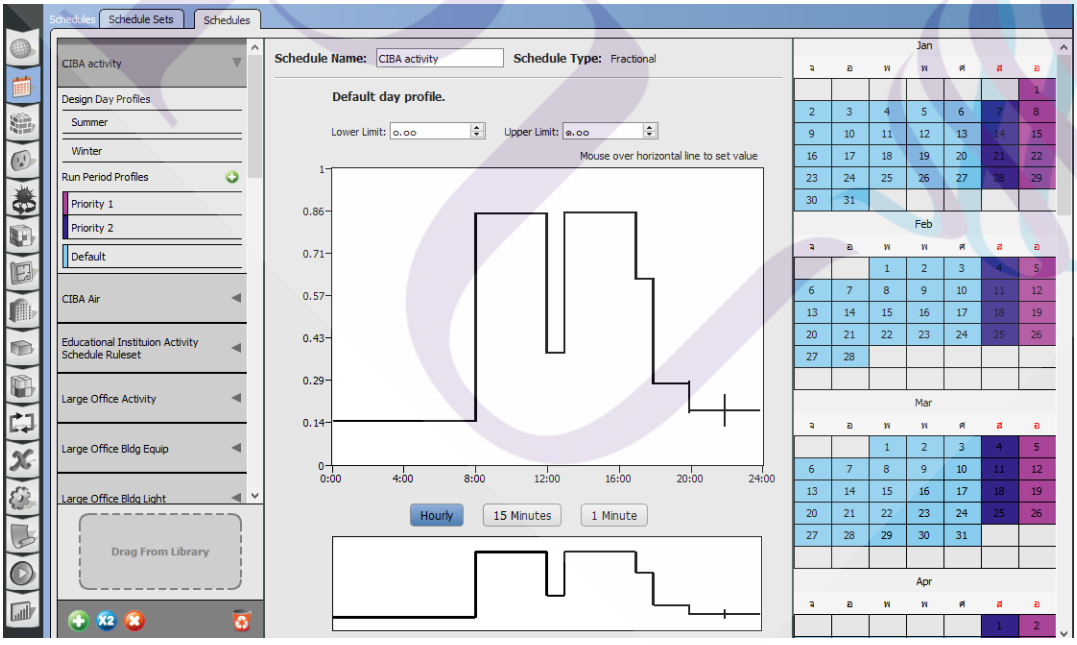
ภาพที่ ค.8 รายละเอียดหน้า Schedules



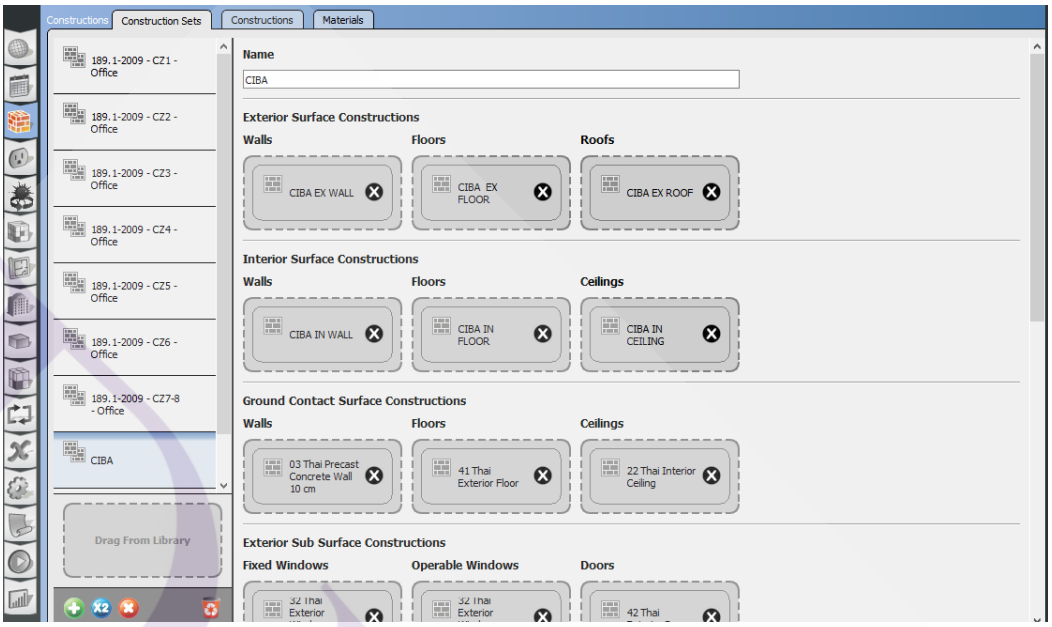
ภาพที่ ค.9 รายละเอียดหน้า CIBA Cooling Schedules Building



