การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารพักอาศัย

ตะวัน จำปีเจริญสุข

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2563

Assessment of Green Buildings Using Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) for Homes

Tawan 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) สำหรับอาคารพักอาศัย
เสนอโดย	ตะวัน 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 สิงหาคม พ.ศ. 2563

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การประเมินอาคารเขียวตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) สำหรับอาคารพักอาศัย
ชื่อผู้เขียน	ตะวัน จำปีเจริญสุข
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการประเมินอาคารตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) โดยใช้อาคารโรงแรมดีพียู เพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เป็นอาคารกรณีศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยในอาคารประมาณ 1,822.94 m^2 โดยพื้นที่ชั้น 1 เป็นส่วนของการให้บริการทั่วไป ชั้น 2 และ ชั้น 3 เป็นส่วนของห้องพัก จากการประเมินพบว่าในสถานะคะแนนที่ได้ปัจจุบันนั้นอยู่ที่ 34.5 คะแนนซึ่งยังไม่อยู่ในระดับที่ได้รับการรับรองตามเกณฑ์ LEED ซึ่งคะแนนด้าน Energy and Atmosphere (EA) ที่ได้มีคะแนนที่ต่ำมาก ดังนั้นในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองทางพลังงาน EnergyPlus ทำการจำลองพลังงานและการใช้พลังงานในอาคาร รวมถึงการประเมินผลการประหยัดพลังงานจากมาตรการที่นำเสนอ จากการจำลองการใช้พลังงานพบว่าสัดส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องใช้พลังงานมากที่สุด ได้แก่ เครื่องทำน้ำร้อน รองลงมาคือระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและอุปกรณ์สำนักงาน จึงได้นำเสนอมาตรการการลดการใช้พลังงานและยังทำให้ผ่านเกณฑ์ข้อบังคับในหัวข้อ EA และ EQ (Indoor Environmental Quality) ที่ยังไม่สามารถผ่านเกณฑ์บังคับได้ เพื่อให้ได้ระดับในการผ่านเกณฑ์การรับรองมาตรฐานอาคารเขียว รวมถึงเกณฑ์ระดับ Gold ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์มี 4 มาตรการดังนี้ มาตรการที่ 1 การติดตั้งเครื่องปั๊มความร้อนเพื่อลดการใช้พลังงานของอาคารมีระยะเวลาคืนทุน 2.90 ปีและมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเฉลี่ย 412,859.47 บาท/ปี มาตรการที่ 2 การติดตั้งฟิล์มกรองแสงมีระยะเวลาคืนทุนที่เกินระยะเวลาโครงการ 15 ปีและมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเฉลี่ย 20,354.13 บาท/ปี มาตรการที่ 3 เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) มีระยะเวลาคืนทุน 1.33 ปีและมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเฉลี่ย 36,521.15 บาท/ปี มาตรการที่ 4 ลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์มีระยะเวลาคืนทุนที่เกินระยะเวลาโครงการ 15 ปีและมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเฉลี่ย 19,072.65 บาท/ปี โดยมาตรการที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด คือมาตรการที่ 3 ผลการศึกษาที่ได้สามารถ

นำไปประกอบการขอยื่นประเมินอาคารตามเกณฑ์การประเมินมาตรฐานอาคารเขียว ประเภทอาคารที่พักอาศัยรวมหรือเป็นฐานข้อมูลในการนำเสนอ ปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในอาคาร

คำสำคัญ : อาคารเขียว, การจำลองการใช้พลังงาน, พลังงานที่ยั่งยืน

Thematic Paper Title	Assessment of Green Buildings Using Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) for Homes
Author	Tawan 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 building according to the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) by using the DPU Place Hotel, Dhurakij Pundit University as a case study building that has approximate useful areas of 1,822.94 m^2. The first floor serves for general services and the second and the third floors are guest rooms. According to the assessment, the current scores are 34.5, which are not conformed under the LEED certification. The Energy and Atmosphere (EA) score is very low. Therefore, the study used the EnergyPlus model to simulate the energy use in a building as well as to evaluate the energy-saving results from the proposed measures. The energy simulation is found that the proportion of electrical appliances consumes the most energy is water heater and followed by air conditioning system, lighting system, and office equipment. Hence, the measures have been proposed to reduce energy consumption and to conform with the requirements of EA and EQ (Indoor Environmental Quality) that currently are not pass the requirements, in order to achieve the level in passing the green building standard certification including Gold criteria. The results of economic feasibility analysis have four measures as follows: Measure 1: Installing heat pumps to reduce energy use of a building with a payback period of 2.90 years with the average electricity consumption decreased by 412,859.47 Baht/year. Measure 2: Installing window's films with a payback period that exceeds the project period of 15 years and the average electricity consumption decreased by 20,354.13 Baht/year. Measure 3: Replacement to energy-saving lamps (LED) with a payback period of 1.33 years and the average electricity consumption decreased by 36,521.15 Baht/year. Measure 4: Investment in the installation of inverter air conditioner with a payback period that exceeds the project period of 15 years and the average electricity consumption decreased by

19,072.65 Baht/year. Measures that are most economically is the third measure. Results from the can be used to apply for the building assessment according to the Green Building Standard Assessment for residential building as a whole or as a database for proposing to replace the equipment in the building.

Keyword: Green Building, Energy Simulation, Sustainable Energy

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยคณะผู้จัดทำได้รับคำแนะนำและความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาการค้นคว้ามาด้วยดีตลอด อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย นอกจากนี้จึงขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการทำการศึกษารายบุคคลในครั้งนี้และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อข้อมูลจากหนังสือต่างๆ โดยทั้งหมดเป็นประโยชน์ต่อการศึกษารายบุคคลฉบับนี้

ในท้ายที่สุดนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนและให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ตะวัน จำปีเจริญสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 อาคารเขียว.....	5
2.2 เกณฑ์ชี้วัดและประเมินความเป็นอาคารเขียว.....	5
2.3 ทิศทางการพัฒนาอาคารเขียว.....	9
2.4 มิติด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียว.....	10
2.5 กฎหมายและเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในประเทศไทย.....	13
2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.7 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง.....	16
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	19
3.1 บทนำ.....	19
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	21
3.3 ข้อมูลทั่วไป.....	22
3.4 การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคารโดยโปรแกรม Energy Plus.....	27
3.5 การประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (สำหรับบ้านและอาคารที่พักอาศัย).....	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล	35
4.1 บทนำ	35
4.2 การสร้างแบบจำลองอาคาร	35
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหมวดหมู่	40
4.4 มาตรการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มระดับเกณฑ์การประเมิน	81
4.5 การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์	83
5. สรุปผลการศึกษา	91
5.1 สรุปผลการศึกษา	91
5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป	92
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	96
ก โปรแกรม Energy Plus + Open Studio	97
ข รูปแบบอาคาร ชนิด ขนาด ของอาคารโรงแรมดีพียู เพลส	99
ค ข้อมูลการสร้างแบบจำลองของอาคารโดยใช้	102
ง รายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	113
ประวัติผู้เขียน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 มาตรฐานอาคารเขียวประเทศต่างๆ…….....……..……. 2

2.1 สรุปจำนวนโครงการในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 – ค.ศ. 2015 (ตรวจสอบ ณ วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2559)..... 8

2.2 รายชื่อโครงการในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ระดับ Platinum เรียงตามวันที่ได้รับการรับรอง (ตรวจสอบ ณ วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2559) …….....…….....…….....……..... 9

2.3 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารประเภทต่างๆ แบ่งตามระบบต่างๆ……..... 13

2.4 รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ ในอาคารสำนักงาน……..... 13

2.5 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตาม พระราชบัญญัติ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551……..... 14

3.1 รายละเอียดและลักษณะการใช้งานของอาคาร…….....…..... 22

3.2 แสดงรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชั้น 1……...….....…..... 24

3.3 แสดงรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชั้น 2……...….....…..... 25

3.4 แสดงรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชั้น 3……...….....…..... 25

3.5 แสดงข้อมูลการเข้าพักในปี พ.ศ. 2560 – 2561……...….....….. 26

3.6 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation) ……...…… 29

3.7 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites) ……...……... 30

3.8 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency) ……...……...…… 30

3.9 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) ……...……...……..... 31

3.10 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Material and Resource) ……...……...……..... 32

3.11 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 6 คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environment Quality) ……...…...……...……..... 33

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.12	รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation)	33
3.13	รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority)	34
4.1	แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของโรงแรมดีพียูเพลส ปี 2560.....	36
4.2	แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของโรงแรมดีพียูเพลส ปี 2561.....	37
4.3	แสดงรายละเอียดการขนส่งสาธารณะ.....	45
4.4	แสดงรายละเอียดหน่วยการใช้น้ำและค่าน้ำ ปี 2560-2561.....	50
4.5	แสดงรายละเอียดของห้องพักและพื้นที่ของห้องพัก.....	59
4.6	แสดงค่าอัตราการรั่วซึมของอากาศ.....	62
4.7	แสดงค่าอัตราการไหลของอากาศ.....	64
4.8	สรุปคะแนนประเมินทั้ง 8 หัวข้อ.....	80
4.9	ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปี 2561.....	83
4.10	ลงทุนหัวข้อ EA 1 ระบบการจ่ายน้ำร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ.....	84
4.11	ลงทุนหัวข้อ EA 8 หน้าต่าง (Windows)	85
4.12	ลงทุนหัวข้อ EA 12 แสงสว่าง (Lighting)	86
4.13	ลงทุนหัวข้อ EA 9 พื้นที่การระบายความร้อนและอุปกรณ์ทำความเย็น (Space Heating & Cooling Equipment)	87
4.14	สรุปผลการวิเคราะห์การลงทุนในแต่ละมาตรการ.....	89

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แหล่งความร้อนต่างของภาระการปรับอากาศ..... 15

3.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย..... 21

3.2 ภาพด้านหน้าโรงแรมดีพียูเพลส..... 23

3.3 ลักษณะการใช้งานพื้นที่ชั้น 1..... 23

3.4 ลักษณะการใช้งานพื้นที่ชั้น 2 และชั้น 3..... 24

3.5 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2560 – 2561..... 26

3.6 ขั้นตอนการใช้แบบจำลองการใช้พลังงาน..... 27

3.7 แสดงการจำลองอาคารที่ทำประเมินโดยโปรแกรม Sketch up + Energy Plus..... 28

4.1 แสดงการใส่โหลดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ..... 38

4.2 แสดงการกำหนดพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ใช้งาน..... 39

4.3 พื้นที่โดยรอบในรัศมี 800 เมตร..... 41

4.4 สนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์..... 42

4.5 ถนนและเส้นทางโดยรอบ..... 42

4.6 ถนนและพื้นที่สำหรับการใช้จักรยาน..... 43

4.7 สถานที่ให้บริการสำหรับชุมชนโดยรอบ..... 44

4.8 แสดงรายละเอียดของการขนส่งสาธารณะ..... 45

4.9 พื้นที่ที่มีการปูอิฐตัวหนอนบริเวณหน้าอาคาร..... 46

4.10 แสดงพื้นที่สีเขียวและสวนที่มีการดูแลและพัฒนาอยู่ตลอด..... 47

4.11 แสดงท่อระบายน้ำและพื้นที่สำหรับรองรับน้ำฝน..... 48

4.12 การออกแบบภูมิทัศน์ให้มีพื้นที่อย่างน้อย 450 มิลลิเมตร..... 48

4.13 ท่อระบายน้ำฝน..... 49

4.14 แสดงการกำจัดปลวกโดยวิธีธรรมชาติ..... 49

4.15 แสดงช่องที่สามารถเข้าตรวจสอบ..... 50

4.16 แสดงรายละเอียดของก๊อกน้ำ..... 52

4.17 แสดงรายละเอียดของฝักบัวอาบน้ำ..... 52

4.18 แสดงรายละเอียดของชักโครก..... 53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.19 แสดงพื้นที่ที่เป็นสวนหรือภูมิทัศน์ของโรงแรมดีพียูเพลส..... 54
4.20 แสดงพื้นผิวของหลังคาของอาคารหลังนี้..... 54
4.21 แสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในห้องพักอาศัย..... 55
4.22 แสดงมิเตอร์ไฟฟ้าย่อยของแต่ละห้องพัก..... 56
4.23 เอกสารการรวบรวมผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของอาคาร..... 57
4.24 แสดงเครื่องทำน้ำอุ่นและรายละเอียดด้านข้าง..... 57
4.25 แสดงเครื่องปรับอากาศของห้องพักในอาคารหลังนี้..... 59
4.26 แสดงกระจกทางด้านทิศใต้..... 60
4.27 แสดงกระจกทางด้านทิศตะวันตก..... 60
4.28 แสดงกระจกทางด้านทิศตะวันออก..... 61
4.29 แสดงลักษณะของกระจกที่ไม่มีกันสาดหรือส่วนที่ยื่นออกไปเพื่อบังแสงอาทิตย์..... 61
4.30 แสดงพื้นที่หน้าต่างของแต่ละชั้น..... 63
4.31 แสดงค่าของ SHGC ของกระจกใสเขียว..... 63
4.32 แสดงการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศ..... 64
4.33 เครื่องทำน้ำอุ่นภายในโรงแรม..... 65
4.34 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นที่มีฉลากเบอร์ 5..... 65
4.35 แสดงพืชพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่มีการปลูกรอบๆอาคาร..... 67
4.36 แสดงเครื่องปั๊มน้ำที่ใช้ในอาคารแห่งนี้..... 68
4.37 แสดงระดับของความลาดเอียงของหลังคาอาคารหลังนี้..... 68
4.38 แสดงระยะทางที่สามารถหาวัสดุที่นำมาสร้างอาคารหลังนี้ ณ จ.สระบุรี..... 69
4.39 แสดงการจัดการและคัดแยกขยะภายในอาคารและพื้นที่โดยรอบ..... 69
4.40 แสดงระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติและพัดลมระบายอากาศ..... 70
4.41 แสดงลักษณะพื้นที่จอดรถที่มีลักษณะเปิดโล่ง..... 71
4.42 แสดงลักษณะของแผ่นกรองอากาศ..... 72
4.43 แสดงพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่โดยรอบอาคาร..... 73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.44 แสดงพัดลมระบายอากาศในห้องพักและสำนักงาน..... 73
4.45 แสดงลักษณะของพรมเช็ดเท้าและอิฐที่มีติดตั้งด้านหน้าของอาคาร..... 74
4.46 แสดงการวัดอัตราการไหลของอากาศ ณ เครื่องปรับอากาศ..... 75
4.47 แสดงเครื่องปรับอุณหภูมิแบบอิสระ..... 75
4.48 แสดงค่าจากการตรวจวัด ณ จุดใต้ร่องประตู..... 76
4.49 แสดงพื้นที่จอดรถบริเวณด้านหน้าของอาคาร..... 76
4.50 แสดงผลิตภัณฑ์ของสีภายในและยาแนวสำหรับใช้ในอาคาร..... 77
4.51 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของอาคารในการประเมินในหัวข้อความสำคัญเร่งด่วน ของภูมิภาค..... 78
4.52 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของพลังงานและบรรยากาศ..... 79
4.53 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของสถานที่ตั้งและการขนส่ง..... 79
4.54 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของสถานที่ตั้งและความยั่งยืน..... 80
4.55 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของประสิทธิภาพน้ำ..... 80
4.56 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง ติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำร้อน..... 85
4.57 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง ติดตั้งฟิล์มกรองแสง..... 86
4.58 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง เปลี่ยนหลอด LED..... 87
4.59 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบ อินเวอร์เตอร์..... 88

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนมีความสนใจและตระหนักถึงในการมีส่วนร่วมในการช่วยผลักดันให้มีการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม สามารถสังเกตได้จากปัจจุบันมีการรณรงค์เรื่องลดการใช้พลังงานและการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงพลังงานทดแทนนั้นเริ่มมีบทบาทมากในปัจจุบันอาทิ เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการพลังงาน การรณรงค์การเปิดปิดการใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร รวมถึงการปรับลดอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้คงอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ยังมีการใช้วัสดุที่สามารถช่วยลดการใช้พลังงานมาสร้างอาคารอีกด้วย ดังนั้นองค์กรและหน่วยงานต่างๆจึงมีความสนใจและมีแผนในการผลักดันหน่วยงานของตนเข้าสู่การเป็นอาคารเขียว

สำหรับอาคารเขียวในปัจจุบัน เป็นการศึกษาเชิงการจัดการพลังงานในอาคาร รวมถึงการประเมินอาคารเรื่องการใช้พลังงาน วัสดุในการสร้างอาคารและสภาพแวดล้อมของอาคาร เพื่อให้มีเกณฑ์คะแนนอยู่ในค่ามาตรฐานการเป็นอาคารเขียว ซึ่งแต่ละประเทศก็จะมีคำนิยามหรือการเรียกที่แตกต่างกันออกไป รวมถึงการใช้และการกำหนดมาตรฐานที่แตกต่างกัน นอกจากนี้วิธีการตรวจวัดก็อาจจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับภูมิประเทศหรือสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศอีกด้วย เกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียวที่มีอยู่ในปัจจุบันที่ใช้ทั่วไปแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ดังตารางที่ 1.1 (มาตรฐานอาคารเขียวประเทศต่างๆ) เป็นมาตรฐานที่ใช้เป็นกลุ่มๆตามประเทศต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานอาคารเขียวประเทศต่างๆ

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

ที่มา : http://www2.oie.go.th/GWoods/

โรงแรมดีพียูเพลส มีพื้นที่ใช้สอย 1,822.94 ตร.ม. โดยตั้งอยู่เลขที่ 110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ แขวงทุ่งสองห้อง กรุงเทพมหานคร อาคารแห่งนี้เป็นอาคารที่มีการใช้พลังงานน้ำและพลังงานไฟฟ้าสูง เนื่องจากการใช้พลังงานส่วนใหญ่เป็นการใช้พลังงานที่เกิดจากการบริการห้องพักจำนวน 24 ห้อง และจากการเก็บข้อมูลและรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของส่วนอาคารโรงแรมดีพียูเพลส ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำประปา พบว่ายังมีการใช้งานที่อยู่ในเกณฑ์สูง จึงมีความสนใจที่จะหาแนวทางและกำหนดมาตรการในการลดใช้พลังงานและทรัพยากรในลดใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารโรงแรมดีพียูเพลสและสามารถนำแบบจำลองที่ศึกษามาปรับหรือเปรียบเทียบค่าเพื่อลดการใช้พลังงานกับอาคารจริงได้ เนื่องจากแบบจำลองพลังงานทาง

คอมพิวเตอร์สามารถทดลองเปลี่ยนตัวแปรแล้วดูผลการคำนวณเรื่องพลังงานที่ใช้ได้ เช่น หากต้องการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีสภาพเก่าเป็นเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงได้ หากต้องการเปลี่ยนกรอบผนังอาคารหรือการใช้วัสดุอื่นๆมาแทนที่วัสดุเดิมเพื่อลดการใช้พลังงานจากเดิมได้อีกด้วย และจะส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานลดลงเท่าไหร่ อีกทั้งแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์สามารถคำนวณสภาพอากาศได้ตลอดทั้งปีและมีความแม่นยำอีกด้วย ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้อย่างละเอียดจากแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ และสามารถแก้ไขปัญหาได้ก่อนอีกด้วย ทางผู้จัดทำจึงได้หาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารโรงแรมดีพียูเพลส เพื่อนำผลการศึกษาเป็นฐานข้อมูลในการนำเสนอปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในอาคาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินอาคารกรณีศึกษาตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (สำหรับบ้านและอาคารพักอาศัย)

2. เพื่อศึกษาหามาตรการและเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาลดการใช้พลังงานของอาคารเพื่อให้อยู่ในมาตรฐาน LEED

3. เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการต่างๆ ที่ดำเนินการศึกษาปรับปรุงเพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ LEED

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ส่วนศึกษาวิจัย กรณีศึกษาอาคารโรงแรม DPU Place มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ มีพื้นที่ขนาด 1,822.94 ตร.ม.

2. ขอบเขตด้านเนื้อหาการศึกษาวิจัย การศึกษาโดยใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (สำหรับบ้านและอาคารที่พักอาศัย) (LEED)

3. งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคทางด้าน Building Energy Simulation ในการแก้ไขปัญหาโดยเครื่องมือที่ใช้คือ Sketch up + Energy Plus ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรมและใส่ข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบระดับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (สำหรับบ้านและอาคารที่พักอาศัย) (LEED) สำหรับอาคาร โรงแรม DPU Place

2. ทราบแนวทางการปรับปรุงอาคารให้เข้าเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว

3. มีความรู้ที่จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนารูปแบบการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไปในอนาคต

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาแนวทางการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวโดยการเลือกเกณฑ์ที่จะใช้รวมถึงทฤษฎีที่จะใช้ในการศึกษามีดังต่อไปนี้

2.1 อาคารเขียว

อาคารสีเขียว (Green Building) คืออาคารที่สร้างขึ้นโดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ คุ้มค่า มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมตลอดวัฏจักรชีวิต (life cycle) ของตัวอาคาร ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการเลือกพื้นที่ทำเล การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินการ การดูแล การซ่อมแซมปรับปรุง รวมไปถึงการทำลายตัวอาคารด้วย เพราะเป้าหมายหลัก คือการลดผลกระทบจากอาคารก่อสร้าง หรือสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างต่างๆ (Built Environment) ที่จะมีผลต่อสุขภาพของผู้คน (Human Health) และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural Environment)

2.2 เกณฑ์ชี้วัดและประเมินความเป็นอาคารเขียว

แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นแนวคิดที่ได้รับการตอบรับจากนานาประเทศ นอกจากการพัฒนาอย่างยั่งยืนจะเป็นคำที่มีความหมายที่ซ่อนไว้ด้วยหลักแนวคิดและการปฏิบัติที่ลึกซึ้ง แล้วยัง แฝงไว้ด้วยข้อพิจารณาที่ต้องอาศัยเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนออกมาให้เป็นผลในเชิงรูปธรรม ซึ่งมักจะ เกี่ยวข้องโดยตรงต่อความก้าวหน้าของนวัตกรรมทางเทคโนโลยีด้านการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม หลายประเทศให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นวาระแห่งชาติ และเป็นแนวโน้มการพัฒนาในระดับโลก เนื่องจากทุกๆประเทศล้วนตระหนักและให้ความสำคัญถึงความสมดุลของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงาน เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวได้เกิดขึ้นมากมายทั่วโลก หลากหลายมาตรฐานและมีการพัฒนาเกณฑ์อย่างต่อเนื่อง เช่น LEED ของประเทศสหรัฐอเมริกา BREEAM ของประเทศอังกฤษ GREEN STAR ของประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น ซึ่งเกณฑ์เหล่านี้มักจะถูกพัฒนาเพื่อนำมาดัดแปลงใช้ในแต่ละประเทศตามลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ และกฎระเบียบที่ใช้ในการออกแบบของ แต่ละประเทศซึ่งอาจจะต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์ที่เหมือนกันในการพยายามประเมินประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

ด้านความยั่งยืนผ่านเกณฑ์ต่างๆที่ต้องการทราบออกมาเป็นค่าที่สามารถชี้วัดได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งโดยมากเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวจะถูกพัฒนาบนพื้นฐานของการออกแบบอาคารแบบองค์รวม นอกจากนี้ในบางมาตรฐานการประเมินอาคารเขียวยังได้มีการประเมินขั้นตอน

การปฏิบัติงานอาคารตลอดอายุ (life cycle operation) ร่วมในการประเมินด้วย ในประเทศไทยได้มีการพัฒนามาตรฐานอาคารเขียวของตนเองโดยสถาบันอาคารเขียวไทยขึ้นมาภายใต้ชื่อ TREES นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมและเกณฑ์ของกระทรวงพลังงาน ซึ่งก็เป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจากเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวของ LEED โดยจุดมุ่งหมายของเกณฑ์ดังกล่าวคือเพื่อนำไปใช้ประเมินอาคารเขียวในอาคารภาครัฐ โดยมาตรฐานต่าง ๆ ที่มีใช้ในปัจจุบันมักจะให้ความสำคัญที่องค์ประกอบหลักคล้ายกัน ได้แก่ 1) การใช้พลังงาน 2) สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร 3) การใช้น้ำ 4) การใช้วัสดุ และ 5) การพัฒนาพื้นที่ภายนอกอาคารอย่างยั่งยืน

Kok, Bauer, Eichholtz, & Quigley (2010: 8-9) ได้ศึกษาวิจัยเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวและชี้ให้เห็นว่าตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ (key performance indicators: KPIs) ที่ใช้ชี้วัดการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์อย่างยั่งยืน ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลัก 4 อย่าง ได้แก่ 1) การใช้พลังงาน 2) การใช้น้ำ 3) การบำบัดของเสีย และ 4) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทั้ง 4 ตัวบ่งชี้หลักนี้จะส่งผลต่อการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์อย่างยั่งยืน ดังนั้นตัว บ่งชี้ด้านการใช้พลังงานจึงเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของอาคารเขียว โดยงานวิจัยได้มุ่งศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐานการประเมินอาคารเขียวของแต่ละประเทศทั้งหมด 12 มาตรฐาน บนเกณฑ์การประเมิน 15 เกณฑ์ พบว่าเกณฑ์การประเมินด้านการใช้พลังงานเป็นเกณฑ์การประเมินที่ทุกมาตรฐานการประเมินอาคารเขียวของแต่ละประเทศให้ความสำคัญในการใช้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพอาคารเขียว

นอกจากนี้ผลการศึกษาของ Jones Lang LaSalle (2008, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) ได้มุ่งศึกษาที่มาตรฐานอาคารเขียวในกลุ่มประเทศเอเชียแปซิฟิค พบว่าแม้ว่ามาตรฐานอาคารเขียวของแต่ละประเทศ ในกลุ่มประเทศเอเชียแปซิฟิคจะมีเกณฑ์การประเมินภายในที่แตกต่างกัน ซึ่งนักพัฒนาโครงการ สถาปนิก ผู้รับเหมาก่อสร้างในภูมิภาคนั้นๆ ต้องให้ความสนใจแต่ในทุกมาตรฐานจะให้ความสำคัญไปที่เกณฑ์ด้านการใช้พลังงานเป็นสำคัญและจะให้ความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ แทบทั้งสิ้น เนื่องจากอัตราการใช้พลังงานของอาคารส่งผลต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายและคุณประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์ต่างๆ แก่นักพัฒนาโครงการฯ ผู้เช่าและผู้ใช้อาคารมากที่สุด ดังนั้นเกณฑ์การประเมินในส่วนของการใช้พลังงานจึงมีส่วนสำคัญในการประเมินความมีประสิทธิภาพของอาคารเขียวได้เป็นอย่างดี

2.2.1 มาตรฐานการประเมิน LEED

The United States Green Building Council (USGBC) เป็นองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรที่พัฒนาเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียว LEED ขึ้น (U.S. Green Building Council, 2002, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) เพื่อที่จะใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียวสำหรับอาคารที่สร้างใหม่และการปรับปรุงอาคารเดิมครอบคลุมทุกประเภทอาคารทั้งอาคารสำนักงาน อาคารที่พักอาศัย สถาบันต่างๆ ฯลฯ

มาตรฐาน LEED ได้มีการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1994 โดยเริ่มพัฒนาจากมาตรฐานสำหรับอาคารสร้างใหม่เพียงมาตรฐานเดียว จนกระทั่งพัฒนามาสู่มาตรฐานที่ครอบคลุมกระบวนการ ต่างๆ ทั้งการออกแบบ การก่อสร้าง การบำรุงรักษา และการบริหารจัดการอาคาร โดยทั่วโลกมีอาคารที่ลงทะเบียนกับ LEED และได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED จำนวน 83,452 อาคาร จาก 155 ประเทศทั่วโลก ซึ่งคิดเป็นพื้นที่อาคารมากถึง 1.28 พันล้านตารางเมตรและมีการก่อสร้างพื้นที่เพื่อขอรับการรับรองมาตรฐานราว 172,000 ตร.ม. ต่อวัน (U.S. Green Building Council, 2016b, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) มาตรฐาน LEED ได้เริ่มมีการใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 โดยในขณะนั้นเป็น Pilot version ใช้ชื่อว่า LEED New Construction (NC) v1.0 ต่อมาได้มีการพัฒนาเป็น LEED NC v2.0 และ LEED NC v2.2 ในปี ค.ศ. 2005 และในปี ค.ศ. 2009 ได้พัฒนาเป็น LEED 2009 (หรือก่อนหน้านี้ใช้ชื่อว่า LEED v3) หลังจากนั้นอีก 5 ปี ในเดือนพฤศจิกายน ปี ค.ศ. 2013 LEED v4 ก็ได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้งานขึ้น (Wikipedia, 2016, สื่ออิเล็กทรอนิกส์)

ภายในไม่เกิน วันที่ 31 ตุลาคม ค.ศ. 2016 โครงการที่ต้องการประเมินภายใต้มาตรฐาน LEED สามารถเลือกได้ว่าจะใช้เกณฑ์ใดก็ได้ระหว่าง LEED 2009 หรือ LEED v4 แต่หากโครงการใด ลงทะเบียนเพื่อขอรับการประเมินอาคารหลังจากวันที่ 31 ตุลาคม ค.ศ. 2016 จะต้องใช้เกณฑ์ LEED v4 เท่านั้น (U.S. Green Building Council, 2016a, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) ในปัจจุบันมาตรฐาน LEED ได้แบ่งประเภทไว้มากมายในประเทศไทยได้เริ่มเกิดอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ขึ้นในปีค.ศ. 2007 จนกระทั่งปี ค.ศ. 2010 ได้เกิดอาคารหลังแรกที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ระดับ Platinum ซึ่งเป็นระดับสูงที่สุด คือ อาคาร Energy Complex และได้มีการเพิ่มจำนวนของอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถสรุปจำนวนอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปจำนวนโครงการในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 – ค.ศ. 2015 (ตรวจสอบ ณ วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2559)

ปี ค.ศ.	ได้รับการรับรองระดับ Certified	ได้รับการรับรองระดับ Silver	ได้รับการรับรองระดับ Gold	ได้รับการรับรองระดับ Platinum	รวม
2007	1	0	0	0	1
2008	0	0	0	0	0
2009	0	1	0	0	1
2010	0	1	0	1	2
2011	0	0	4	0	4
2012	3	1	0	3	7
2013	1	0	3	1	5
2014	5	3	1	2	11
2015	0	4	1	1	6
	10	10	9	8	37

LEED 2009 เป็นเกณฑ์ที่อาคารโครงการต่างๆ ในประเทศไทยเข้ารับการประเมินเป็นจำนวนมากกล่าวคือมีจำนวน 44 อาคารจากทั้งหมด 68 อาคารที่ลงทะเบียนเพื่อขอประเมินภายใต้มาตรฐาน LEED คิดเป็นร้อยละ 64.70 (ตรวจสอบ ณ วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2559) โดยมาตรฐาน LEED 2009 ครอบคลุม 7 หมวดหมู่การประเมิน ได้แก่ Sustainable Sites (26 คะแนน), Water Efficiency (10 คะแนน), Energy and Atmosphere (35 คะแนน), Materials and Resources (14 คะแนน), Indoor Environmental Quality (15 คะแนน), Innovation and Design Process (6 คะแนน), Regional Priority Credits (4 คะแนน) รวมคะแนเต็ม 110 คะแนน หากอาคารผ่านการประเมินได้คะแนน 40 – 49 คะแนนจะได้รับการรับรองระดับ Certified 50 – 59 คะแนนจะได้รับการรับรองระดับ Silver 60 – 79 คะแนนจะได้รับการรับรองระดับ Gold 80 – 110 คะแนน จะได้รับการรับรองระดับ Platinum

ในประเทศไทยอาคารที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ระดับ Platinum ซึ่งถือเป็นระดับสูงสุดมีจำนวนทั้งสิ้น 8 อาคาร (ตารางที่ 2.2) ซึ่งหากพิจารณาจะพบว่า โดยมากจะยื่นขอรับการรับรองเกณฑ์ LEED 2009 มีเพียงอาคาร Energy Complex ซึ่งเป็นอาคารแรกที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ระดับ Platinum ในประเทศไทยที่ยื่นขอการรับรองผ่านเกณฑ์ LEED v2.0 เพื่อเป็นการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินของ LEED v2.0 และ LEED 2009 ที่ส่งผลให้เกิดอาคารที่ผ่านการรับรองในระดับ Platinum

ตารางที่ 2.2 รายชื่อโครงการในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน LEED ระดับ Platinum เรียงตามวันที่ได้รับการรับรอง (ตรวจสอบ ณ วันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2559)

No.	Project name	Certification date	Rating system	Version	Certification level
1	ENERGY COMPLEX	17-Jul-10	Core and Shell	v2.0	Platinum
2	SCG Building 5 (SCT)	06-Jul-12	Existing Buildings	v2009	Platinum
3	SCG Head Office Building 1 and 2	21-Sep-12	Existing Buildings	v2009	Platinum
4	Park Ventures Ecoplex	27-Nov-12	Core and Shell	v2009	Platinum
5	HSBC Green Library	24-Jun-13	New Construction	v2009	Platinum
6	SCG 100th Year Building	28-Jan-14	Core and Shell	v2009	Platinum
7	Global Power Synergy Company Limited	19-Mar-14	Commercial Interiors	v2009	Platinum
8	The Style by Toyota	29-Sep-15	Commercial Interiors	v2009	Platinum

2.3 ทิศทางการพัฒนาอาคารเขียว

ภายใต้กรอบแนวคิดมิติแห่งความสำเร็จทั้ง 3 ของการพัฒนาอย่างยั่งยืนการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์อย่างยั่งยืนจึงไม่ใช่เพียงการดำรงไว้ซึ่งสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ การขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และการพัฒนาสังคม มิติใดมิติหนึ่ง หากต้องเป็นการพัฒนาเชิงบูรณาการแบบองค์รวมที่นำเอามิติด้านสิ่งแวดล้อม มิติด้านเศรษฐศาสตร์ และมิติด้านสังคม มาร่วมพิจารณาประกอบการตัดสินใจอย่างมีดุลยภาพบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทยก็ได้ดำเนินธุรกิจโดยคำนึงถึงการพิจารณามิติความยั่งยืนทั้งสามดังกล่าว แต่จะให้ความสำคัญต่อการพิจาณามิติด้านใดมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยการพิจารณาที่อยู่ภายในแต่ละมิติ ซึ่งมักเป็นปัจจัยด้านคุณประโยชน์ต่างๆ ที่โครงการจะได้รับจากการพัฒนาโครงการอย่างยั่งยืน เช่น คุณประโยชน์ที่เกิดจากการส่งเสริมคุณภาพสภาพแวดล้อมที่ดีในอาคาร การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคาร ซึ่งเป็นปัจจัยคุณประโยน์ที่อยู่ภายใต้มิติด้านสิ่งแวดล้อม ในกรณีของปัจจัยภายในมิติด้านเศรษฐศาสตร์ มักจะเป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ได้แก่ ปัจจัยเรื่องต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารเขียว คุณประโยชน์ด้านความประหยัด คุณประโยชน์ด้านผลตอบแทนโครงการต้นทุนตลอดอายุโครงการ เป็นต้น ในส่วนของมิติด้านสังคม มีปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการพิจารณาตัดสินใจ เช่น การส่งเสริมบรรษัทบริบาล การส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กร คุณประโยชน์ทางการตลาด การเพิ่มผลิต ภาพการทำงานของผู้ใช้อาคาร การส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ผู้ใช้งาน เป็นต้น

อาจกล่าวได้ว่าทิศทางการพัฒนาอาคารเขียวถูกขับเคลื่อนผ่านแนวคิดมิติแห่งความสำเร็จทั้ง 3 ของการพัฒนาอย่างยั่งยืนผ่านการพิจารณาปัจจัยด้านคุณประโยชน์ต่างๆ ซึ่งแต่ละองค์กรให้น้ำหนักความสำคัญในการพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องแตกต่างกัน

2.4 มิติด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับอาคารเขียว

2.4.1 การช่วยลดการปล่อยมลภาวะและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันสังคมได้มีการตื่นตัวในการก้าวสู่สังคมเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ (low-carbon economy) กันมากขึ้นดังสังเกตได้จากการขับเคลื่อนสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนในภาคการก่อสร้างอย่างต่อเนื่องทั้งในขั้นตอนของการศึกษาวิจัย การออกแบบ นวัตกรรมเทคโนโลยีวัสดุศาสตร์ ตลอดจนเทคโนโลยีการก่อสร้าง เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการก่อสร้างให้ไดดมากที่สุด Pennsylvania Environmental Council (2008: 3) ได้อธิบายว่า การทำอาคารให้เป็น อาคารเขียวเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้เวลาน้อยในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และบรรเทาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ จากคุณประโยชน์ดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่าการช่วยลดการปล่อยมลภาวะและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนับเป็นคุณประโยชน์อาคารเขียวในมิติด้านสิ่งแวดล้อม อาคารเขียวช่วยในการลดการปล่อยสารพิษและมลภาวะสู่สภาพแวดล้อม จึงถือเป็นคุณประโยชน์ของอาคารเขียวในมิติด้านสิ่งแวดล้อม

2.4.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การอนุรกษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ถือเป็นกลไกขับเคลื่อนความยั่งยืนในมิติ ด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญและถือเป็นอีกหนึ่งคุณประโยชน์ในมิติด้านสิ่งแวดล้อมที่นักพัฒนา โครงการอสังหาริมทรัพย์ต้องพิจารณา Kok, Bauer, Eichholtz and Quigley อธิบายว่า “สำหรับองค์กรภาครัฐหรือองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร แนวนโยบายด้านการพัฒนาอาคารให้เป็นอาคารเขียว ที่ส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถือเป็นนโยบายสำคัญในวางกลยุทธ์การพัฒนาอย่างยั่งยืนให้แก่สังคมและชุมชน” เห็นได้จากหน่วยงานของภาครัฐได้มีการให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมนโยบายด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น ในกรณีของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ได้มีการสร้างอาคาร ศูนย์เรียนรู้สุขภาวะที่ได้รับการรับรอง LEED Platinum หรือแม้แต่ในภาคการศึกษาก็มีการกำหนดนโยบายที่จะเป็น Green Campus เช่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี โรงเรียนนานาชาติกรุงเทพ จ. นนทบุรี (ยื่นขอการรับรองภายใต้มาตรฐาน LEED Existing Building ประเภท V2009) เป็นต้น ในกรณีของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้มีการกำหนดแผนแม่บทให้มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เป็น มหาวิทยาลัยสีเขียวได้มีการปรับปรุงภูมิทัศน์ พัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพต่างๆ รวมถึงวางระบบและบริหารจัดการเส้นทางสัญจรของมหาวิทยาลัย เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มมากขึ้น