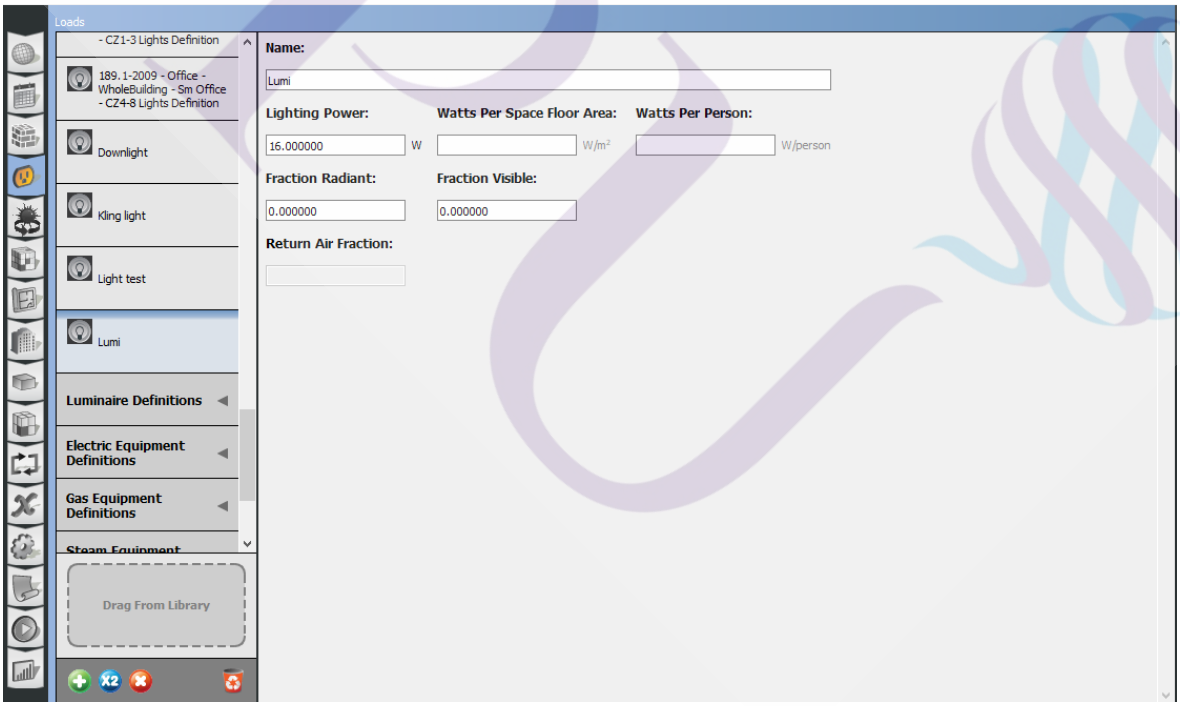
ภาพที่ ค.10 รายละเอียดหน้า CIBA Activity Schedules Building



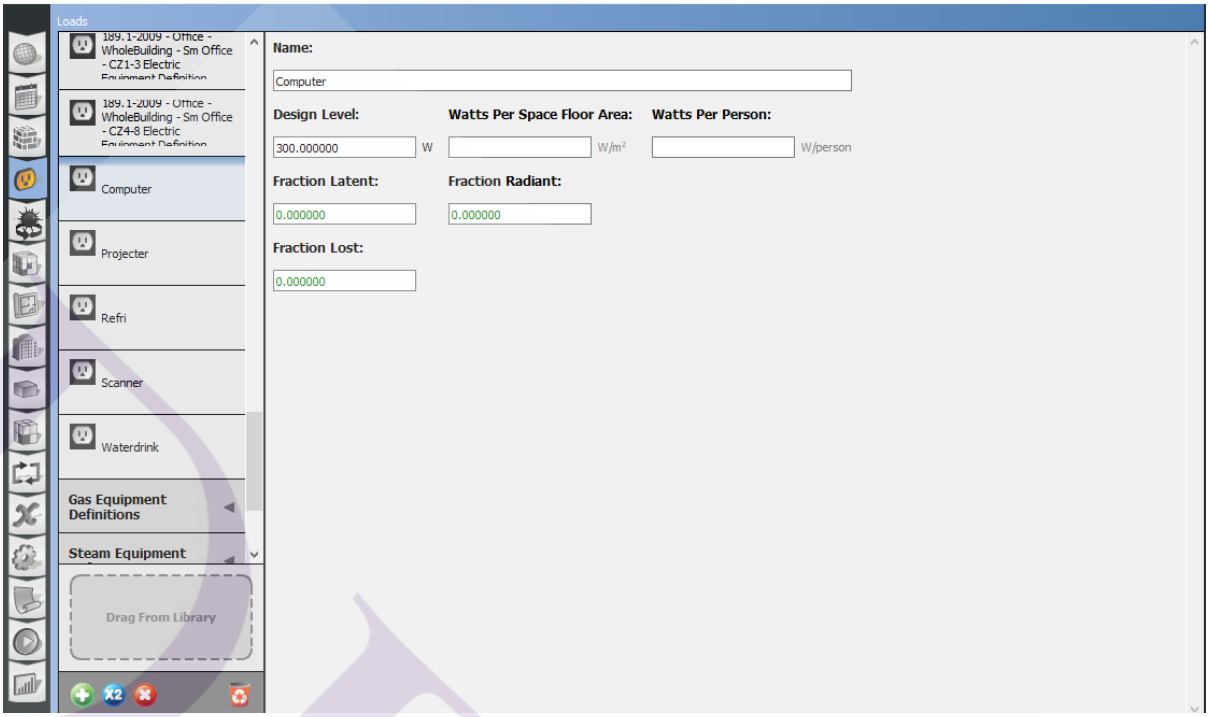
ภาพที่ ค.11 รายละเอียดหน้า Construction



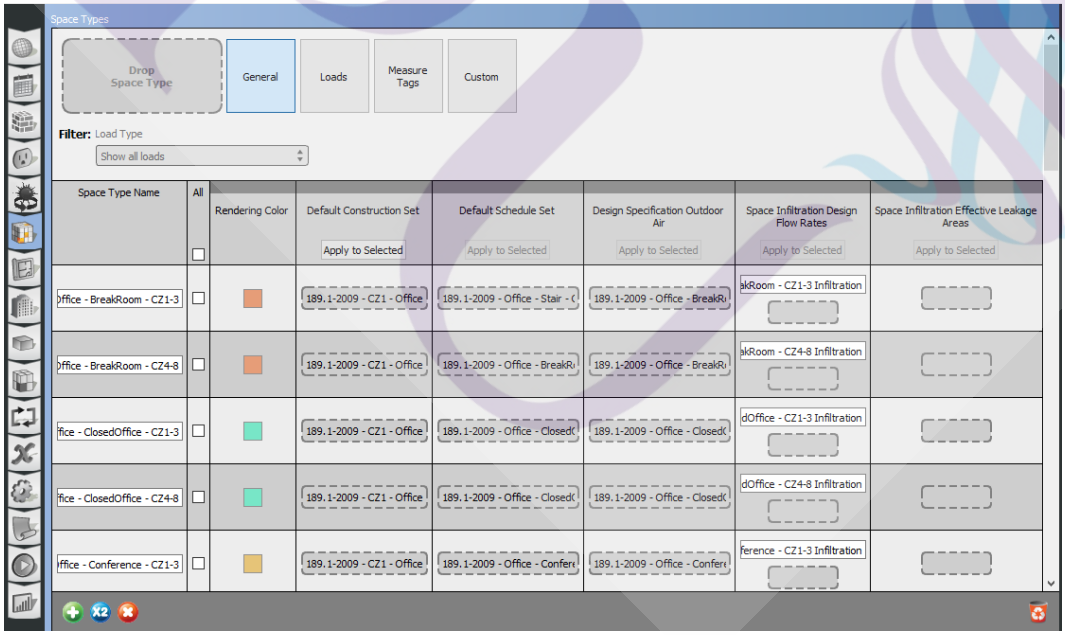
ภาพที่ ค.12 รายละเอียดหน้า Load Flu. Lighting



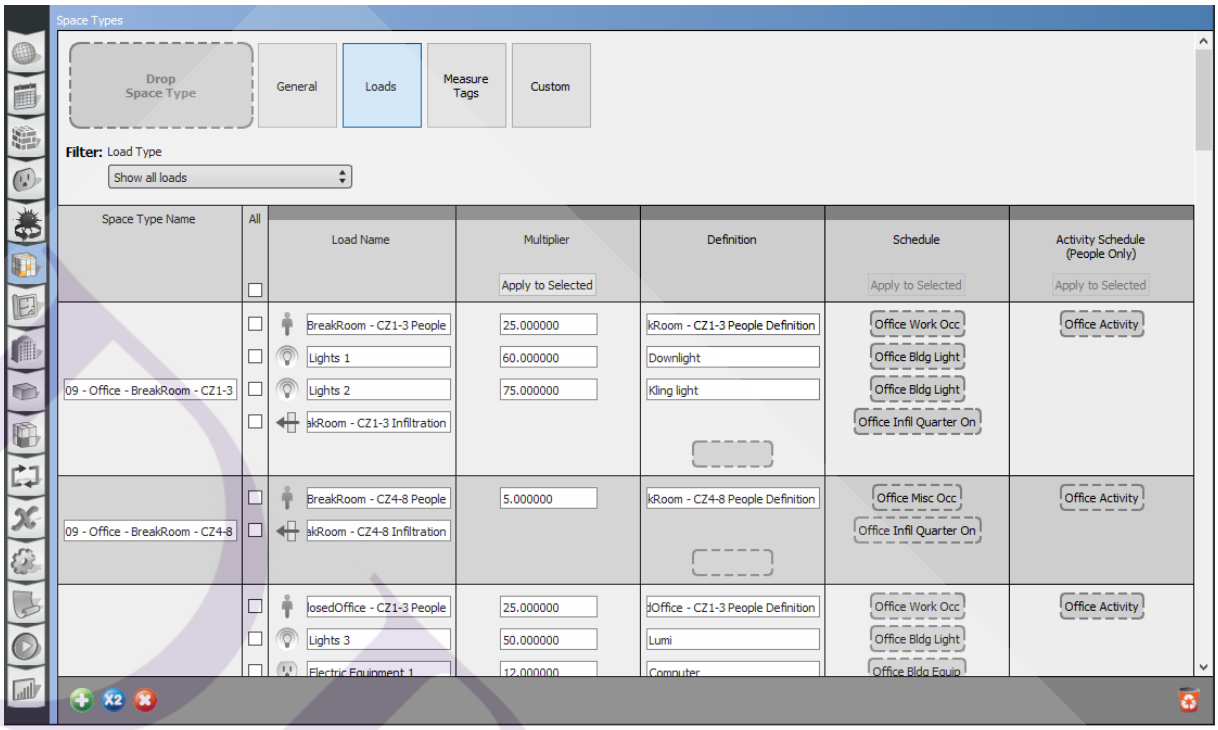
ภาพที่ ค.13 รายละเอียดหน้า Load Computer