Jones Lang Lasalle (2008, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) สนับสนุนว่าในระดับประเทศหลายประเทศได้พัฒนามาตรฐานอาคารเขียวขึ้นมาเป็นของตนเองเพื่อใช้ในการกำหนดเป็นมาตรฐานอาคาร เขียวในประเทศของตน เช่น CASBEE ของประเทศญี่ปุ่น BEAM Plus ของเขตบริหารพิเศษฮ่องกง แห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน GREEN STAR ของประเทศออสเตรเลีย GREEN MARK ของประเทศ สิงคโปร์ตลอดจน TREES ซึ่งเป็นมาตรฐานอาคารเขียวของประเทศไทย ที่ถูกพัฒนาโดยสถาบันอาคารเขียวไทย ส่วนในระดับกฎหมาย ข้อกำหนดท่องถิ่นของหลายประเทศก็มีแนวทางการพัฒนาที่ น่าสนใจแตกต่างกันไป เช่น ในประเทศสิงคโปร์ได้มีการกำหนดกฎหมาย ข้อบังคับ มาตรฐาน ประสิทธิภาพอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารก่อสร้างใหม่และการปรับปรุงอาคารให้สอดคล้องกับเกณฑ์ขั้นต่ำของมาตรฐาน GREEN MARK ของประเทศสิงคโปร์ ในเขตบริหารพิเศษฮ่องกงฯ ก็ได้มีการออกข้อบังคับการใช้พลังงานในอาคาร Building Energy Codes (BEC) เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังของอาคารในเขตเมือง นอกจากนี้ประเทศญี่ปุ่นมีก็มีกฎหมายที่ระบุให้อาคาร พาณิชย์ราวครึ่งหนึ่งของประเทศต้องรายงานการใช้พลังงานให้แก่รัฐบาลโดยกฎหมายฉบับนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อให้อาคารมีการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้เพิ่มขึ้นอย่างน้อย ร้อยละ 1 ทุกปี (Jones Lang Lasalle, 2008, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) ดังตัวอย่างที่กล่าวมาทั้งหมดล้วน แสดงให้เห็นถึงมาตรการนโยบาย สนับสนุนอาคารเขียวทั้งในระดับสากล ระดับประเทศและระดับภูมิภาคที่มีเป้าหมายร่วมกันคือ ร่วมกันส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับ Kornar (2010, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) ที่อธิบายว่า หลายประเทศได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นวาระแห่งชาติและเป็นแนวโน้มการพัฒนาในระดับโลกเนื่องจากทุกๆ ประเทศล้วนตระหนักและให้ความสำคัญถึงความสมดุลของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงาน

อาคารเขียวจึงเป็นคำตอบของการร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่นักพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ต้องให้ความสำคัญ

2.4.3 การส่งเสริมคุณภาพสภาพแวดล้อมที่ดีในอาคาร

การทำอาคารเขียวส่งผลต่อการส่งเสริมคุณภาพสภาพแวดล้อมที่ดีในอาคารโดยตรง เนื่องจากอาคารเขียวมีคุณประโยชน์ด้านคุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคารที่ดีและส่งเสริมสุขอนามัยและมีความปลอดภัยมากกว่าอาคารทั่วไป ซึ่งจะส่งผลต่อไปยังผู้ใช้และ/หรือผู้ปฏิบัติงานในอาคารเขียว มีสุขภาพที่ดีกว่าและมีผลิตภาพการทำงานที่ดีกว่าและมีอัตราการเจ็บป่วยที่ลดลง

2.4.4 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคาร

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคารเป็นอีกคุณประโยชน์ภายใต้มิติด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญเพราะการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคารเป็นตัวชี้วัด

ประสิทธิภาพอาคารเขียว Kok, Bauer, Eichholtz and Quigley (2010: 8-9) อธิบายว่าตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพ (key performance indicators: KPIs) ที่ใช้ชี้วัดการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์อย่างยั่งยืนจะถูกพิจารณาภายใต้ปัจจัยด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคารเป็นสำคัญ โดย Jones Lang LaSalle (2008, สื่ออิเล็กทรอนิกส์) ได้สนับสนุนว่า แม้ว่ามาตรฐานอาคารเขียวของแต่ละประเทศจะมีเกณฑ์การประเมินภายในที่แตกต่างกันแต่ในทุกมาตรฐานจะให้ความสำคัญไปที่เกณฑ์ด้านการใช้พลังงานเป็นสำคัญและจะให้ความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ แทบทั้งสิ้น นอกจากการใช้พลังงานจะเป็นตัวชี้วัดสำคัญในการประเมินความยั่งยืนให้อาคารเขียวแล้วยังถือเป็นคุณประโยชน์ข้อสำคัญในการพิจาณาเลือกอาคารเขียวของบริษัทหรือองค์กรต่างๆ (Kok, Bauer, Eichholtz and Quigley, 2010: 8-9)

2.5 กฎหมายและเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในประเทศไทย

หน่วยงานภาครัฐของประเทศไทยดำเนินนโยบายเพื่อส่งเสริมด้านการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่การประกาศใช้พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2555 เพื่อให้คณะกรรมการนโยบายแห่งชาติเสนอเป้าหมายและนโยบายมาตรการเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน ต่อมาในปี พ.ศ.2545 ภาครัฐได้ก่อตั้งกระทรวงพลังงานและกรมควบคุมมลพิษสังกัดกระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม จากนั้นมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งปรับปรุงจากฉบับเดิมเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาวะทางเศรษฐกิจโดยนำรายละเอียดกำหนดไว้ในกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องเพื่อสามารถปรับเปลี่ยนได้ทันต่อสภาวการณ์ รวมถึงรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานมีอำนาจการออกกฎกระทรวงหรือประกาศที่เป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานรวมถึงกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ได้ออกประกาศในปี พ.ศ.2552 กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารแต่ละประเภทและกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารแต่ละประเภทและค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร

2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายประการ เช่น ประเภทของอาคาร การออกแบบ รูปร่างอาคาร และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารตำแหน่งที่ตั้งอาคารความต้องการของผู้ใช้อาคารชั่วโมงการใช้งานของอาคารดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารประเภทต่างๆ แบ่งตามระบบต่างๆ

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, 2554, น. 10

ปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคารแตกต่างกันได้มาก อาคารบางประเภทใช้แต่พลังงานไฟฟ้า ในขณะที่อาคารบางประเภทใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ จากพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม แต่จากการสำรวจจะพบว่าอาคารต่างๆจะใช้พลังงานในกิจกรรมหลักๆ 3 ส่วน ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และใช้ในระบบอื่นๆซึ่งอาคารแต่ละประเภทก็ใช้ในปริมาณที่ต่างๆกัน สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบต่างๆ นั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 1.6 และรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในอาคารสำนักงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.4 (ชลวิทย์ เผือกผาสุก, 2554, น. 10-11)

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ ในอาคารสำนักงาน

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 ประเภทหลัก ๆได้แก่ระบบปรับอากาศระบบไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์อื่นๆซึ่งหากสามารถหาข้อมูลย้อนหลัง 12 เดือนได้ก็จะแม่นยำขึ้นจะทำให้ทราบสัดส่วนการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยทั้งปีและทราบดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ใช้สอยต่อปีโดยหาได้จาก

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

ตารางที่ 2.5 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551

ประเภทอาคาร	อาคารอ้างอิง $\text{kWh/m}^2\text{-y}$	อาคารมาตรฐานตามพ.ร.บ. $\text{kWh/m}^2\text{-y}$
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

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

ภาระการปรับอากาศเป็นผลจากปัจจัยภายนอกอันได้แก่ ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคารและจากปัจจัยภายในอันได้แก่ความร้อนที่เกิดจากภายในตัวอาคารเองโดยปกติแล้วความร้อนจากที่ถ่ายเทจากภายนอกจะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในคือคิดเป็นร้อยละ 60 ของภาระการปรับอากาศรูปที่ 2.1 แสดงแหล่งความร้อนต่างๆของภาระการปรับอากาศซึ่งประกอบด้วย

1. การส่งผ่านรังสีจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารโดยตรงผ่านพื้นผิวที่โปร่งแสง เช่น หน้าต่าง, หลังคาโปร่งแสง (skylight)
2. การนำความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางผนังภายนอก (ผนังทึบและผนังกระจก) พื้นและหลังคา
3. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากตัวคน, หลอดไฟส่องสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่อยู่ภายในอาคาร
4. ความร้อนที่เกิดจากอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเพื่อการระบายอากาศภายในหรือที่แทรกซึมเข้าสู่อาคาร (เช่นอากาศที่ผ่านเข้าทางประตูหรือหน้าต่างในส่วนที่เปิดไว้)

ภาพที่ 2.1 แหล่งความร้อนต่างของภาระการปรับอากาศ

สำหรับกระจกใสซึ่งนิยมใช้ในอาคารเก่าความร้อนจากภายนอกจะผ่านทะลุเข้าตัวอาคารได้มาก (ร้อยละ 83) และมีแสงสว่างที่ตามองเห็นทะลุผ่านสูง (ร้อยละ 88) ดังนั้นกระจกใสจะให้แสงสว่างเข้ามามากแต่ในขณะเดียวกันก็จะมีปริมาณความร้อนผ่านเข้ามามากด้วยดังนั้นวิธี

ป้องกันความร้อนที่ผ่านกระจกใสคือติดฟิล์มกรองแสงที่ผิวกระจกด้านในซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูง (พรเทพ พินัยนิติศาสตร์, 2554,น. 33)

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้เสนอแนะให้มีการตั้งอุณหภูมิที่ 25C^0ในบริเวณที่ทำงานทั่วไปและพื้นที่ส่วนกลางตั้งอุณหภูมิที่ 24 C^0ในบริเวณพื้นที่ทำงานใกล้หน้าต่างกระจกตั้งอุณหภูมิที่ 22 C^0 ในห้องคอมพิวเตอร์ซึ่งการปรับเพิ่มอุณหภูมิทุก ๆ 1 C^o จะช่วย ประหยัดพลังงานประมาณร้อยละ 10 ของเครื่องปรับอากาศอุณหภูมิที่เหมาะสมของการใช้งานระบบปรับอากาศสำหรับอาคารทั่วไปในประเทศไทยคือ 24.5 – 26.5 C^0 ดังนั้นถ้าตั้งอุณหภูมิของเทอร์โมสตัทไว้ที่ 25 C^0 จะช่วยประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด (พรเทพ พินัยนิติศาสตร์, 2554, น. 31)

2.7 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ที่เกี่ยวข้อง

มัลลิกา ปู่เพ็ชร์ (2555) ทำการศึกษาอาคารประเภทสถานศึกษาจำนวน 2 อาคารและอาคารสำนักงาน 1 งาน โดยใช้โปรแกรม BEC และ Energy Plus ในการทำแบบจำลองพลังงานในการประเมินแบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังนี้ (1) ใช้ค่าพลังงานตามข้อกำหนดของกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 (2) ใช้ค่าพลังงานตามข้อกำหนด Appendix G ใน ASHRAE Standard 90.1-2007 และ (3) ใช้แบบประเมินเพื่อประหยัดพลังงานหรืออาคารติดฉลากของกระทรวงพลังงาน ผลจากการประเมิน พบว่าวิธีที่ 1 ได้คะแนนสูงทั้ง 2 อาคาร โดยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพลังงานคือประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ กล่าวคือประสิทธิภาพของอาคารอ้างอิงวิธีที่ 1 ต่ำกว่าประสิทธิภาพอาคารอ้างอิงวิธีที่ 2 และเงื่อนไขในระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะไม่คิดค่าแสงสว่างในพื้นที่ลานจอดแต่อีก 2 วิธีได้นำมาคิด

คุณธรรม สันติธรรม (2560) ทำการศึกษากระบวนการตัดสินใจสู่การพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบยั่งยืน : อาคารสำนักงานที่ได้รับรองมาตรฐานอาคารเขียวในกรุงเทพมหานคร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) ผ่านการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเก็บข้อมูลกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล (key informant) ซึ่งไม่ประสงค์ออกนามจำนวน 19 แหล่ง จากนั้นวิเคราะห์ผลวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) และวิธีโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Network Process: ANP) ประกอบกับการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-dept interview) ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการตัดสินใจพัฒนาโครงการอาคารสำนักงานเขียว ประกอบด้วยลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจ ดังนี้ 1.การส่งเสริมบรรษัทบริบาล (Corporate Social Responsibility: CSR) ส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กรและคุณประโยชน์ทางการตลาด 2.การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากรในอาคาร เช่น พลังงานไฟฟ้า น้ำ 3.การ

ส่งเสริมคุณภาพสภาพแวดล้อมที่ดีในอาคาร 4.การช่วยลดการปล่อยมลภาวะและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ก๊าซเรือนกระจก 5.การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาวดี ธุววงศ์(2559) ทำการศึกษาการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวเพื่อส่งเสริมสุขภาวะสำหรับอาคารที่พักอาศัยแบบยั่งยืนในประเทศไทย โดยใช้การทำปริทัศน์เอกสาร ข้อมูลมาตรฐานการออกแบบสภาพแวดล้อมของอาคารที่พักอาศัยในต่างประเทศและวิเคราะห์สรุปประเด็นและจัดทำแบบสอบถามแบบจับคู่เปรียบเทียบ (Pairwise Comparison) เพื่อหาค่าน้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็นปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) ผลการศึกษาวิจัยพบว่าผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักความสำคัญกับหมวดความปลอดภัยเป็นหลัก โดยมีค่าน้ำหนัก 31.6% รองลงมาคือ คุณภาพอากาศ 23.7% สภาวะน่าสบาย 20.3% แสงสว่าง 11.4% วัสดุ 7.7% และสุนทรีภาพ 6.4% ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารที่พักอาศัยในประเทศไทยเพื่อส่งเสริมให้การออกแบบอาคารให้มีความสำคัญกับสุขภาวะของผู้พักอาศัยมากยิ่งขึ้น

พีรเดช คุ้มศิริและปุ่น เที่ยงบูรณธรรม(2559) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรอบการประเมินอาคารเขียวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการประเมินอาคารเขียวและประยุกต์ใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์อาคารเขียวตามมาตรฐานการประเมิน เพื่อใช้ควบคู่กับโปรแกรมวิเคราะห์พลังงาน เนื่องจากปัจจุบันการประเมินอาคารเขียวมีความคลาดเคลื่อนไปจากการตั้งเป้าหมายในตอนเริ่มต้น อีกทั้งยังมีการเสนอวิธีการพัฒนาแบบก่อสร้าง ก่อนทำการก่อสร้างจริง เพื่อให้เหมาะสมตรงกับความต้องการของเจ้าของโครงการ การพัฒนากรอบการประเมินอาคารในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอปัจจัยเพิ่มเติมในการประเมินอาคารก่อนการก่อสร้างจากเดิมที่จะมีการประเมินในปัจจัยในด้านต่างๆ คือ (1) รูปลักษณ์และลักษณะอาคาร (2) ความร้อน (3) พลังงานที่ใช้และปล่อยออก (4) แสงสว่าง

นายยุทธวัชร อภิวาทนสิ(2555) ทำการศึกษาแนวทางในการออกแบบอาคารสำนักงานเพื่อให้มีความเป็นอาคารเขียวโดยได้ศึกษาและนำเกณฑ์ประเมิน LEED-NC (v.2009) มาใช้เป็นวิเคราะห์เป็นแนวทางในการออกแบบและสามารถประเมินประสิทธิภาพของอาคารเพื่อวัดความเป็นอาคารเขียวในเบื้องต้นได้จากการศึกษาเกณฑ์ประเมิน LEED-NC (v.2009) ซึ่งจากการศึกษาการจำลองพลังงานจะพบว่าอาคารทางเลือกที่ใช้แนวทาง เปลี่ยนระบบปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขึ้นจะสามารถลดค่าการใช้พลังงานโดยรวมได้มากกว่าการใช้แนวทางเปลี่ยนวัสดุอาคารประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้โดยมี ค่าความส่องสว่างผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจากการออกแบบอาคารสำนักงานเขียวจะพบว่าตลอดกระบวนการออกแบบต้องมีการ

จำลองอาคาร คือการจำลองพลังงาน การจำลองแสง ซึ่งจะต้องระบุคุณสมบัติของวัสดุอย่างละเอียด จึงควรมีการศึกษาวัสดุอาคารเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดแนวทางเลือกใช้วัสดุได้อย่างหลากหลายมากขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมได้นำแนวความคิดในการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร ทำการศึกษาออกแบบในการศึกษานี้ ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้จากการนำมาปรับใช้และเป็นข้อมูลในการศึกษา รวมถึงการประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ด้วย โดยการแนวทางข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมมาประยุกต์ใช้ โดยใช้โปรแกรม Sketch up + Energy Plus มาหามาตรการการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารอีกด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้จะแตกต่างจากงานวิจัยในอดีต เนื่องจากมีการใช้โปรแกรมทางวิศวกรรมที่มีความน่าเชื่อถือสูงในการจำลองค่าการใช้พลังงานเพื่อกำหนดหามาตรการการลดการใช้พลังงานในอาคารและการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละมาตรการ

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีระเบียบวิธีการวิจัยโดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 บทนำ
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน
3.3 ข้อมูลทั่วไปและการใช้พลังงานของอาคาร
3.4 การสร้างแบบจำลองอาคาร
3.5 การประเมินอาคารเขียวของประเทศไทย(สำหรับบ้านและอาคารที่พักอาศัย)

3.1 บทนำ

การออกแบบหรือปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารเขียว มีความนิยมและยอมรับอย่างมากในปัจจุบันและมีการพัฒนาในแนวโน้มที่ดีในอนาคตอีกด้วย อีกทั้งมีแนวโน้มการออกแบบอาคารไม่ว่าจะเป็นสำนักงาน โรงงาน คอนโดมิเนียม โรงพยาบาล เป็นต้น ปัจจุบันอาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่ก็จะพัฒนาออกแบบให้เป็นอาคารเขียว (Green Building Criterion) ในอดีตมีการพัฒนาเกณฑ์อาคารเขียวมาจากต่างประเทศและก็มีการนำเกณฑ์ในต่างประเทศที่เป็นที่แพร่หลายยอมรับ เช่น เกณฑ์ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

เกณฑ์เหล่านี้จะถูกนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในแต่ละประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศจะมีเกณฑ์มาวัดที่แตกต่างกันแต่เนื้อหาการประเมินใกล้เคียงกัน เนื่องจากแต่ละประเทศมีสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นเกณฑ์บางเกณฑ์อาจจะต้องนำมาประยุกต์และใช้ให้เหมาะสม ทั้งพัฒนาขึ้นมาเป็นเกณฑ์ใหม่ในแต่ละประเทศเอง เช่นในประเทศไทยมีการพัฒนาเกณฑ์ TREES ของสถาบันอาคารเขียวไทยขึ้นมา ซึ่งเกณฑ์นี้ก็พัฒนาขึ้นมาจาก LEED เพื่อใช้สำหรับโครงการต่างๆภายในประเทศ โดยเป็นความร่วมมือกันระหว่างสภาสถาปนิกสยามและวิศวกรรมสถานนอกจากนี้ยังมีเกณฑ์ของกรมควบคุมมลพิษของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ

สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ทางภาครัฐมีการสนับสนุนที่จะพัฒนาและนำมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีเนื้อหาการประเมินที่ใกล้เคียงกับมาตรฐาน LEED อีกด้วย

จากการศึกษาแบบประเมินอาคาร LEED (v.4) จะพบว่าหัวข้อที่ใช้ในการประเมินสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารได้ตั้งแต่ขั้นตอนก่อนการออกแบบอาคาร ขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้างอาคารจนถึงขั้นตอนตรวจสอบอาคารและการเข้าใช้งานอาคารจริง

โดยจะมีหัวข้อหลักที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

1. Sustainable Sites (ที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน)
2. Water Efficiency (การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ)
3. Energy and Atmosphere (การใช้พลังงานและบรรยากาศ)
4. Materials and Resources (วัสดุและทรัพยากร)
5. Indoor Environmental Quality (คุณภาพสภาวะแวดล้อมในอาคาร)
6. Innovation and Design Process (นวัตกรรมและกระบวนการออกแบบ)
7. Regional Priority (ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค)
8. Location and Transportation (สถานที่ตั้งและการขนส่ง)