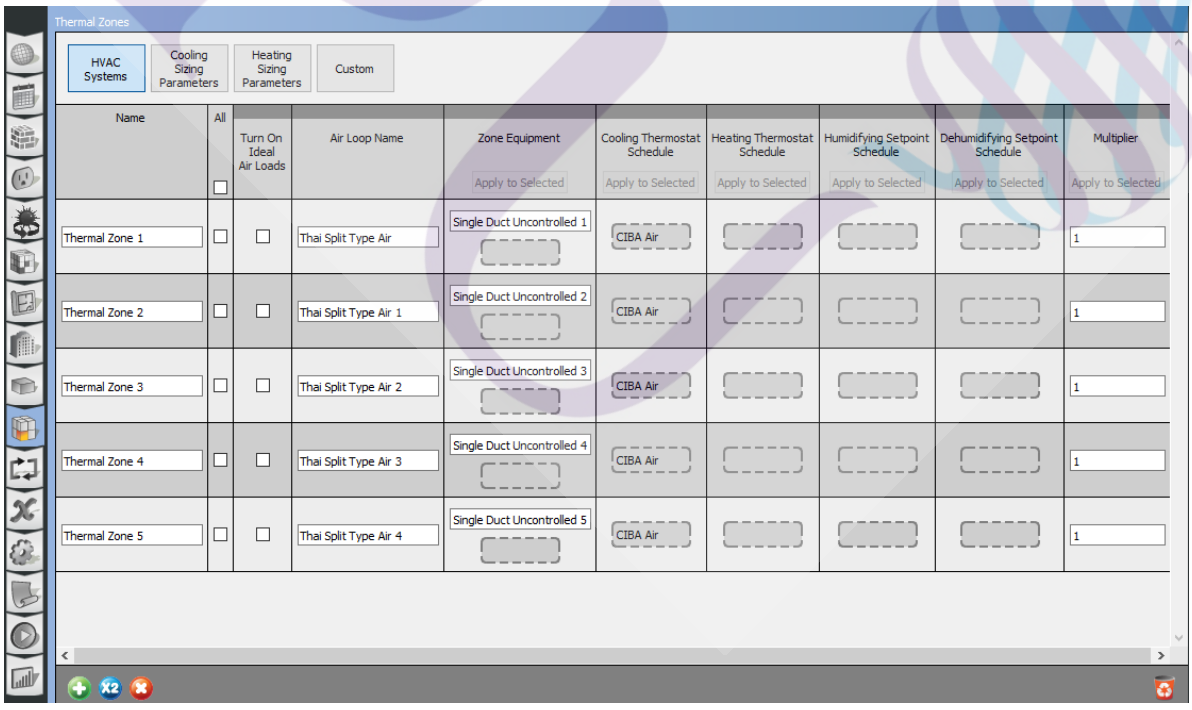
ภาพที่ ค.14 รายละเอียดหน้า Space type General



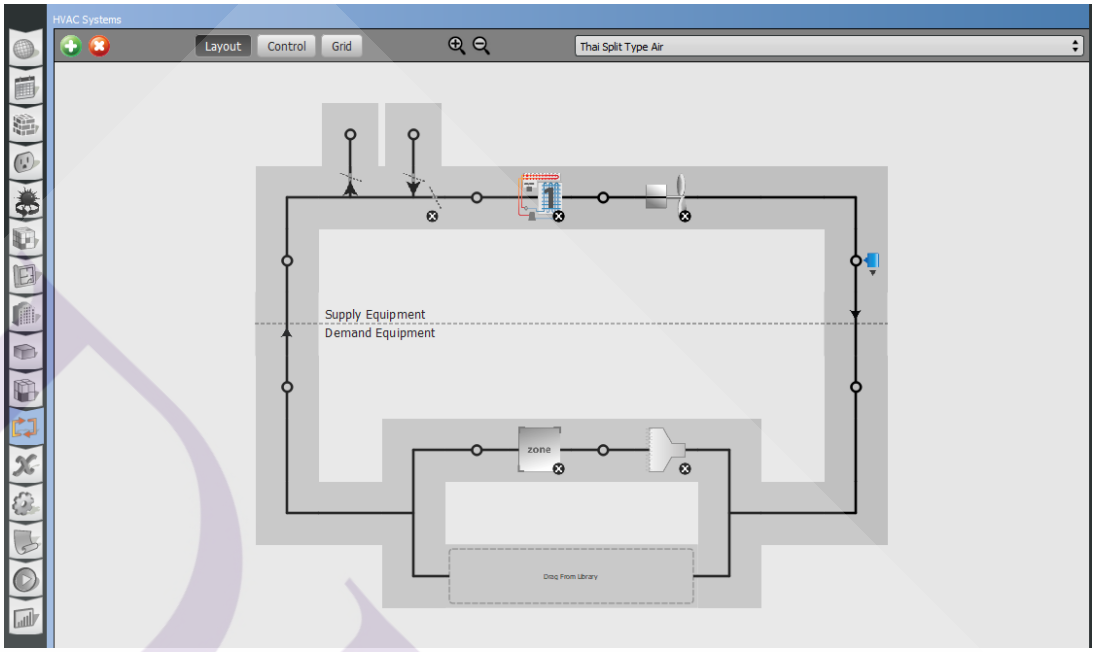
ภาพที่ ค.15 รายละเอียดหน้า Space type Load