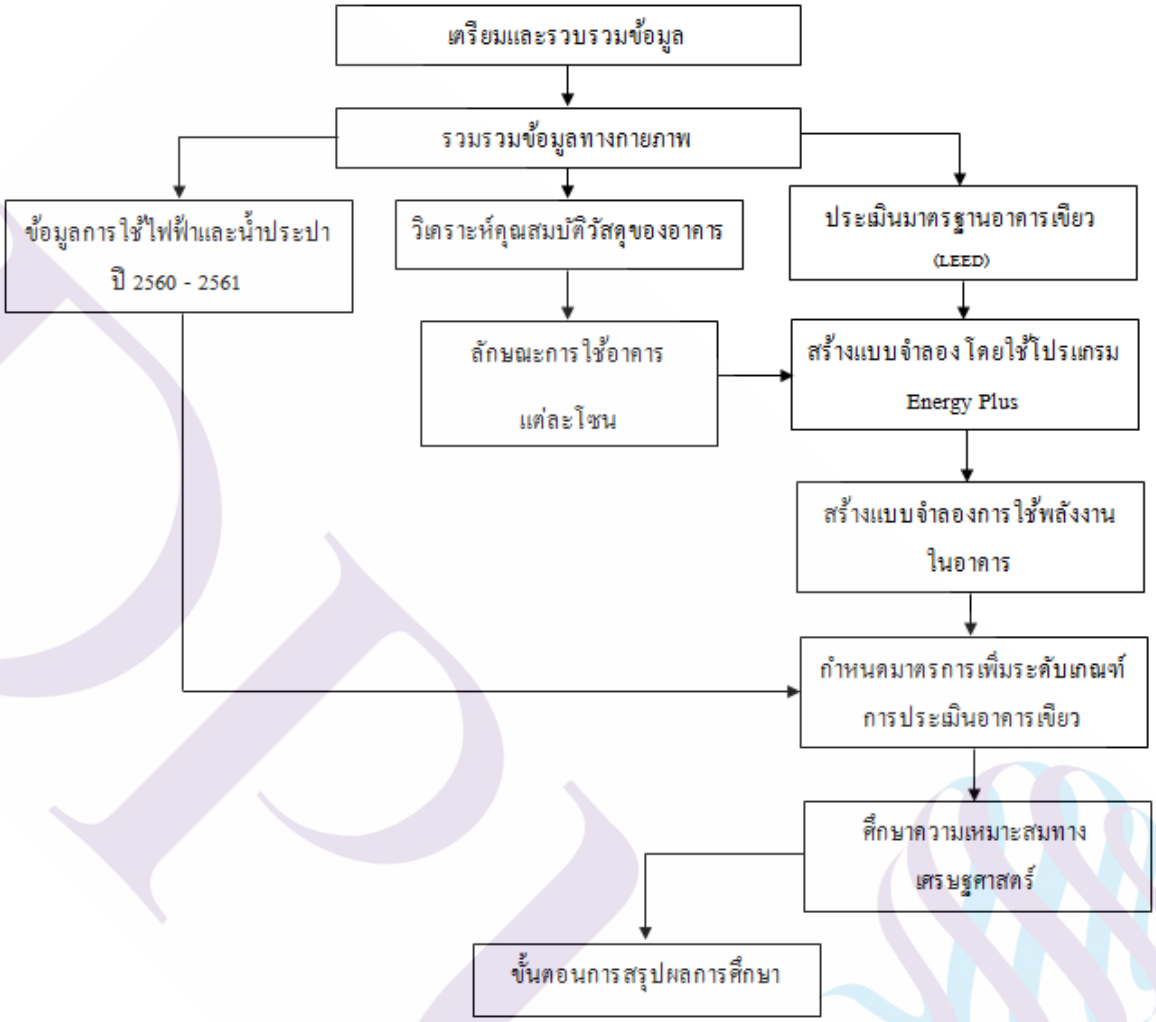
เมื่อพิจารณาจากรายละเอียดของแบบประเมิน จะพบว่าในแต่ละหัวข้อหลักสามารถได้คะแนนในแต่ละช่วงของกระบวนการทางสถาปัตยกรรม โดยจะแบ่งเป็นหัวข้อประเมินที่ได้ดังนี้

1. หัวข้อประเมินที่เป็นหัวข้อบังคับ (prerequisite) ในส่วนนี้จะเป็นหัวข้อบังคับที่ต้องผ่านตามเกณฑ์กำหนด โดยจะมีทั้งหัวข้อที่สามารถประเมินได้เบื้องต้นในขั้นตอนการออกแบบร่าง และหัวข้อที่นำมาประเมินได้ในขั้นตอนการก่อสร้าง รวมถึงประเมินหลังจากอาคารสร้างเสร็จแล้ว

2. หัวข้อประเมินที่อยู่ในขั้นตอนการออกแบบ ในส่วนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกที่มีการวางแผนโครงการโดยรวมทั้งหมด เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายในการออกแบบ และระดับของความเป็นอาคารเขียว ซึ่งเจ้าของโครงการได้ตั้งเป้าหมายไว้ เพื่อให้ทีมออกแบบนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทำคะแนนในแต่ละหมวด

ดังนั้นแผนงานวิจัยทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 3.1 (ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย) วิธีการทดสอบและจำนวนรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย

จากภาพที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย ซึ่งจะเริ่มต้นจากการเตรียมและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งหมด จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลทางกายภาพจากการสำรวจลงพื้นที่ที่จะศึกษา หลังจากที่ลงพื้นที่เก็บข้อมูลทางกายภาพแล้วจะทำการประเมินอาคารตามมาตรฐาน LEED รวมถึงติดต่อขอข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปาของอาคารที่ศึกษา นอกจากนี้ทำการประเมินวัสดุกรอบอาคารเบื้องต้นเพื่อเตรียมความพร้อมที่จะทำการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ หลังจากที่สร้างแบบจำลองแล้วจะทำการแบ่งโซนเพื่อศึกษาการวิเคราะห์กรอบอาคารขอแต่ละโซนเพื่อกำหนดหามาตรการเพิ่มระดับมาตรฐานให้อยู่ในระดับหรือ

ใกล้เคียงกับมาตรฐานอาคารเขียว หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์และสรุปผลการศึกษา

3.3 ข้อมูลทั่วไป

3.3.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

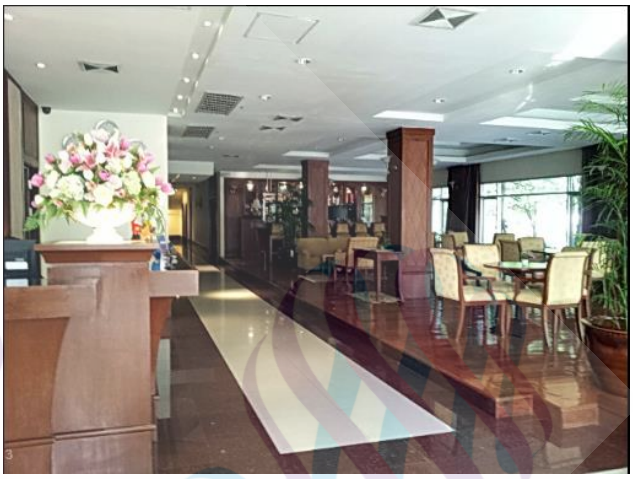
อาคารโรงแรมดีพียูเพลส มหาวิทยาธุรกิจบัณฑิตย์กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้นมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1,822.94 ตารางเมตร จากตารางที่ 3.1 โดยแบ่งพื้นที่ ชั้น 1 ในส่วนของพื้นที่ให้บริการ (Lobby) ออฟฟิต สำนักงาน (Office) ห้องนวดแผนไทย (Spa) ห้องซักล้าง ชั้นที่ 2 และ3 ส่วนของห้องพักจำนวน 24 ห้อง เปิดให้บริการ จันทร์ – อาทิตย์ ตลอด 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3.2-3.4

ซึ่งในการออกแบบอาคารจะเห็นได้ว่ามีการใช้แสงธรรมชาติที่ได้จากดวงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในอาคารอีกด้วย และจะเห็นได้อีกว่าพื้นที่ของกระจกที่นำมาเป็นส่วนของกรอบอาคารโดยรอบจะทำให้เกิดภาระโหลดจนทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักอีกด้วย

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดและลักษณะการใช้งานของอาคาร

ชื่ออาคาร	**โรงแรมดีพียูเพลส**
ชื่อหน่วยงาน	คณะการท่องเที่ยวและการโรงแรม
ที่อยู่	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ 110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10210
เบอร์ติดต่อ	02-954-7300
จำนวนชั้น	3
ประเภทอาคาร	โรงแรม
พื้นที่ใช้สอยส่วนใหญ่	1,823 ตารางเมตร
ปีที่สร้างเสร็จ	พ.ศ. 2545
วันและเวลาทำการ	จันทร์ – ศุกร์ ตลอด 24 ชั่วโมง
จำนวนพนักงาน	10 คน
ชั้น 1	พื้นที่ให้บริการ สำนักงานและห้องซักล้าง
ชั้น 2	ห้องพักจำนวน 12 ห้อง
ชั้น 3	ห้องพักจำนวน 12 ห้อง

ภาพที่ 3.2 ภาพด้านหน้าโรงแรมดีพียูเพลส



ภาพที่ 3.3 ลักษณะการใช้งานพื้นที่ชั้น 1

ภาพที่ 3.4 ลักษณะการใช้งานพื้นที่ชั้น 2 และชั้น 3

3.3.2 การใช้พลังงานของอาคารโรงแรมดีพียูเพลส

จากการสำรวจพื้นที่ที่จะทำการวิจัยแล้ว การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆในอาคารจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป เนื่องจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆจะขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ที่เข้ามาทำการพักอาศัยในแต่ละช่วง แต่จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจะทำการสรุปอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ ดังตารางที่ 3.2 – 3.5

ตารางที่ 3.2 แสดงรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชั้น 1

ชั้น	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
1	เครื่องต้มน้ำร้อน	1000 W	1
	เครื่องคอมพิวเตอร์	300 W	8
	ไมโครเวฟ	820 W	1
	ตู้เย็นขนาด 10 คิว	150 W	1
	เครื่องซักผ้าฝาบน	430 W	2
	เครื่องอบผ้า	4000 W	2
	โคมดาวไลท์ ขนาด 2x 13W	26 W	18
	โคมดาวไลท์ ขนาด 1x 13W	13 W	40
	หลอด Flu T5 ขนาด 2x28W	56 W	16
	หลอด E-Sever 1 x 9W	9 W	21

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ชั้น	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด24,000 Btu.	3000 W	4
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด36,000 Btu.	4500 W	7
	เครื่องปรับอากาศ ขนาด48,000 Btu.	6000 W	2

ตารางที่ 3.3 แสดงรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชั้น 2

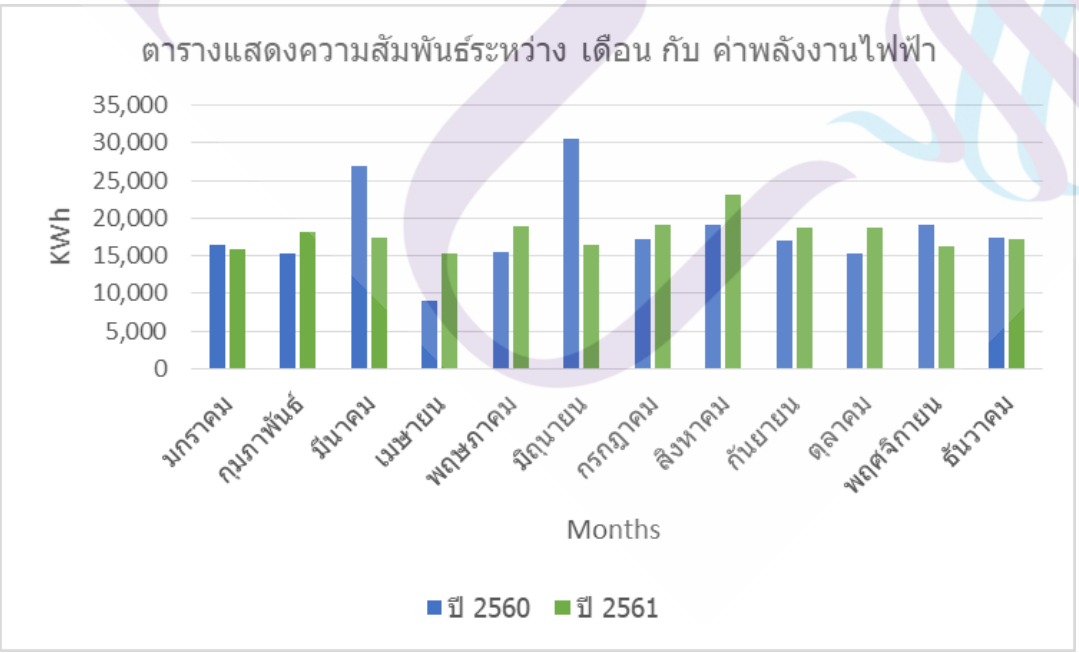
ชั้น	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
2	เครื่องปรับอากาศ ขนาด18,000 Btu.	2250 W	13
	เครื่องทำน้ำอุ่น	6000 W	12
	ตู้เย็น ขนาด 3 คิว	60 W	11
	ตู้เย็น ขนาด 7 คิว	120 W	1
	หลอด E-Sever 1 x 13W	13 W	60
	หลอดหัวเตียง 9W	9 W	24
	TV ขนาด 20”	200 W	12
	ไมโครเวฟ	820 W	1

ตารางที่ 3.4 แสดงรายการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ชั้น 3

ชั้น	อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า	จำนวน
3	เครื่องปรับอากาศ ขนาด18,000 Btu.	2250 W	15
	เครื่องทำน้ำอุ่น	6000 W	13
	ตู้เย็น ขนาด 3 คิว	60 W	11
	ตู้เย็น ขนาด 7 คิว	120 W	2
	หลอด E-Sever 1 x 13W	13 W	65
	หลอดหัวเตียง 9W	9 W	26
	TV ขนาด 20”	200 W	13
	ไมโครเวฟ	820 W	2

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลการเข้าพักในปี พ.ศ. 2560 – 2561

เดือน	จำนวนแขกเข้าพัก		หมายเหตุ
	พ.ศ. 2560	พ.ศ. 2561	
มกราคม	397	249	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
กุมภาพันธ์	268	329	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
มีนาคม	179	238	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
เมษายน	239	197	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
พฤษภาคม	266	202	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
มิถุนายน	313	310	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
กรกฎาคม	277	344	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
สิงหาคม	355	500	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
กันยายน	291	294	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
ตุลาคม	158	256	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
พฤศจิกายน	305	249	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน
ธันวาคม	201	144	จำนวนห้อง 24 ห้องต่อวัน

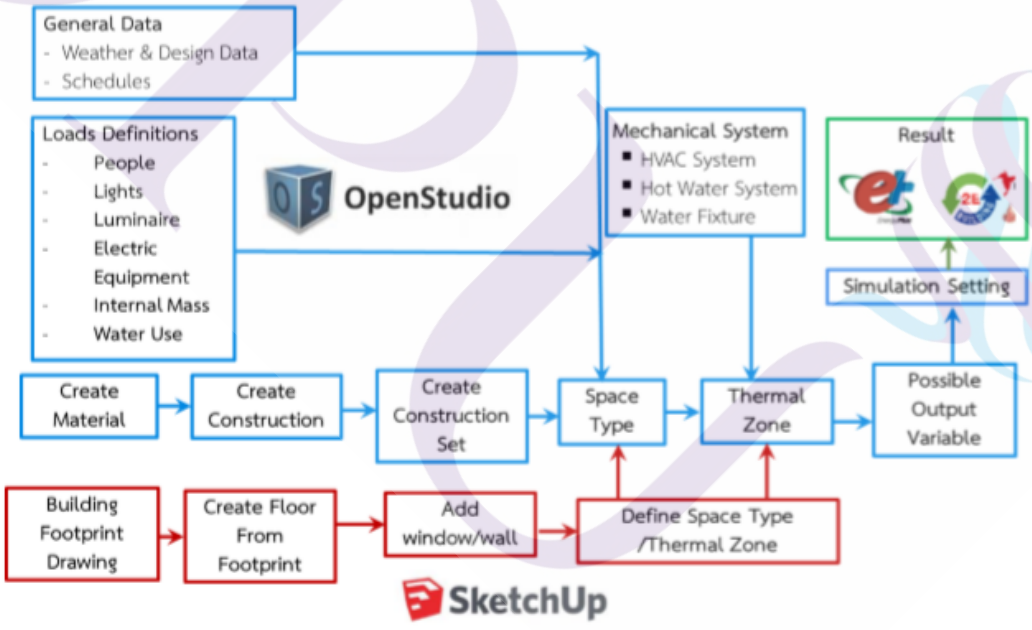


ภาพที่ 3.5 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ.2560 – 2561

จากภาพที่ 3.5 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือน ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากการใช้ไฟฟ้าจะแปรผันตามจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าและแขกผู้พักอาศัย นอกจากนี้ค่าพลังงานที่ใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่แขกผู้พักอาศัยใช้ด้วย และจะแปรผันตามสภาพอากาศของแต่ละเดือนอีกด้วย

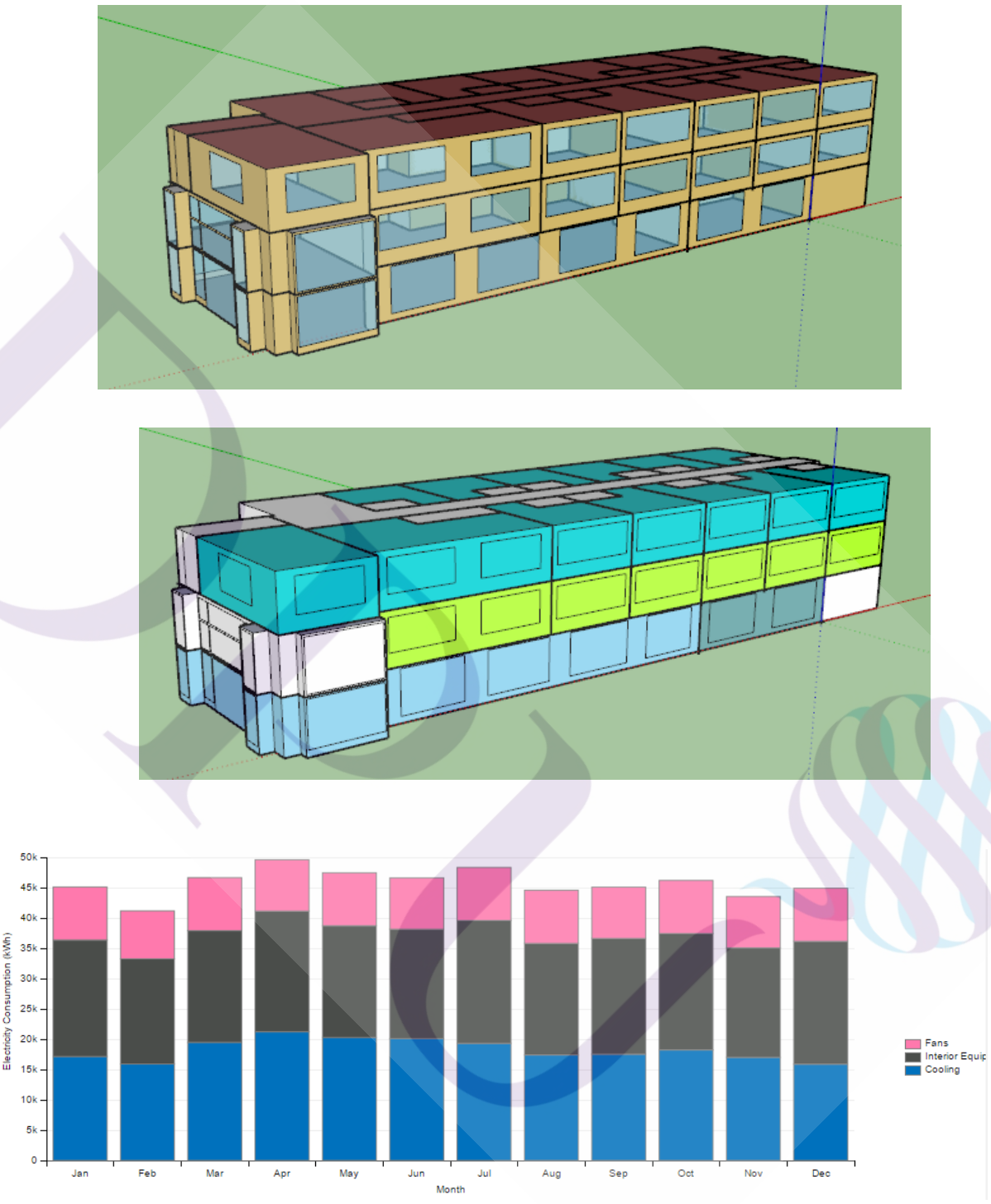
3.4 การสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานของอาคารโดยโปรแกรม Energy Plus