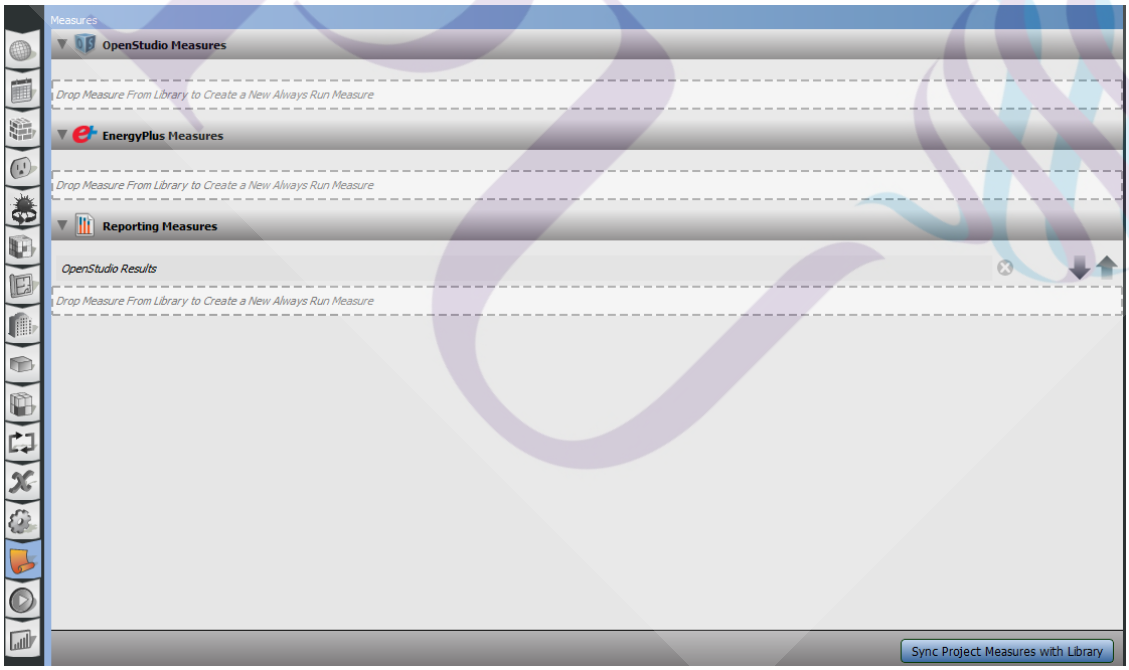
ภาพที่ ค.16 รายละเอียดหน้า Thermal zone



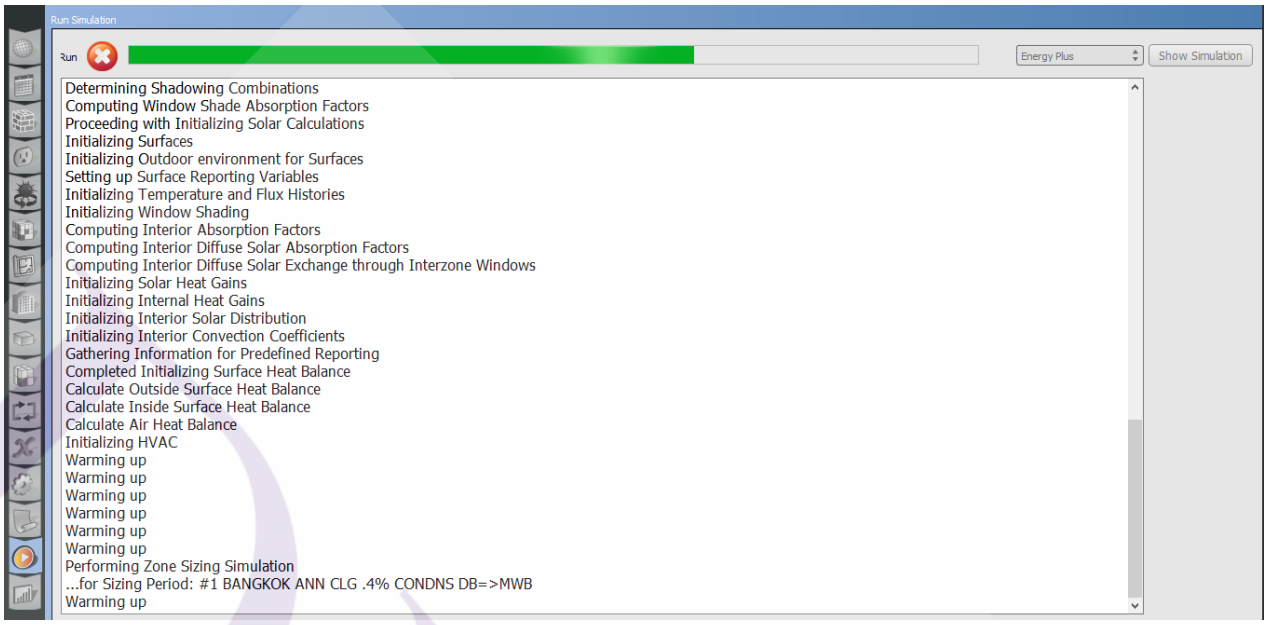
ภาพที่ ค.17 รายละเอียดหน้า HVAC system



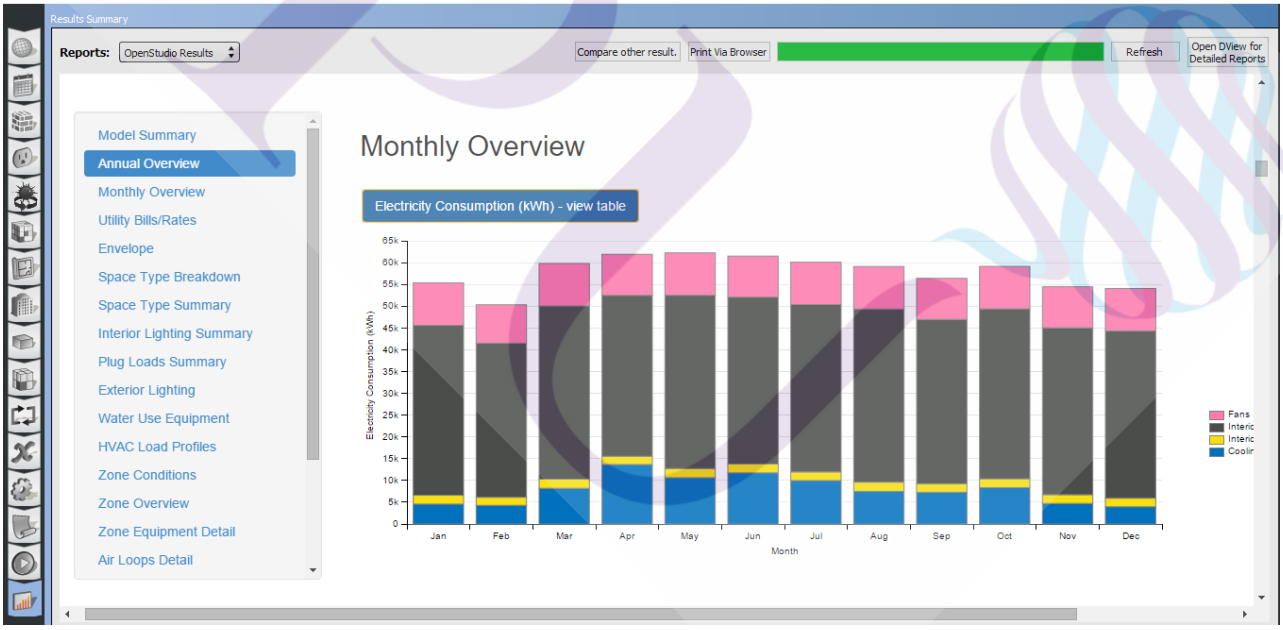
ภาพที่ ค.18 รายละเอียดหน้า Measures



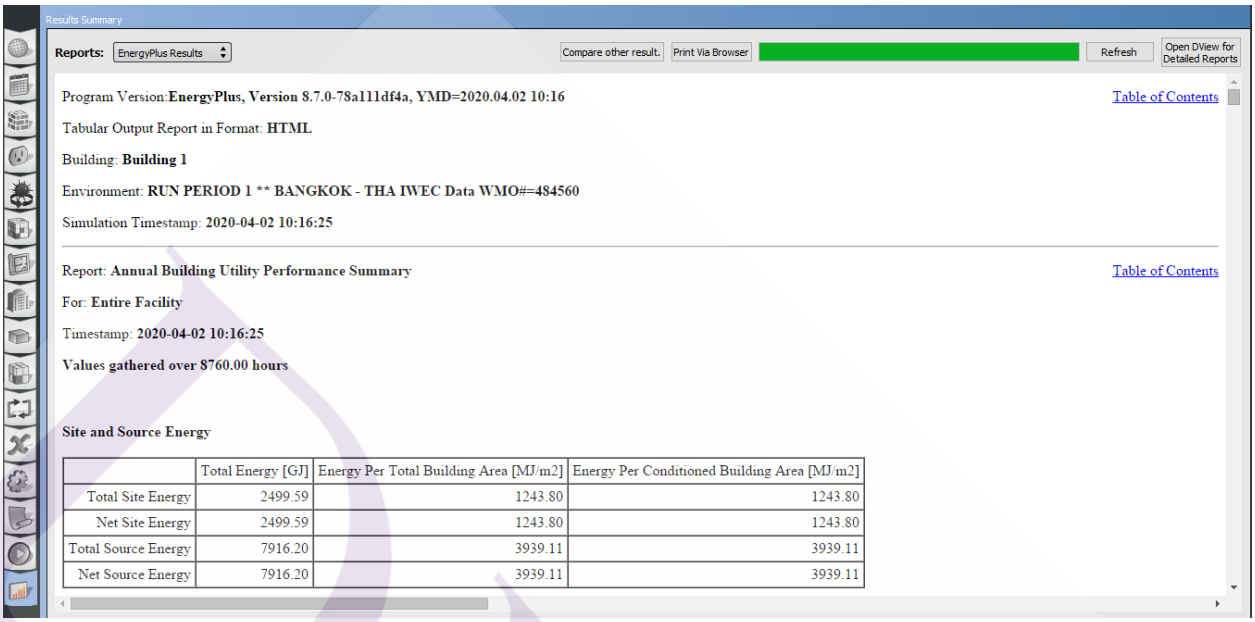
ภาพที่ ค.19 รายละเอียดหน้า Run Simulations



ภาพที่ ค.20 รายละเอียดหน้า Report Openstudio