ในการศึกษานี้ใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร Energy Plus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารโรงแรมดีพียูเพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของอาคารมาสร้างแบบจำลองโดยข้อมูลที่ใช้มาจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ อาทิ เช่น วัสดุกรอบอาคาร พื้น หน้าต่าง ประตู ผนัง เครื่องปรับอากาศ รวมถึงสภาพภูมิอากาศ มาทำการประยุกต์ใช้กับโปรแกรมและแบบจำลอง เพื่อสร้างและเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละโซนได้ นอกจากนี้ยังกำหนดการตำแหน่งและขนาดของแต่ละโซนและลักษณะการใช้ไฟฟ้าแต่ละโซนได้ ดังภาพที่ 3.6 – 3.7



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการใช้แบบจำลองการใช้พลังงาน

ที่มา: คู่มือการใช้งานโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร BESM



ภาพที่ 3.7 แสดงการจำลองอาคารที่ทำประเมินโดยโปรแกรม Sketch up + Energy Plus

จากภาพที่ 3.7 จะเห็นว่าภาพที่ 1 คือภาพแสดงการจำลองอาคารที่ทำการประเมินโดยผ่านโปรแกรม Sketch up ในส่วนของภาพที่ 2 คือภาพที่แสดงการจำแนกในส่วนของ Thermal Zone และภาพสุดท้ายคือการแสดงการใช้พลังงานของอาคารที่ทำการประเมินโดยผ่านโปรแกรม Energy Plus

3.5 การประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (สำหรับบ้านและอาคารที่พักอาศัย)

จะแยกตามหมวดที่เกณฑ์การประเมินกำหนดไว้ทั้งหมด 8 หมวด โดยมีคะแนนรวมอยู่ที่ 110 คะแนน และหัวข้อบังคับอยู่ที่ 18 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation)

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
LT P1	พื้นที่หลีกเลี่ยงอุทกภัย	บังคับ
LT 1	การเลือกสถานที่ตั้ง	8
LT 2	การพัฒนาพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพ	3
LT 3	ทรัพยากรของชุมชน	2
LT 4	ความสะดวกในการขนส่ง	2

ในตารางที่ 3.6 ในหมวดที่ 1 จะมีหัวข้อบังคับอยู่ 1 หัวข้อ คือ พื้นที่หลีกเลี่ยงอุทกภัย หากไม่เป็นไปตามหัวข้อบังคับจะทำให้หัวข้ออื่นไม่สามารถประเมินต่อได้ นอกจากนี้ในหมวดที่ 1 จะมีคะแนนทั้งหมด 15 คะแนน และจะทำการประเมินที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งและการขนส่งของโครงการ

หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
SS P1	การป้องกันมลพิษที่เกิดจากการก่อสร้าง	บังคับ
SS P2	ไม่มีวัชพืชในพื้นที่	บังคับ
SS 1	การลดพลังงานของกลุ่มความร้อน (หลังคา)	2
SS 2	การบริหารจัดการน้ำฝน	3
SS 3	การควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีธรรมชาติ	2

ในตารางที่ 3.7 ในหมวดที่ 2 จะเห็นได้ว่ามีหัวข้อบังคับอยู่ 2 หัวข้อ คือการป้องกันมลพิษที่เกิดจากการก่อสร้าง และพื้นที่จะต้องไม่มีศัตรูพืช ในส่วนของหมวดที่ 2 จะทำการประเมินสถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืนจะวิเคราะห์จากบริเวณภายนอก และสภาพแวดล้อมของที่ตั้งโครงการ นอกจากนี้ในหมวดที่ 2 จะมีคะแนนทั้งหมด 7 คะแนน

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
WE P1	การวัดปริมาณน้ำ	บังคับ
WE 1	การใช้น้ำในอาคาร	6
WE 2	การใช้น้ำนอกอาคาร	4

ในตารางที่ 3.8 ในหมวดที่ 3 จะมีหัวข้อบังคับคือ การวัดปริมาณน้ำ หมายถึง อาคารที่จะทำการตรวจวัดมาตรฐานอาคารเขียวจะต้องมีการติดตั้งมิเตอร์เพื่อทำการวัดปริมาณการใช้น้ำ หากอาคารใดไม่มีการวัดจะถือว่าหัวข้อนี้ไม่สามารถประเมินต่อเพื่อรับคะแนนในหัวข้ออื่นๆได้ เนื่องจากในหัวข้อนี้จะทำการวัดเพื่อให้ทราบถึงการบริหารการจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพ

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EA P1	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ	บังคับ
EA P2	การวัดพลังงาน	บังคับ
EA P3	การศึกษาการใช้พลังงานของอาคารจากผู้ใช้	บังคับ
EA P4	ขนาดพื้นที่ของอาคาร	บังคับ
EA 1	ระบบการจ่ายน้ำร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ	5
EA 2	การติดตามการใช้พลังงาน ณ เวลาปัจจุบัน	2
EA 3	การออกแบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่พร้อมใช้งาน	1
EA 4	การรับรองระบบปรับสภาวะอากาศ	1
EA 5	การออกแบบอาคารเพื่อรองรับระบบโซลาร์เซลล์	3
EA 6	การแทรกซึมของอากาศ	2
EA 7	การติดตั้งฉนวน	2
EA 8	หน้าต่าง	3
EA 9	พื้นที่การระบายความร้อนและอุปกรณ์ทำความเย็น	4
EA 10	การกระจายระบบความร้อนและความเย็น	3
EA 11	ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทำน้ำร้อนในอาคาร	3
EA 12	แสงสว่าง	2
EA 13	อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง	2
EA 14	การใช้พลังงานทดแทน	4

ในตารางที่ 3.9 หมวดที่ 4 จะเห็นได้ว่ามีหัวข้อบังคับอยู่ 4 ข้อ คือ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ การวัดพลังงาน การศึกษาการใช้พลังงานของอาคารจากผู้ใช้และขนาดพื้นที่ของอาคาร เพราะหัวข้อนี้จะทำการวัดการใช้พลังงานและบรรยากาศของอาคารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Material and Resource)

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Material and Resource)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
MR P1	วัสดุของไม้เขตร้อนที่ผ่านการรับรอง	บังคับ
MR P2	การจัดการความยั่งยืน	บังคับ
MR 1	การตรวจสอบการจัดการความยั่งยืน	1
MR 2	ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	4
MR 3	การจัดการของเสียที่เกิดจากการก่อสร้าง	3
MR 4	ประสิทธิภาพของวัสดุที่มาทำกรอบอาคาร	2

ในตารางที่ 3.10 หมวดที่ 5 จะทำการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวที่เกี่ยวกับวัสดุและทรัพยากรที่นำมาใช้ก่อสร้างหรือส่วนประกอบของอาคาร ซึ่งหัวข้อนี้จะส่งเสริมการจัดการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้หัวข้อนี้มีเกณฑ์บังคับอยู่ 2 ข้อ คือ วัสดุของไม้เขตร้อนจะต้องผ่านการรับรองและการจัดการความยั่งยืนของวัสดุและทรัพยากร คะแนนในหมวดนี้มีทั้งหมด 10 คะแนน

หมวดที่ 6 คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environment Quality)

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 6 คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร(Indoor Environment Quality)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EQ P1	การระบายอากาศ	บังคับ
EQ P2	การระบายของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้	บังคับ
EQ P3	การป้องกันมลพิษที่มาจากโรงจอดรถ	บังคับ
EQ P4	โครงสร้างที่มีความต้านทานก๊าซพิษและสารปนเปื้อน	บังคับ
EQ P5	การฟอกอากาศ	บังคับ
EQ P6	สิ่งแวดล้อมกับควันบุหรี่	บังคับ

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
EQ P7	การถ่ายเทของอากาศภายในช่องว่าง	บังคับ
EQ 1	การปรับปรุงระบบระบายอากาศ	3
EQ 2	การควบคุมสารปนเปื้อน	2
EQ 3	ระบบรักษาสมดุลของความเย็นและความร้อน	3
EQ 4	การปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในช่องว่าง	1
EQ 5	การระบายของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้	2
EQ 6	การป้องกันมลพิษภายในโรงจอดรถ	2
EQ 7	ผลิตภัณฑ์ที่มีการปล่อยมลพิษที่น้อย	3

ในตารางที่ 3.11 หมวดที่ 6 จะทำการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวในหัวข้อคุณภาพของสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร ซึ่งในหัวข้อนี้จะมีคะแนนทั้งหมดอยู่ที่ 16 คะแนน โดยจะมีเกณฑ์บังคับอยู่ 7 ข้อ โดยในหัวข้อนี้จะทำการประเมินเกี่ยวกับการจัดการของเสีย สารพิษ แก๊ส ภายในอาคารและการระบายออกสู่ภายนอกเพื่อไม่ให้กระทบและเกิดผลเสียกับคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคาร

หมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation)

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
IN P1	ข้อกำหนดเบื้องต้น	บังคับ
IN 1	นวัตกรรม	5
IN 2	ผ่านการรับรอง LEED	1

ในตารางที่ 3.12 หมวดที่ 7 จะทำการประเมินเกี่ยวกับนวัตกรรม ที่เพิ่มโอกาสในการออกแบบและสร้างมูลค่าในพื้นที่สีเขียว นอกจากนี้ในหัวนี้มีหัวข้อบังคับอยู่ 1 หัวข้อคือ ข้อกำหนดเบื้องต้น ซึ่งจะกำหนดออกมาหากอาคารที่ทำการประเมินมีรายละเอียดตรงกับข้อกำหนดก็จะสามารถประเมินและให้คะแนนในหัวข้อต่อๆมาได้

หมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority)

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดหัวข้อย่อยในหมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค(Regional Priority)

หัวข้อ	รายละเอียด	คะแนน
RP 1	เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค	1
RP 2	เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค	1
RP 3	เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค	1
RP 4	เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค	1

ในตารางที่ 3.13 หมวดที่ 8 ในหัวนี้จะเป็นคะแนนที่ให้เกี่ยวกับความสำคัญและความเร่งด่วนของภูมิภาคต่างๆ ซึ่งแต่ละประเทศจะมีความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะสามารถหารายละเอียดต่างๆในการประเมินได้จากรายละเอียดในการประเมินของมาตรฐานอาคารเขียว หากภูมิภาคที่ทำการสำรวจมีเกณฑ์ตามที่กำหนดมา ก็จะได้คะแนนในส่วนนี้ต่อไป

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 บทนำ

บทนี้จะนำเสนอผลการศึกษาวิจัยของอาคารโรงแรมดีพียูเพลส โดยใช้เกณฑ์การประเมินอาคารเขียว(LEED) เป็นเครื่องมือในการประเมินอาคารเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงอาคารโรงแรมดีพียูเพลสเพื่อเข้าเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว โดยจะนำเสนอการปรับปรุงอาคารเขียวและนำเสนอแนวทางการประเมินค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารโรงแรมดีพียูเพลสตามเกณฑ์อาคารเขียว

4.2 การสร้างแบบจำลองอาคาร

ในการศึกษานี้ ใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร Energy Plus สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของอาคารโรงแรมดีพียูเพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของอาคารใส่เข้าไปในโปรแกรมเพื่อทำการจำลองค่าการใช้พลังงานของอาคารโดยผ่านโปรแกรม ซึ่งค่าต่างๆที่ใส่เข้าไปในโปรแกรมจะเป็นค่าที่ได้จากการไปสำรวจอาคาร เช่น วัสดุกรอบอาคาร อุปกรณ์ไฟฟ้า ผนัง ประตู หน้าต่าง และเครื่องปรับอากาศ โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าต่างๆออกมาและสามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจริงได้

เมื่อใช้โปรแกรม Energy Plus จำลองค่าการใช้ไฟฟ้าออกมาจะพบว่าค่าที่ได้จากการจำลองและค่าที่ได้จากการไปวัดจริงนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4.85 % และ 4.97 % ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมเป็นตัวแทนในการปรับปรุงและหาแนวทางการกำหนดมาตรการได้ โดยข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบจะเป็นผลค่าไฟฟ้าที่ผ่านมาย้อนหลังจำนวน 2 ปี แสดงในตารางที่ 4.1 แสดงค่าจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2560 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4.85 % และในตารางที่ 4.2 แสดงค่าจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2561 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4.97 %

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของโรงแรมดีพียูเพลส ปี 2560

เดือน	ค่าปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน (kWh)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง (kWh)	ร้อยละการเข้าพัก (%)
มกราคม	41,006.14	16,400	53.36
กุมภาพันธ์	37,390.83	15,300	40.60
มีนาคม	42,432.33	26,900	27.49
เมษายน	45,460.31	9,000	36.21
พฤษภาคม	43,190.00	15,600	39.34
มิถุนายน	42,454.61	24,500	45.89
กรกฎาคม	44,070.14	17,300	44.96
สิงหาคม	40,329.31	19,200	52.05
กันยายน	41,002.17	17,100	46.19
ตุลาคม	41,958.83	15,300	24.27
พฤศจิกายน	39,501.14	19,100	48.41
ธันวาคม	40,799.31	17,400	29.47
ค่าเฉลี่ย	41,632.92	17,758.33	40.68

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองแบบ 41,632.93 kWh/year

ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 17,758.33 kWh/year

ค่าเฉลี่ยจากการเข้าพัก 40.68 %

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน x ค่าเฉลี่ยจากการเข้าพัก

16,936.27 kWh/year

ค่าความคลาดเคลื่อน 4.85%

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการจำลองการใช้พลังงานของโรงแรมดีพียูเพลส ปี 2561

เดือน	ค่าปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน (kWh)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง (kWh)	ร้อยละการเข้าพัก (%)
มกราคม	41,006.14	15,800	36.51
กุมภาพันธ์	37,390.83	18,100	53.40
มีนาคม	42,432.33	17,500	36.55
เมษายน	45,460.31	15,300	31.26
พฤษภาคม	43,190.00	19,000	31.02
มิถุนายน	42,454.61	16,500	49.20
กรกฎาคม	44,070.14	19,100	53.08
สิงหาคม	40,329.31	23,100	74.73
กันยายน	41,002.17	18,800	46.00
ตุลาคม	41,958.83	18,700	40.31
พฤศจิกายน	39,501.14	16,200	45.94
ธันวาคม	40,799.31	17,300	46.45
ค่าเฉลี่ย	41,632.92	17,950	45.37

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองแบบ 41,632.93 kWh/yea

ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง 17,950 kWh/year

ค่าเฉลี่ยจากการเข้าพัก 45.37%

ค่าเฉลี่ยปริมาณไฟฟ้าจากการจำลองการใช้พลังงาน x ค่าเฉลี่ยจากการเข้าพัก 18,888.86 kWh/year

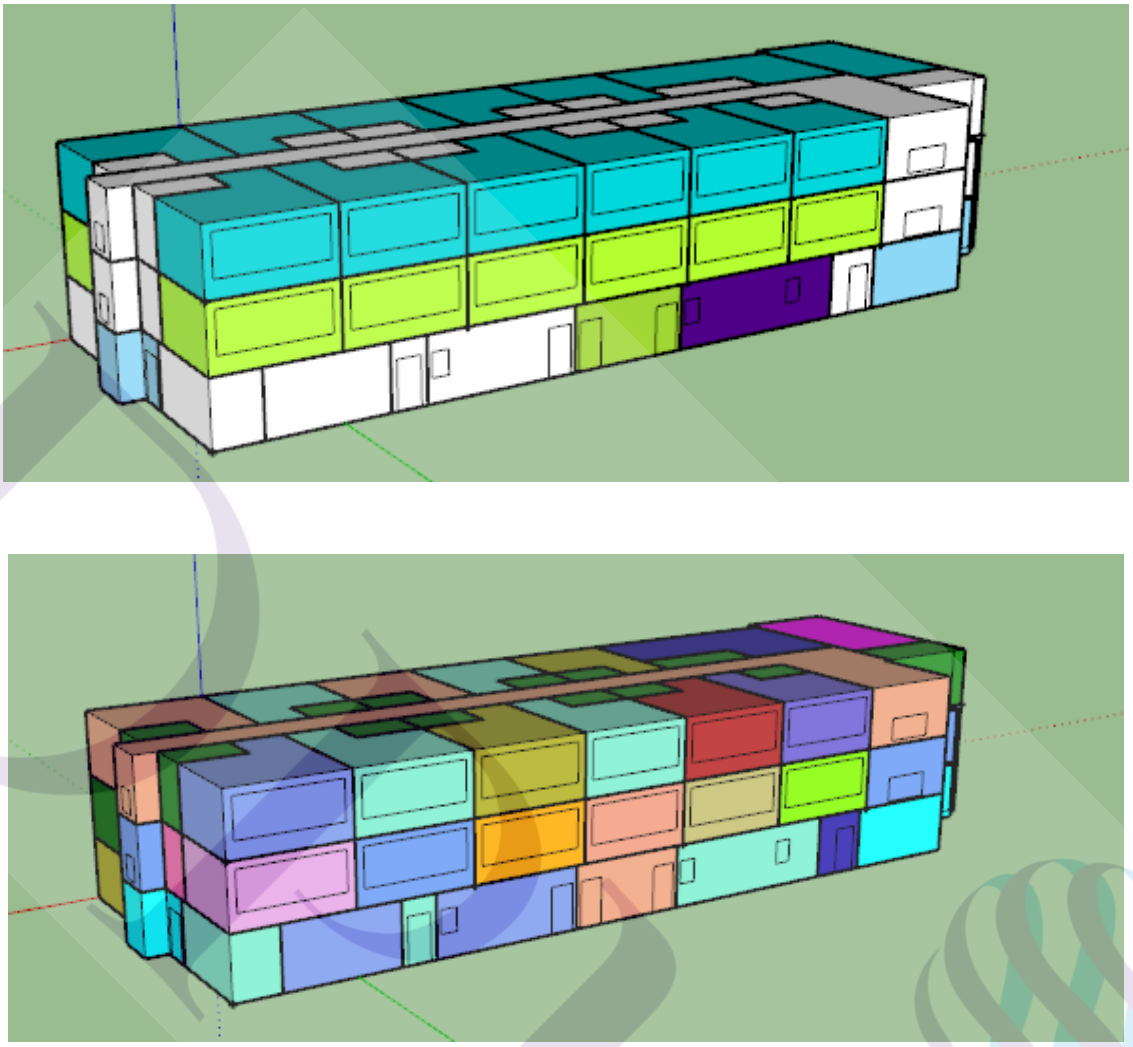
ค่าความคลาดเคลื่อน 4.97%

Space Name	All	Load Name	Multiplier	Definition	Schedule	Activity Schedule (People Only)
			Apply to Selected		Apply to Selected	Apply to Selected
Back Office 1	☐	People 2	1.000000	dOffice - CZ1-3 People Definition	Office Work Occ	Office Activity
	☐	Electric Equipment 3	4.000000	T5 2*28	Office Bldg Equip	
	☐	Electric Equipment 4	4.000000	Computer	Office Bldg Equip Computer	
	☐	dOffice - CZ4-8 Infiltration			Office Infil Quarter On	
EE Room	☐	:/MechRoom - CZ1-3 Lights	1.000000	chRoom - CZ1-3 Lights Definition	Office Bldg Light	
	☐	Electric Equipment 10	1.000000	T5 2*28	Office Bldg Equip	
	☐	chRoom - CZ1-3 Infiltration			Office Infil Quarter On	
Lobby 1	☐	ice - Lobby - CZ1-3 People	1.000000	Lobby - CZ1-3 People Definition	Office Work Occ	Office Activity
	☐	Electric Equipment 13	18.000000	DW2*13	Office Bldg Equip Lobby	
	☐	Electric Equipment 14	40.000000	E-Server13W	Office Bldg Equip Lobby	