ภาพที่ ค.21 รายละเอียดหน้า Report EnergyPlus



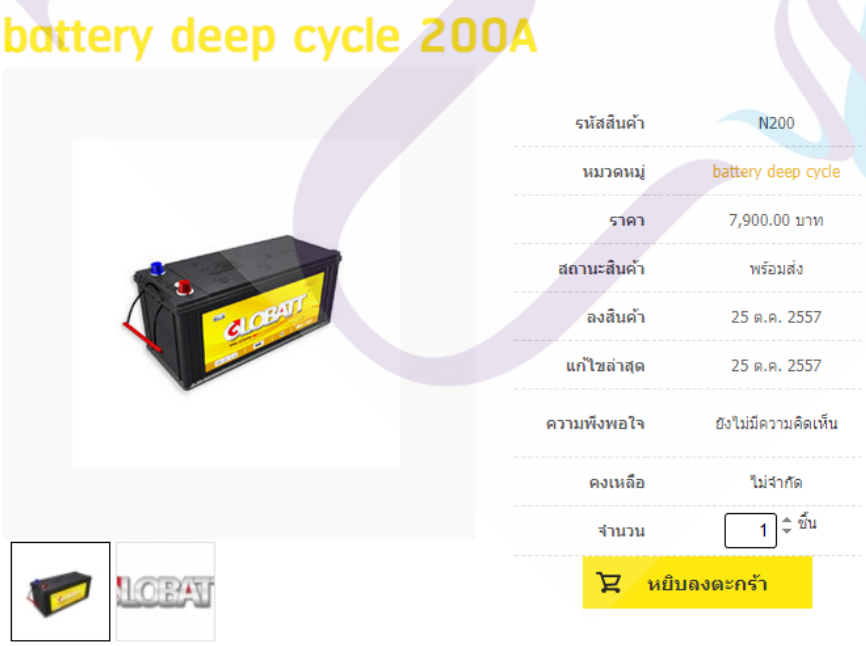
	Total Energy [GJ]	Energy Per Total Building Area [MJ/m2]	Energy Per Conditioned Building Area [MJ/m2]
Total Site Energy	2499.59	1243.80	1243.80
Net Site Energy	2499.59	1243.80	1243.80
Total Source Energy	7916.20	3939.11	3939.11
Net Source Energy	7916.20	3939.11	3939.11