Name	All	Turn On Ideal Air Loads	Air Loop Name	Zone Equipment	Cooling Thermostat Schedule	Heating Thermostat Schedule	Humidifying Setpoint Schedule	Dehumidifying Setpoin Schedule
				Apply to Selected	Apply to Selected	Apply to Selected	Apply to Selected	Apply to Selected
Back Office	☐	☐	Thai Split Type Air	Single Duct Uncontrolled 1	Hotel Cooling Schedule DPU C	Hotel HtgSetp Schedule Rules		
Lobby	☐	☐	Thai Split Type Air 2	Single Duct Uncontrolled 3	Hotel Cooling Schedule DPULc	Hotel HtgSetp Schedule Rules		
Spa room	☐	☐	Thai Split Type Air 3	Single Duct Uncontrolled 4	Hotel Cooling Schedule DPU C	Hotel HtgSetp Schedule Rules		
Thermal Zone Fl. 2	☐	☐	Thai Split Type Air 4	Single Duct Uncontrolled 5	Hotel Cooling Schedule DPU	Hotel HtgSetp Schedule Rules		
Thermal Zone Fl3	☐	☐	Thai Split Type Air 5	Single Duct Uncontrolled 6	Hotel Cooling Schedule DPU	Hotel HtgSetp Schedule Rules		
front office	☐	☐	Thai Split Type Air 1	Single Duct Uncontrolled 2	Hotel Cooling Schedule DPU C	Hotel HtgSetp Schedule Rules		

ภาพที่ 4.1 แสดงการใส่โหลดไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศ

จากภาพที่ 4.1 แสดงการใส่โหลดไฟฟ้าและกำหนดเครื่องปรับอากาศและชนิดของเครื่องปรับอากาศ รวมถึงการกำหนดชนิดของเครื่องปรับอากาศว่าเป็นชนิดไหนบ้างและโซนไหนบ้างที่ต้องกำหนดการใช้เครื่องปรับอากาศบ้าง



ภาพที่ 4.2 แสดงการกำหนดพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ใช้งาน

จากภาพที่ 4.2 แสดงการกำหนดพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ใช้งานเพื่อทำการแบ่งพื้นที่การใช้งาน เพื่อที่จะกำหนดชนิดของเครื่องปรับอากาศหรือเวลาการใช้ไฟฟ้าอีกด้วย

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามหมวดหมู่

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการแยกตามหมวดหมู่ที่ได้กำหนดในเกณฑ์การประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (สำหรับบ้านและอาคารที่พักอาศัย) โดยจะระบุคะแนนที่ได้ และคะแนนเต็มกำกับไว้ในแต่ละข้อดังนี้

กระบวนการเชิงบูรณาการ (Integrative Process) (2 คะแนน)

ตั้งสมมติฐานสำหรับทีมงานที่เข้าทำการประเมินอาคารเขียวเพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. สมาชิกที่จะเข้าทำการประเมินจะต้องมีทักษะอย่างน้อย 3 ทักษะเพื่อที่จะทำการประเมินได้ และสมาชิกมีคุณสมบัติครบทั้ง 3 ทักษะ ดังนี้

1.1 วิศวกรรมเครื่องกลหรือวิศวกรรมพลังงาน

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของอาคาร

1.3 การออกแบบเชิงสถาปัตยกรรมหรืออาคารที่อยู่อาศัย

2. จากทักษะทางข้อ 1 เมื่อสมาชิกในทีมที่จะทำการประเมินมีคุณสมบัติดังนั้นแล้วและมีกระบวนการออกแบบและการสร้างอาคารเบื้องต้น ดังนี้

2.1 การออกแบบแนวความคิดหรือแผนผัง

2.2 การออกแบบเบื้องต้น

2.3 การออกแบบและพัฒนา

3. มีการประชุมวางแผนก่อนที่จะทำการประเมินไม่ต่ำกว่า 1 เดือน เพื่อเตรียมความพร้อมและทำความเข้าใจรวมถึงการวางแผนก่อนที่จะทำการประเมินอาคาร

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

หมวดที่ 1 ที่ตั้งและการขนส่ง (Location and Transportation) (15 คะแนน)

LT P1 พื้นที่ที่หลีกเลี่ยงอุทกภัย (Floodplain Avoidance) (บังคับ)

การพัฒนาและการสร้างอาคารหลังนี้ไม่ได้ถูกสร้างบนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย รวมถึงที่ตั้งและพื้นที่ไม่ได้เป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

LT 1 การเลือกสถานที่ตั้ง (Site Selection) (8 คะแนน)

LT 1.1 พื้นที่ถูกพัฒนามาก่อนหน้า (Previously Developed) (4 คะแนน)

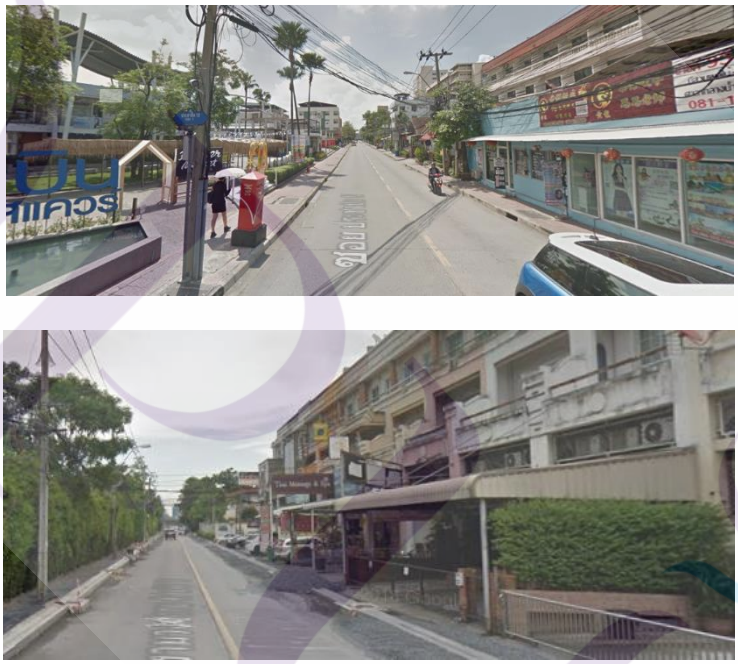
พื้นที่ 75% ของพื้นที่ทั้งหมดได้มีการพัฒนามาก่อนหน้าแล้ว รวมถึงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพราะมีระบบการบริหารจัดการแบบเป็นระบบจึงทำให้อาคารและพื้นที่แห่งนี้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 4 คะแนนที่ได้ 4

LT 1.2 พัฒนาพื้นที่โดยรอบ (Infill Development) (2 คะแนน)

พื้นที่โดยรอบอาคารแห่งนี้และบริเวณใกล้เคียงในรัศมี 800 เมตร มีการพัฒนาแล้วมากกว่า 75% จากขอบเขตของอาคารหลังนี้เนื่องจากพื้นที่โดยรอบเป็นแหล่งชุมชน จึงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 4.3

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2



ภาพที่ 4.3 พื้นที่โดยรอบในรัศมี 800 เมตร

LT 1.3 พื้นที่เปิดโล่ง (Open Space) (1 คะแนน)

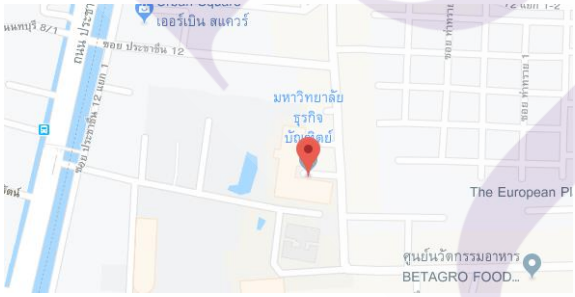
พื้นที่โดยรอบอาคารภายใน 800 เมตร มีพื้นที่เปิดโล่งหรือสวนสาธารณะมากกว่า 0.3 เฮกเตอร์ หรือ 1.875 ไร่ โดยเปิดให้บริการเป็นพื้นที่สาธารณะดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 สนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

LT 1.4 ถนนและเส้นทางโดยรอบ (Street Network) (1 คะแนน)

เส้นทางโดยรอบอาคารแห่งนี้มีทางแยกและถนนรวมถึงทางเท้าภายในรัศมี 400 เมตร สำหรับการใช้งานทั่วไปและเป็นแบบสาธารณะ โดยไม่มีรั้วรอบขอบชิด ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ถนนและเส้นทางโดยรอบ

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 1

LT 1.5 ถนนและพื้นที่จัดเก็บสำหรับจักรยาน (Bicycle Network and Storage)(1 คะแนน)

พื้นที่ภายในอาคารแห่งนี้มีพื้นที่จัดเก็บจักรยานและพื้นที่สำหรับใช้จักรยานในระยะทางมากกว่า 180 เมตร รวมถึงมีเส้นทางเชื่อมต่อกับสถานศึกษาและระบบการขนส่งสาธารณะแต่พื้นที่

สำหรับจัดเก็บจักรยานมีเพียง 1 ที่จัดเก็บเท่านั้นในระยะรัศมี 30 เมตร รอบโครงการซึ่งมีไม่เพียงพอสำหรับมาตรฐานที่กำหนดจะต้องมี 4 ที่จัดเก็บโดยรอบอาคารในระยะ 30 เมตร ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 ถนนและพื้นที่สำหรับการใช้จักรยาน

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 1 คะแนนที่ได้ 0

แนวทางการดำเนินการ

จัดทำปริมาณที่จัดเก็บจักรยานโดยรอบอาคารในรัศมี 30 เมตรโดยรอบอาคารให้เพียงพอสำหรับ 4 จุดโดยรอบ

LT 2 การพัฒนาพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพ (Compact Development) (3 คะแนน)

จำนวนสิ่งปลูกสร้างและที่อยู่อาศัยของพื้นที่โดยรอบอาคารแห่งนี้ต่อ 1 เฮกเตอร์ หรือ 6.25 ไร่ มีความหนาแน่นมากกว่า 50 ครัวเรือน เนื่องจากบริเวณอาคารแห่งนี้เป็นแหล่งชุมชนและมีสถานศึกษาจึงมีความหนาแน่นของจำนวนผู้อยู่อาศัยเป็นอย่างมาก

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 3 คะแนนที่ได้ 3

LT 3 แหล่งชุมชน (Community Resources) (2 คะแนน)

ในระยะรัศมี 800 เมตร ดังรูปที่ 4.7 รอบอาคารมีทางเชื่อมและทางเข้าถึงโครงการมากกว่า 12 จุดโดยรอบอาคาร รวมถึงสถานที่ให้บริการชุมชน เช่น ร้านสะดวกซื้อ ร้านขายยา ธนาคาร ยิม สถานศึกษา คลินิกทางการแพทย์ เป็นต้น

ภาพที่ 4.7 สถานที่ให้บริการสำหรับชุมชนโดยรอบ

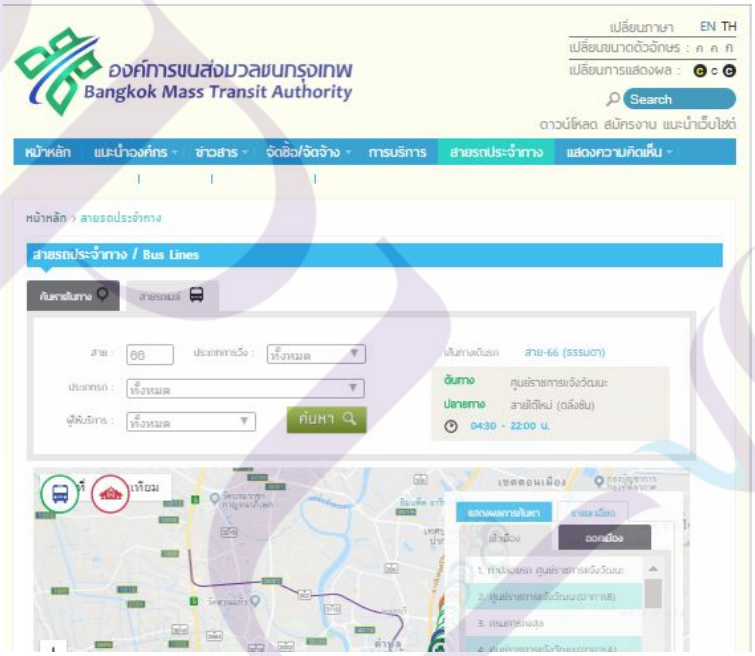
สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

LT 4 การเข้าถึงการขนส่งสาธาณะ (Access to Tansit) (2 คะแนน)

ในระยะรัศมี 800 เมตร มีการเข้าถึงการขนส่งสาธารณะ เช่น ป้ายหยุดรถประจำทาง เป็นต้น และมีจำนวนให้บริการขนส่งสาธารณะขั้นต่ำรายวัน มากกว่า 360 เที่ยวในวันธรรมดา และ 216 เที่ยวในวันหยุด ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดการขนส่งสาธารณะ

ขนส่งสาธารณะ	สายรถประจำทาง	เวลาให้บริการ
ขสมก	24	04:30 – 22:00 น.
ขสมก	66, ปอ 66	04:30 – 22:00 น.
ขสมก	70, ปอ 70	04:30 – 22:00 น.
รถตู้	อนุสาวรีย์ – ม.ธุรกิจบัณฑิตย์	05:00 – 22:00 น.
รถสองแถว	ฟ้า เดอะมอลล์ – ประชานิเวศน์	05:30 – 22:30 น.
รถสองแถว	ครีม เดอะมอลล์ – วัดบัวขวัญ	05:30 – 22:30 น.
รถสองแถว	แดง	05:30 – 22:30 น.



ภาพที่ 4.8 แสดงรายละเอียดของการขนส่งสาธารณะ

สรุปคะแนน คะแนนเต็ม 2 คะแนนที่ได้ 2

สรุปคะแนน หมวดที่ 1 คะแนนเต็ม 15 คะแนนที่ได้ 15 คะแนน (ผ่าน)

หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)(7 คะแนน)

SS P1 การป้องกันมลพิษที่เกิดจากการก่อสร้าง (Construction Activity Pollution Prevention) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการป้องกันการพังทลายของผิวดิน รวมถึงการป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน ดังภาพที่ 4.9 โดยใช้กำแพงหิน อิฐตัวหนอน รั้วหินปูน เป็นต้น ซึ่งการใช้สิ่งเหล่านี้จะทำให้ไม่เกิดการกัดเซาะหรือการพังทลายของผิวดิน

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.9 พื้นที่ที่มีการปูอิฐตัวหนอนบริเวณหน้าอาคาร

SS P2 ไม่มีวัชพืชในพื้นที่ (No Invasive Plants) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการป้องกันการรุกรานของวัชพืชหรือไม้ล้มลุก โดยสวนหรือพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สีเขียวจะอยู่ภายใต้การดูแลของคนสวนอยู่เป็นประจำ และมีการดูแลรวมถึงการจัดสวนพัฒนาอยู่เป็นประจำ ดังภาพที่ 4.10

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.10 แสดงพื้นที่สีเขียวและสวนที่มีการดูแลและพัฒนาอยู่ตลอด

SS 1 การลดพลังงานของกลุ่มความร้อน(หลังคา) (Heat Island Reduction) (2 คะแนน)

หลังคาอาคารหลังนี้ไม่มีการใช้วัสดุที่มีสีอ่อนและมีคุณสมบัติการสะท้องรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ รวมถึงการปกคลุมหลังคาที่ทำมาจากพืชหรือพันธุ์ไม้ที่ให้ความร่มเงา รวมถึงการใช้พันธุ์พืชที่สามารถป้องกันรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ในขณะเที่ยงวันได้

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางการดำเนินการจัดหาพันธุ์พืชที่สามารถปลูกหรือปกคลุมบนหลังคาได้ หรือใช้สีที่มีคุณสมบัติค่าการสะท้อนความร้อนของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีค่าสูง หรือการใช้หลังคาที่ผ่านการรับรอง ENERGY STAR

SS 2 การบริหารจัดการน้ำฝน (Rainwater Management) (3 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีการจัดการน้ำฝนเป็นอย่างดี ซึ่งมีการจัดการน้ำฝนโดยมีพื้นที่ที่สามารถดูดซับหรือรองรับน้ำฝนได้ ดังภาพที่ 4.11 รวมถึงมีการระบายน้ำฝนผ่านทางท่อระบายน้ำอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ที่เป็นสวนหรือพื้นที่ที่มีพืชพันธุ์ที่ยังสามารถช่วยเป็นพื้นที่รองรับน้ำฝนได้อีกด้วย แต่เนื่องด้วยโรงแรมดีพียูเพลส มีพื้นที่รองรับน้ำฝนเพียง 580 ตร.ม. ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 31.81 ของพื้นที่ทั้งหมด

แนวทางการดำเนินการ

จัดพื้นที่ที่สำหรับบริหารจัดการรองรับน้ำฝนให้มีพื้นที่มากขึ้นหรือการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้นเพื่อรองรับน้ำฝน

ภาพที่ 4.11 แสดงท่อระบายน้ำและพื้นที่สำหรับรองรับน้ำฝน

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

SS 3 การควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีธรรมชาติ (Non-Toxic Pest Control) (2 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีกระบวนการกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งมีกระบวนการการกำจัดศัตรูพืชโดยใช้วิธีธรรมชาติ ซึ่งคะแนนที่ได้จากการประเมินในหัวข้อนี้ ได้แก่

- ภาพที่ 4.12 มีการออกแบบภูมิทัศน์ที่มีพื้นที่อย่างน้อย 450 มิลลิเมตรจากกรอบอาคาร

ภาพที่ 4.12 การออกแบบภูมิทัศน์ให้มีพื้นที่อย่างน้อย 450 มิลลิเมตร

- ภาพที่ 4.13 มีการออกแบบรางน้ำฝนหรือท่อระบายน้ำมีความลึกอย่างน้อย 24 นิ้ว

ภาพที่ 4.13 ท่อระบายน้ำฝน

จากการกำหนดความลึกของท่อระบายน้ำฝนลึกอย่างน้อย 24 นิ้วแต่จากการไปวัดสามารถวัดได้เพียง 23.2 นิ้วซึ่งมีความลึกไม่ถึง 24 นิ้ว

- ภาพที่ 4.14 มีการติดตั้งเหยื่อกำจัดปลวกโดยวิธีทางธรรมชาติ

ภาพที่ 4.14 แสดงการกำจัดปลวกโดยวิธีธรรมชาติ

- ภาพที่ 4.15 มีช่องเปิดที่สามารถตรวจสอบหรือสามารถเข้าถึงเพื่อที่จะกำจัดปลวกได้

ภาพที่ 4.15 แสดงช่องที่สามารถเข้าตรวจสอบ

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 1.5 คะแนน

สรุปคะแนน หมวดที่ 2 คะแนนเต็ม 7 คะแนนที่ได้ 1.5 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)(12 คะแนน)

WE P1 การวัดปริมาณน้ำ (Water Metering) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการติดตั้งมิเตอร์น้ำของอาคาร รวมถึงมีการจัดบันทึกและจัดเก็บค่าหน่วยการใช้น้ำและค่าน้ำทุกๆเดือน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดหน่วยการใช้น้ำและค่าน้ำ ปี 2560-2561