ภาคผนวก ง
รายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและผลตอบแทนทางการเงิน
โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ภาพที่ ง.1 แสดงตัวอย่างพลังงานแสงอาทิตย์

ที่มา: http://www.solarmateth.com/SolarPanel300WJinshi.htm

ภาพที่ ง.2 แสดงตัวอย่าง Battery

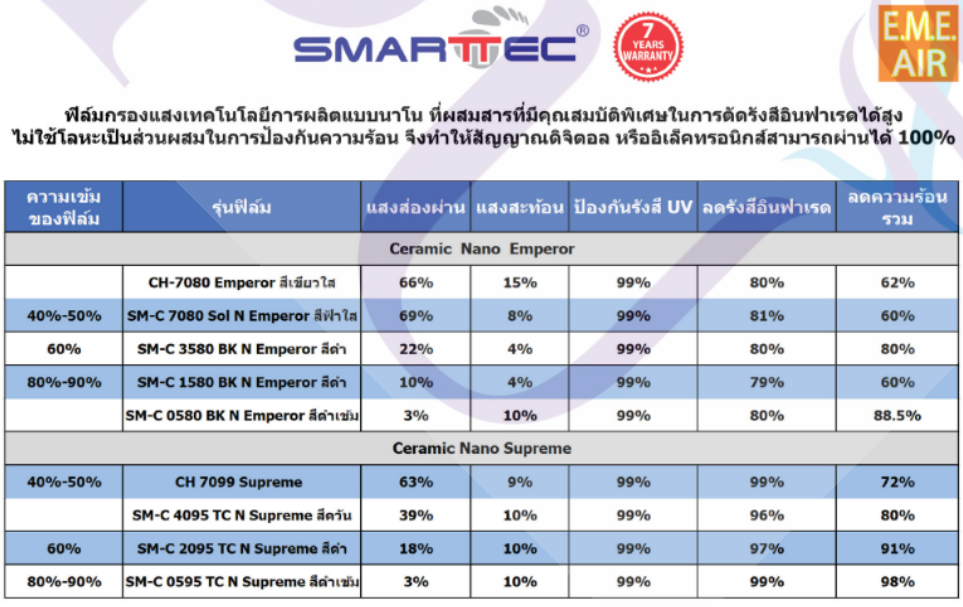


ที่มา: http://www.solarpensuk.com/product/10/battery-deep-cycle-200a

ภาพที่ ง.3 แสดงตัวอย่าง Inverter

ที่มา: http://www.solarpensuk.com/product/106/must-hybrid-inverter-off-grid-3kva-

ภาพที่ ง.4 แสดงตัวอย่าง Film



ความเข้มของฟิล์ม	รุ่นฟิล์ม	แสงส่องผ่าน	แสงสะท้อน	ป้องกันรังสี UV	ลดรังสีอินฟาเรด	ลดความร้อนรวม
Ceramic Nano Emperor						
	CH-7080 Emperor สีเขียวใส	66%	15%	99%	80%	62%
40%-50%	SM-C 7080 Sol N Emperor สีฟ้าใส	69%	8%	99%	81%	60%
60%	SM-C 3580 BK N Emperor สีดำ	22%	4%	99%	80%	80%
80%-90%	SM-C 1580 BK N Emperor สีดำ	10%	4%	99%	79%	60%
	SM-C 0580 BK N Emperor สีดำเข้ม	3%	10%	99%	80%	88.5%
Ceramic Nano Supreme						
40%-50%	CH 7099 Supreme	63%	9%	99%	99%	72%
	SM-C 4095 TC N Supreme สีควัน	39%	10%	99%	96%	80%
60%	SM-C 2095 TC N Supreme สีดำ	18%	10%	99%	97%	91%
80%-90%	SM-C 0595 TC N Supreme สีดำเข้ม	3%	10%	99%	99%	98%

ที่มา: https://www.emechonburi.com/film-for-sale/

ภาพที่ ง.5 แสดงตัวอย่าง LED

ที่มา: https://www.thianthong.com/philips-essential-led-bulb-5w.html

ภาพที่ ง.6 แสดงตัวอย่างราคาเครื่องปรับอากาศ

ที่มา: https://www.topcoolair.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=305274&Ntype=7

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายอาทิตย์ จำปีเจริญสุข
ประวัติการศึกษา	วุฒิการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปีการศึกษา 2560
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัยด้านวงจรไฟฟ้าและการออกแบบ ทีมวิจัยออกแบบและแก้ปัญหาอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