เดือน	**มาตรวัดน้ำเลขที่**	**ปริมาณการใช้น้ำ น้ำ ลบ.ม.**		**ค่าน้ำประปา บาท**	
		2560	**2561**	**2560**	**2561**
มกราคม	15-49680499	227	41	3,825.59	3,338.99
กุมภาพันธ์	15-49680499	79	15	3,345.09	3,334.82
มีนาคม	15-49680499	122	1790	3,351.99	30,517.26

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

เดือน	มาตรวัดน้ำเลขที่	ปริมาณการใช้น้ำ น้ำ ลบ.ม.		ค่าน้ำประปา บาท	
		2560	**2561**	**2560**	**2561**
เมษายน	15-49680499	32	1971	3,337.54	33,608.23
พฤษภาคม	15-49680499	160	1121	3,358.09	19,092.61
มิถุนายน	15-49680499	132	4	3,353.59	3,333.05
กรกฎาคม	15-49680499	217	10	3,654.82	3,334.01
สิงหาคม	15-49680499	337	9	5,704.08	3,333.85
กันยายน	15-49680499	763	68	12,978.97	3,343.32
ตุลาคม	15-49680499	447	211	7,582.58	3,552.36
พฤศจิกายน	15-49680499	12	282	3,334.33	4,764.84
ธันวาคม	15-49680499	257	414	4,337.91	7,019.03

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าในปี 2560 จะมีการใช้น้ำที่มีค่าน้อยกว่าในปี 2561 แต่ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับจำนวนของแขกผู้เข้าพักในแต่ละปีและในแต่ละเดือน ซึ่งแขกผู้เข้าพักก็จะมีพฤติกรรมการใช้น้ำที่แตกต่างกันอีกจึงมีค่าการใช้น้ำที่สูงและต่ำของแต่ละเดือน

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

WE 1 การใช้น้ำในอาคาร(Indoor Water Use) (6 คะแนน)

จากการประเมินและตรวจสอบอุปกรณ์ของห้องน้ำพบว่ามีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1 ก๊อกน้ำ ไม่มีป้ายหรือฉลาก Watersense ที่รับรองว่าเป็นก๊อกน้ำที่ได้รับการรับรองว่าเป็นก๊อกน้ำที่ประหยัดน้ำ และมีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ดังภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.16 แสดงรายละเอียดของก๊อกน้ำ

1.2 ฝักบัวอาบน้ำ ไม่มีป้ายหรือฉลากที่ผ่านการรับรองว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองว่าเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ที่มีการประหยัดน้ำหรือเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ที่รองรับมาตรฐาน LEED ดังภาพที่ 4.17

ภาพที่ 4.17 แสดงรายละเอียดของฝักบัวอาบน้ำ

1.3 ชักโครก ไม่มีป้ายกำกับหรือฉลากการรับรองว่าเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำและมีจำนวนการใช้น้ำต่อครั้งมากกว่า 4 ลิตรต่อครั้ง ซึ่งเกินตามมาตรฐาน LEED กำหนด ดังภาพที่ 4.18

ภาพที่ 4.18 แสดงรายละเอียดของชักโครก

สรุปคะแนน 6 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางการดำเนินการ

เปลี่ยนเครื่องสุขภัณฑ์ในห้องน้ำเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ที่ได้รับการรับมาตรฐาน LEED หรือได้รับการรับรองว่าเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ที่ประหยัดน้ำจากการประปานครหลวง

WE 2 การใช้น้ำนอกอาคาร (Outdoor Water Use) (4 คะแนน)

จากการตรวจสอบพบว่าอาคารหลังนี้มีพื้นที่ที่สนามหญ้า น้อยกว่า 20% ของพื้นที่ภูมิทัศน์และมีพื้นที่ที่ปลูกพืชท้องถิ่นหรือสวนเพื่อลดการใช้น้ำนอกอาคารมากกว่า 75 % ดังภาพที่ 4.19

ภาพที่ 4.19 แสดงพื้นที่ที่เป็นสวนหรือภูมิทัศน์ของโรงแรมดีพียูเพลส

สรุปคะแนน 4 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

สรุปคะแนน หมวดที่ 3 คะแนนเต็ม 12 คะแนนที่ได้ 3 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) (38 คะแนน)

EA P1 ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance) (บังคับ)

อาคารหลังนี้ไม่มีฉนวนกันความร้อนเนื่องจากหลังคาของอาคารหลังนี้เป็นแบบ Looftop พื้นราบ ซึ่งไม่สามารถติดฉนวนกันความร้อนได้ ดังภาพที่ 4.20

ภาพที่ 4.20 แสดงพื้นผิวของหลังคาของอาคารหลังนี้

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าของอาคารหลังนี้ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าใดเลยที่รองรับมาตรฐานการรับรองฉลาก Energy Star เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เป็นต้น ดังภาพที่ 4.21

ภาพที่ 4.21 แสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในห้องพักอาศัย

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

เปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดที่ได้ที่รับรองการรับรองฉลาก Energy Star

EA P2 การวัดพลังงาน (Energy Metering) (บังคับ)

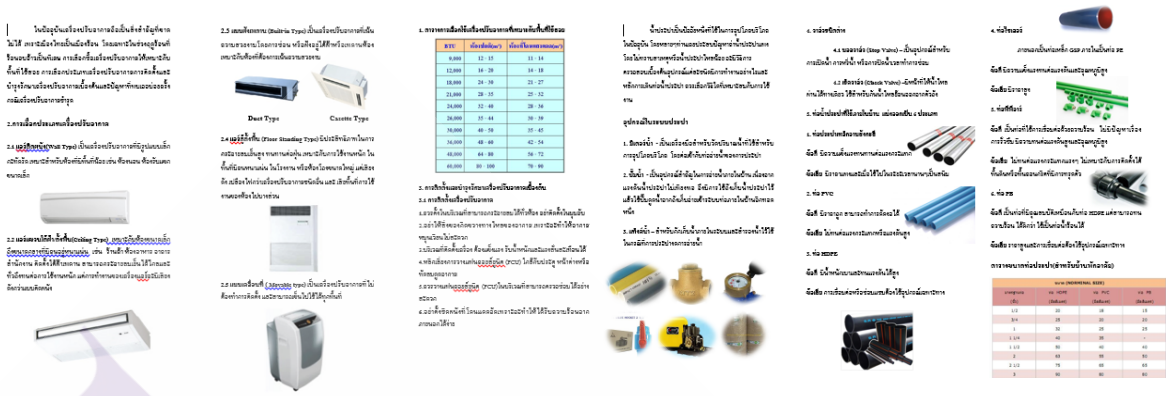
อาคารหลังนี้มีการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าเพื่อวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีการติดตั้งทั้งอาคารและมิเตอร์ย่อยของแต่ละห้องพัก ดังภาพที่ 4.22

ภาพที่ 4.22 แสดงมิเตอร์ไฟฟ้าย่อยของแต่ละห้องพัก

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

EA P3 การศึกษาการใช้พลังงานของอาคารจากผู้ใช้ (Education of the Homeowner, Tenant or Building Manager) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการตรวจสอบและซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆทุกๆเดือน นอกจากนี้ยังมีการรวบรวมข้อมูลของผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารทั้งหมด ซึ่งทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบและซ่อมบำรุง แต่เอสารของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่รับรองมาตรฐาน Energy Star นั้นไม่มี เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนมากมีอายุการใช้งานที่มากกว่า 10 ปี ดังภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 เอกสารการรวบรวมผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของอาคาร

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

เปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star เพราะอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารแห่งนี้มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี

EA 1 ระบบการจ่ายน้ำร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient Hot Water Distribution System) (5 คะแนน)

1.1 ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่น (3 คะแนน)

ปริมาณการบรรจุหรือการรองรับน้ำของเครื่องทำน้ำอุ่นมีขนาดที่สามารถบรรจุน้ำได้ 0.6 แกลลอน หรือ 2.3 ลิตร ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน LEED ที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 4.24

ภาพที่ 4.24 แสดงเครื่องทำน้ำอุ่นและรายละเอียดด้านข้าง

1.2 ฉนวนกันความร้อนของท่อน้ำ (2 คะแนน)

เนื่องจากอาคารหลังนี้เป็นอาคารที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จึงทำให้ระบบท่อสำหรับส่งน้ำเป็นชนิดท่อทองแดงไม่มีฉนวนหุ้มและมีการติดตั้งแบบฝังผนังจึงไม่มีฉนวน R-4 ในท่อน้ำทั้งหมดรวมถึงท่อย่อย

สรุปคะแนน 5 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

EA 2 การติดตามการใช้พลังงาน ณ เวลาปัจจุบัน (Advanced Utility Tracking) (2 คะแนน)

2.1 การติดตั้ง Utility Tracking (1 คะแนน)

อาคารหลังนี้ไม่มีการติดตั้ง Monitor ที่ทำให้แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงหรือการแสดงการใช้พลังงานแบบ Real Time

2.2 การรายงาน Utility (1 คะแนน)

ทางทีมวิศวกรของอาคารหลังนี้ได้มีการส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดและรายละเอียดต่างๆของอาคารหลังนี้ให้ทางทีมงานที่เข้าการประเมินก่อนแล้ว

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน

EA 3 การออกแบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่พร้อมใช้งาน (Active Solar Ready Design) (1 คะแนน)

อาคารหลังนี้ไม่มีการออกแบบหรือโครงการที่จะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อใช้ในการลดช่วยประหยัดไฟฟ้าในอาคาร

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางดำเนินการ

ทำโครงการหรือแบบแผนการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอนาคต หรือจัดทำเป็นแผนงานเพื่อรองรับการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์

EA 4 การรับรองระบบปรับสภาวะอากาศ (HVAC Start-Up Credentialing) (1 คะแนน)

ช่างที่ติดตั้งระบบเครื่องทำความร้อน – ความเย็นหรือช่างที่ดูแลงานทางด้านซ่อมบำรุงของอาคารหลังนี้ ไม่ได้ผ่านการอบรมและมีใบรับรองจากสหรัฐอเมริกา รวมถึงไม่ได้รับการอบรมทางด้านคุณภาพจาก องค์กร H- Quito อีกด้วย

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

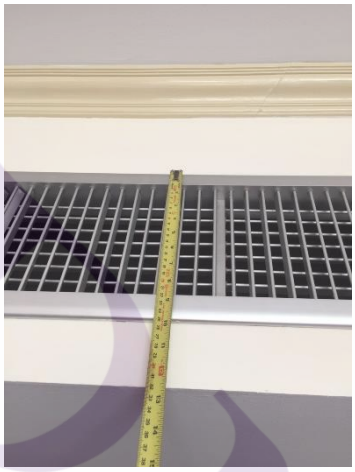
EA P4 ขนาดพื้นที่ของอาคาร (Homes Size) (บังคับ)

ขนาดของห้องพักอาศัยของอาคารหลังนี้มี 2 ประเภท ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของห้องพักและพื้นที่ของห้องพัก

Deluxe Room	26 sq.mm.
Suite Room	36 sq.mm.

เนื่องจากเครื่องปรับอากาศของทุกห้องพักอาศัยในอาคารหลังนี้ไม่มีการรับรองหรือได้รับการรับรองมาตรฐานฉลาก Energy Star เพราะเครื่องปรับอากาศอาคารหลังนี้ได้มีการติดตั้งและใช้งานมากกว่า 10 ปี จึงทำให้ไม่ผ่านการประเมินในหัวข้อบังคับนี้ ดังภาพที่ 4.25

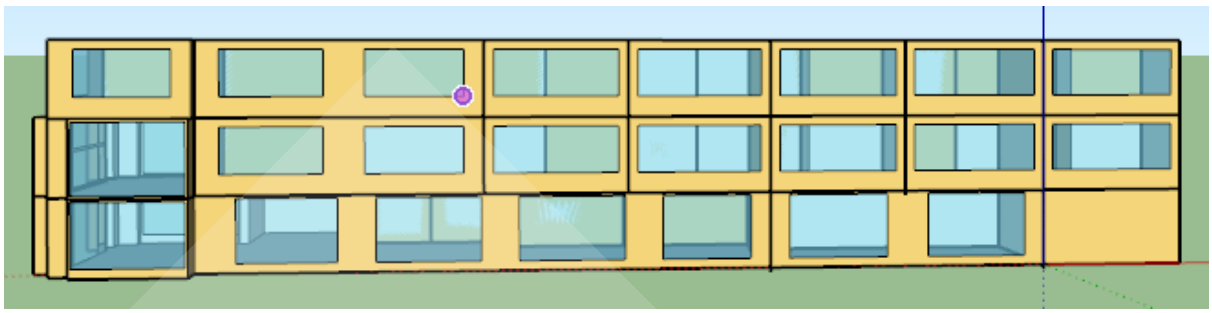


ภาพที่ 4.25 แสดงเครื่องปรับอากาศของห้องพักในอาคารหลังนี้

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

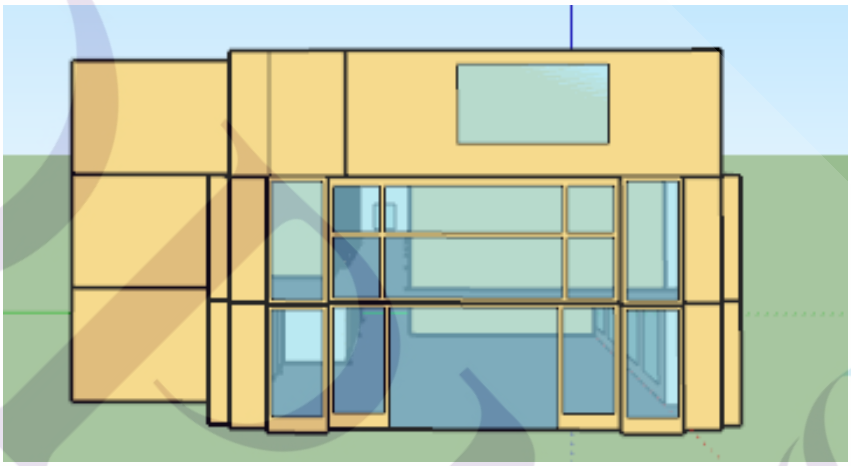
EA 5 การออกแบบอาคารเพื่อรองรับระบบโซลาร์เซลล์ (Building Orientation for Passive Solar) (3 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีพื้นที่กระจกที่หันไปทางด้านทิศใต้ ซึ่งมีพื้นที่รวมมากกว่า 50 % เมื่อเทียบกับพื้นที่รวมของกระจกทิศตะวันออกและตะวันตกรวมกัน



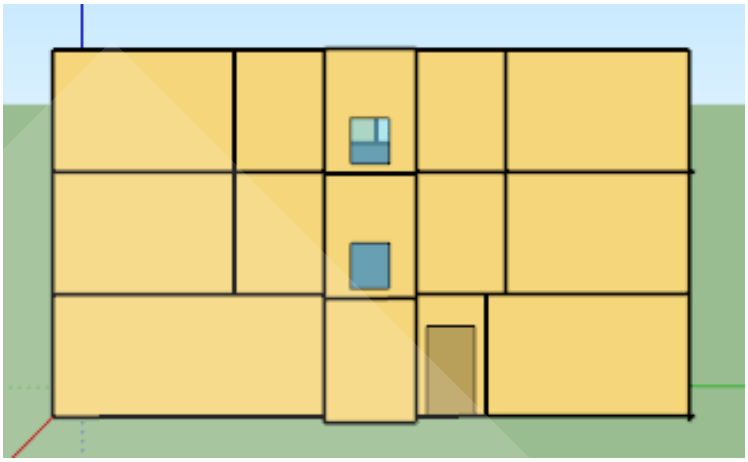
ภาพที่ 4.26 แสดงกระจกทางด้านทิศใต้

ภาพที่ 4.26 พื้นที่กระจกของอาคารทางทิศใต้มีพื้นที่รวมทั้งหมด 166.92 ตารางเมตร



ภาพที่ 4.27 แสดงกระจกทางด้านทิศตะวันตก

ภาพที่ 4.27 พื้นที่กระจกของอาคารทางทิศตะวันตกมีพื้นที่รวมทั้งหมด 42.44 ตารางเมตร



ภาพที่ 4.28 แสดงกระจกทางด้านทิศตะวันออก

ภาพที่ 4.28 พื้นที่กระจกของอาคารทางทิศตะวันออกมีพื้นที่รวมทั้งหมด 1.68 ตารางเมตร

เมื่อคิดพื้นที่รวมของกระจกทางด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกรวมกันจะได้พื้นที่กระจกทั้งหมด 44.12 ตารางเมตร แต่พื้นที่กระจกรวมของกระจกทางด้านทิศใต้มีพื้นที่ 166.92 ตารางเมตร ทำให้พื้นที่กระจกทางทิศใต้มีอัตราส่วนมากกว่า 50% ของพื้นที่กระจกรวมของทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

แต่เนื่องด้วยข้อกำหนดข้อต่อไปกำหนดให้อาคารที่จะได้รับคะแนนในหัวข้อนี้จะต้องทำมุมระหว่างทิศตะวันออกและตะวันตก 15 องศา แต่อาคารหลังนี้ทำมุม 0 องศากับทางทิศนั้นๆ พอดี รวมถึงกระจกของอาคารหลังนี้ทางทิศใต้ไม่มีกันสาดหรือส่วนยื่นออกมาจากกระจกเพื่อป้องกันแสงอาทิตย์ จึงทำให้ไม่ได้รับคะแนนในหัวข้อนี้

ภาพที่ 4.29 แสดงลักษณะของกระจกที่ไม่มีกันสาดหรือส่วนที่ยื่นออกไปเพื่อบังแสงอาทิตย์

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งกันสาดหรือส่วนที่ยื่นออกไปด้านนอกของหน้าต่างเพื่อลดพื้นที่จากการรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่หน้าต่าง

EA 6 การแทรกซึมของอากาศ (Air Infiltration) (2 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีอัตราการไหลของอากาศที่ไม่สามารถควบคุมได้รวมถึงอัตราการไหลของอากาศที่ออกจากพื้นที่ปรับอากาศซึ่งมีอัตราการไหลอยู่ที่ 3.66 ลูกบาศก์เมตร ต่อ นาที ต่อ 100 ตารางเมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การประเมินที่มาตรฐาน LEED กำหนดไว้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าอัตราการรั่วซึมของอากาศ

IECC Climate Zone				
1-2	3-4	5-7	8	Points
5.94	4.87	3.81	2.82	1
4.19	3.50	2.82	2.06	2

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 2 คะแนน

EA 7 การติดตั้งฉนวน (Envelope Insulation) (2 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีการติดตั้งฉนวนโดยใช้ไฟเบอร์กลาสและโฟม แต่เนื่องจากฉนวนที่ติดตั้งมีการติดตั้งและถูกใช้งานมากกว่า 10 ปี จึงทำให้ไม่ผ่านการประเมินในหัวข้อนี้เนื่องจากไม่ได้อยู่ภายใต้การรองรับมาตรฐาน 2012 International Energy Conservation Code.

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งฉนวนที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน 2012 International Energy Conservation Code.

EA 8 หน้าต่าง (Windows) (3 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีการติดตั้งกระจกชนิดแบบใสเขียวและอาคารหลังนี้ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เขตร้อนชื้น จึงสามารถทำการคำนวณหาค่า SHGC และมีรายละเอียดดังภาพที่ 4.30 – 4.31

$$SHGC = (0.15/WFA) * (SHGC\ Mirror)$$

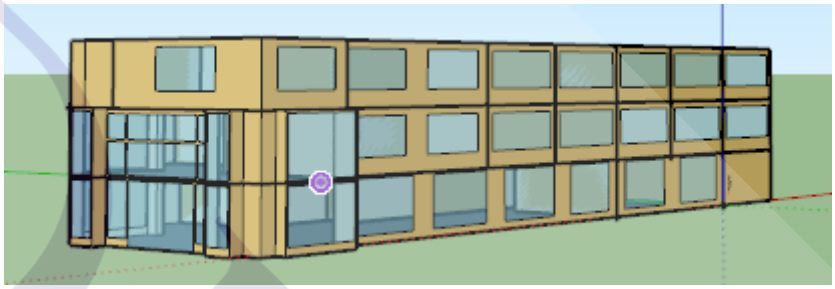
แทนค่า

$$SHGC = (0.15/0.468) * (0.62)$$

$$SHGC = 0.198$$

ซึ่งจากการคำนวณจะเห็นว่าค่าของ SHGC อยู่ที่ 0.198 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ คะแนน



ภาพที่ 4.30 แสดงพื้นที่หน้าต่างของแต่ละชั้น

ชนิดกระจก	แสง (VLT)	ความร้อน (SHGC)	LSG
กระจกใส 5 มม.	86%	0.86	1.05
กระจกเขียวใส 5 มม. การ์เดียน	78%	0.62	1.26
กระจกเขียวใส 5 มม. อาซาฮี	75%	0.62	1.21
กระจกเขียวพานาซัฟ 6 มม.	70%	0.55	1.27
กระจก SMGIII 5 มม.	70%	0.54	1.30
กระจกเอเนอร์จี กรีน 5 มม.	64.5%	0.52	1.24
กระจกยูโรเกรย์ 6 มม. อาซาฮี	45%	0.58	0.78
ซีเล็คทีฟ เกรย์ 6 มม. อาซาฮี	32.4%	0.41	0.79
คริสตัลเกรย์ 6 มม. การ์เดียน	64%	0.66	0.96
กระจกสีฟ้า 6 มม. อาซาฮี	58%	0.58	1.00

แสง (Visible Light Transmission) ยิ่งมากยิ่งดี (แต่ก็แล้วแต่ความชอบ)
ความร้อน (SHGC) ยิ่งน้อยยิ่งดี
LGS (Light to Solar Heat Gain) ยิ่งมากยิ่งดี

ภาพที่ 4.31 แสดงค่าของ SHGC ของกระจกใสเขียว

EA 9 พื้นที่การระบายความร้อนและอุปกรณ์ทำความเย็น (Space Heating & Cooling Equipment) (4 คะแนน)

อาคารหลังนี้ไม่มีการติดตั้ง Heating Equipment แต่มีการติดตั้ง Cooling Equipment เช่น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น แต่เนื่องด้วยเครื่องปรับอากาศไม่ได้รับการรองรับฉลาก Energy Star เนื่องจากเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จึงไม่ได้รับคะแนนในหัวข้อนี้

สรุปคะแนน 4 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

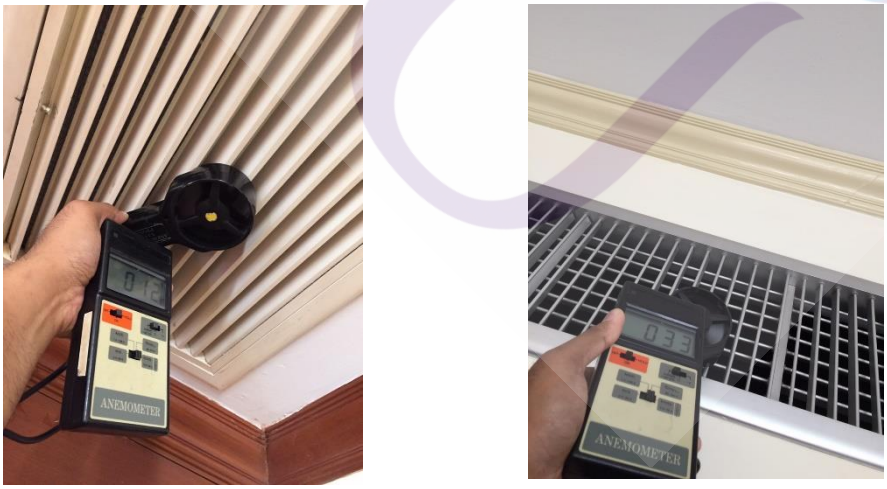
EA 10 การกระจายระบบความร้อนและความเย็น (Heating & Cooling Distribution Systems) (3 คะแนน)

พื้นที่มากกว่า 110 ตารางเมตรจะต้องมีอัตราการไหลของอากาศไม่เกิน 9 ลูกบาศก์เมตร ต่อ นาที ต่อ 1 ตารางเมตร จากการตรวจวัดพบว่าในอาคารแห่งนี้มีอัตราการไหลของอากาศดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.32

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอัตราการไหลของอากาศ

จุดวัด	พื้นที่ห้อง (m^3)	อัตราการไหลอากาศ (m^3/Min)
ชั้น 1	499.90	94.45
ชั้น 2	499.90	271.48
ชั้น 3	499.90	323.44
รวม	1,499.7	689.37

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน



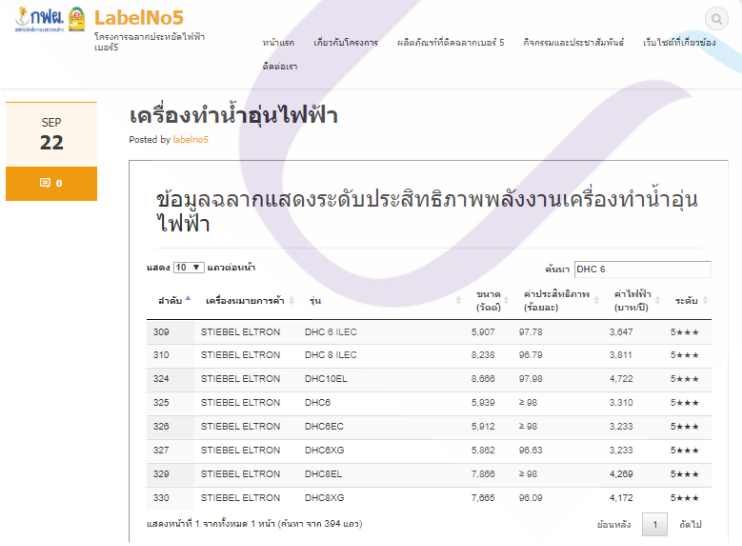
ภาพที่ 4.32 แสดงการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศ

EA 11 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทำน้ำร้อนในอาคาร (Efficiency Domestic Hot Water Equipment) (3 คะแนน)

เครื่องทำน้ำอุ่นของอาคารหลังนี้มีประสิทธิภาพตามที่การไฟฟ้านครหลวงรับรองอยู่ที่ 98% แต่เครื่องทำน้ำอุ่นของอาคารหลังนี้ไม่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star ดังภาพที่ 4.33 – 4.34

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 1.5 คะแนน

ภาพที่ 4.33 เครื่องทำน้ำอุ่นภายในโรงแรม



ลำดับ	เครื่องหมายการค้า	รุ่น	ขนาด (ร้อย)	ค่าประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	ระดับ
309	STIEBEL ELTRON	DHC 6 ILEC	5,907	97.78	3,647	5★★★
310	STIEBEL ELTRON	DHC 8 ILEC	8,238	96.79	3,811	5★★★
324	STIEBEL ELTRON	DHC10EL	8,666	97.98	4,722	5★★★
325	STIEBEL ELTRON	DHC6	5,939	≥ 98	3,310	5★★★
326	STIEBEL ELTRON	DHC6EC	5,912	≥ 98	3,233	5★★★
327	STIEBEL ELTRON	DHC6XG	5,862	96.63	3,233	5★★★
329	STIEBEL ELTRON	DHC8EL	7,866	≥ 98	4,269	5★★★
330	STIEBEL ELTRON	DHC8XG	7,665	96.09	4,172	5★★★

ภาพที่ 4.34 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นที่มีฉลากเบอร์ 5

EA 12 แสงสว่าง (Lighting) (2 คะแนน)

แสงสว่างทั้งหมดภายในอาคารหลังนี้ไม่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star รวมถึงไม่มีคุณสมบัติของ Dark Sky และไม่มีเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวหากมีผู้ใช้งานใช้งานอยู่

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางการดำเนินการ

จัดทำแผนการหรือโครงการปรับเปลี่ยนระบบแสงสว่างที่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star รวมถึงติดตั้งระบบการทำงานแบบเซ็นเซอร์เพื่อให้ระบบทำงานขณะมีคนใช้งานอยู่

EA 13 อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Appliances) (2 คะแนน)

อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารหลังนี้ เช่น ตู้เย็น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ไม่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแน

แนวทางการดำเนินการ

จัดทำแผนปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star เพื่อที่จะได้ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงาน

EA 14 การใช้พลังงานทดแทน (Renewable Energy) (4 คะแนน)

อาคารหลังนี้ไม่มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทน

สรุปคะแนน 4 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

แนวทางการดำเนินการ

จัดทำแผนงานหรือโครงการออกแบบพื้นที่เพื่อที่จะติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทน

สรุปคะแนน หมวดที่ 4 คะแนนเต็ม 38 คะแนนที่ได้ 0 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากร (Material and Resource) (10 คะแนน)

MR P1วัสดุของไม้เขตร้อนที่ผ่านการรับรอง (Certified Tropical Wood) (บังคับ)

บริเวณโดยรอบอาคารแห่งนี้มีการปลูกต้นไม้พื้นเมือง เช่น ต้นมะขาม เป็นต้น ซึ่งต้นมะขามจัดเป็นไม้พื้นเมืองที่ปลูกในเขตพื้นที่ร้อนชื้น ดังภาพที่ 4.35

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.35 แสดงพืชพันธุ์ไม้พื้นเมืองที่มีการปลูกรอบๆอาคาร

MR P2 การจัดการความยั่งยืน (Durability Management) (บังคับ)

บริเวณห้องครัว ห้องน้ำ และพื้นที่สปา ไม่มีการติดตั้งพรม รวมถึงบริเวณโดยรอบอาคารมีการจัดการระบบระบายน้ำและพื้นที่ลาดเอียง

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

MR 1 การตรวจสอบการจัดการความยั่งยืน (Durability Management Vertification) (1 คะแนน)

กำหนดให้ทีมงานที่เข้าตรวจสอบอาคารหลังนี้ได้มีการตรวจสอบตามข้อกำหนดของ Energy Star for Home ในหัวข้อ Water Management ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่า ปั๊มน้ำที่ใช้ในอาคารหลังนี้มีการติดตั้งฉนวนหรือแผ่นซีลด์เอาไว้ทั้งหมดและบริเวณดาดฟ้ามีการออกแบบพื้นที่ให้มีความลาดเอียงมากกว่า 0.25 นิ้วหรือมากกว่า 0.635 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.36 - 4.37

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน

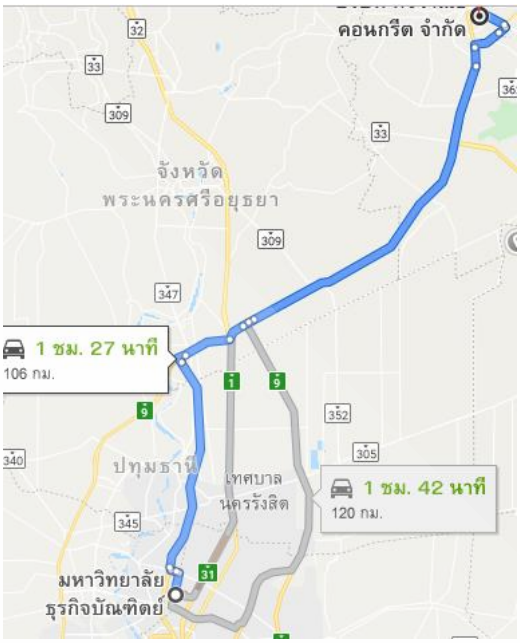
ภาพที่ 4.36 แสดงเครื่องปั๊มน้ำที่ใช้ในอาคารแห่งนี้

ภาพที่ 4.37 แสดงระดับของความลาดเอียงของหลังคาอาคารหลังนี้

MR 2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Environmentally Preferable Products) (4 คะแนน)

วัสดุที่นำมาสร้างอาคารหลังนี้ เช่น กรอบอาคาร คอนกรีต และฐานราก สามารถหาได้และถูกผลิต สกัดและแปรรูปในระยะ 160 กิโลเมตร ดังภาพที่ 4.38

สรุปคะแนน 4 คะแนน คะแนนที่ได้ 4 คะแนน



ภาพที่ 4.38 แสดงระยะทางที่สามารถหาวัสดุที่นำมาสร้างอาคารหลังนี้ ณ จ.สระบุรี

MR 3 การจัดการของเสียที่เกิดจากการก่อสร้าง (Construction Waste Management) (3 คะแนน)

อาคารแห่งนี้มีนโยบายการจัดการขยะภายในโดยแยกออกเป็นขยะที่เป็นวัสดุอันตราย ขยะเปียก ขยะแห้ง และขยะที่สามารถรีไซเคิลได้เพื่อจำหน่ายเพื่อนำเงินมาเป็นกำลังใจแก่ผู้คัดแยกขยะดังภาพที่ 4.39

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

ภาพที่ 4.39 แสดงการจัดการและคัดแยกขยะภายในอาคารและพื้นที่โดยรอบ

MR 4 ประสิทธิภาพของวัสดุที่มาทำกรอบอาคาร (Material Efficiency Framing) (2 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีลักษณะของหลังคาที่เป็นแบบทรงเรียบแต่ผนังของอาคารไม่มีการติดตั้งแผนงฉนวน ซึ่งทำให้อาคารหลังนี้จะได้รับคะแนนอยู่ที่ 1 คะแนน สำหรับหัวข้อนี้

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน

สรุปคะแนน หมวดที่ 5 คะแนนเต็ม 10 คะแนนที่ได้ 9 คะแนน (ผ่าน)

หมวดที่ 6 คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environment Quality) (16 คะแนน)

EQ P1การระบายอากาศ (Ventilation) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีระบบระบายอากาศโดยใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในห้องพักและห้องทำงานของพนักงานที่ทำงานในอาคาร ดังภาพที่ 4.40

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.40 แสดงระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติและพัดลมระบายอากาศ

EQ P2 การระบายของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (Combustion Venting) (บังคับ)

อาคารหลังนี้ไม่มีการติดตั้งมิเตอร์ตรวจวัดคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในอาคารและไม่มีแหล่งจ่ายไฟสำรองสำหรับมิเตอร์ตรวจวัดคาร์บอกมอนอกไซด์และจอแสดงภาพการตรวจวัดคาร์บอกมอนอกไซด์

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

ติดตั้งมิเตอร์ตรวจวัดคาร์บอนมอนอไซด์ แบเตอรี่สำรองและจอดแสดงผลการตรวจวัดระดับคาร์บอกมอนอไซด์

EQ P3 การป้องกันมลพิษที่มาจากโรงจอดรถ (Garage Pollutant Protection) (บังคับ)

อาคารหลังนี้ไม่มีระบบการจัดการอากาศภายในโรงจอดรถเนื่องจากอาคารหลังนี้มีลานจอดรถที่มีลักษณะเปิดโล่ง ดังภาพที่ 4.41 จึงไม่จำเป็นจะต้องมีการติดตั้งท่อหรือระบบจัดการมลพิษที่เกิดจากไอเสียรถยนต์

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.41 แสดงลักษณะพื้นที่จอดรถที่มีลักษณะเปิดโล่ง

EQ P4 โครงสร้างที่มีความต้านทานก๊าซพิษและสารปนเปื้อน (Radon Resistant Construction) (บังคับ)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวัดปริมาณก๊าซพิษและสารปนเปื้อน ซึ่งเนื่องจากอุปกรณ์รวมถึงความชำนาญการของทีมงานที่เข้าตรวจวัดไม่ได้มีความถนัดและอุปกรณ์ไม่มีความเอื้ออำนวย จึงไม่สามารถทำหารตรวจวัดได้

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

ทำการติดต่อผู้ชำนาญการเฉพาะทางและมีอุปกรณ์ที่สามารถตรวจวัดได้เข้ามาทำการตรวจสอบในหัวข้อนี้

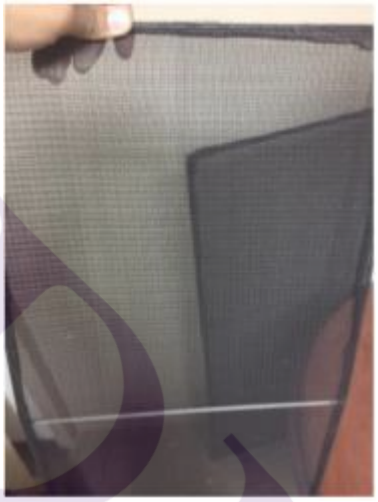
EQ P5 การฟอกอากาศ (Air Filtering) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการใช้ตัวกรองอากาศที่มีค่าระดับการกรองอากาศที่ MERV 5 ซึ่งตามกำหนดมาตรฐานของ AHERAE 62.2-2010 ค่าระดับการกรองอากาศจะต้องมีค่าอยู่ที่ MERV 6 หรือสูงกว่า

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ไม่ผ่าน

แนวทางการดำเนินการ

ทำการเปลี่ยนตัวกรองอากาศให้มีค่าระดับของการกรองอากาศสูงกว่าหรือเท่ากับ MERV 6 ดังภาพที่ 4.42



ภาพที่ 4.42 แสดงลักษณะของแผ่นกรองอากาศ

EQ P6 สิ่งแวดล้อมกับควันบุหรี่ (Environment Tobacco Smoke) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการจัดพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่ซึ่งพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่มีระยะห่างจากตัวอาคารมากกว่า 7.5 เมตรและมีการกำหนดไม่อนุญาตให้มีการสูบบุหรี่ในตัวอาคาร ดังภาพที่ 4.43

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

ภาพที่ 4.43 แสดงพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่โดยรอบอาคาร

EQ P7 การถ่ายเทของอากาศภายในช่องว่าง (Compartmentalization) (บังคับ)

อาคารหลังนี้มีการจัดพื้นที่สำหรับสูบบุหรี่ภายนอกอาคารอยู่แล้วและมีการควบคุมมลพิษทางอากาศที่เกิดจากควันบุหรี่จากการกำหนดพื้นที่ให้มีการสูบบุหรี่ภายนอกอาคารที่มีระยะห่างมากกว่า 7.5 เมตร

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

EQ 1 การปรับปรุงระบบระบายอากาศ (Enhanced Ventilation) (3 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศเพื่อทำหน้าที่ระบายอากาศภายในห้องพักและอาคารบริเวณโถงกลาง นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศภายในห้องน้ำของแต่ละห้องพักอาศัยอีกด้วยและยังสามารถตั้งค่าการทำงานแบบหน่วงเวลามากกว่า 20 นาทีได้ ดังภาพที่ 4.44

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

ภาพที่ 4.44 แสดงพัดลมระบายอากาศในห้องพักและสำนักงาน

EQ 2 การควบคุมสารปนเปื้อน (Contaminant Control) (2 คะแนน)

ภาพที่ 4.45 อาคารหลังนี้มีการใช้พรมที่มีลักษณะเป็นใยและมีคุณสมบัติดักฝุ่นหรือสารปนเปื้อนที่ติดมากับรองเท้า นอกจากนี้ทั้งภายนอกและภายในอาคารยังมีแม่บ้านที่คอยทำความสะอาดอยู่เป็นประจำแต่เนื่องด้วยการตรวจวัดของสารฟอร์มาลดีไฮด์ไม่สามารถทำการตรวจวัดได้เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ที่สามารถวัดสารฟอร์มาลดีไฮด์ได้

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน

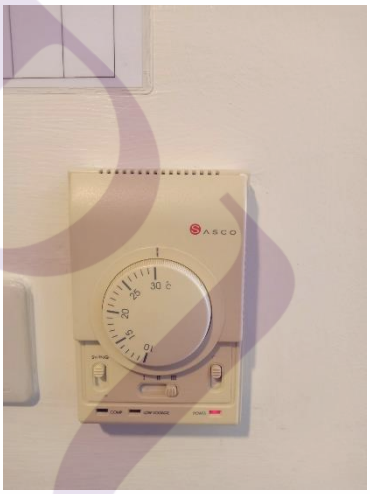
ภาพที่ 4.45 แสดงลักษณะของพรมเช็ดเท้าและอิฐที่มีติดตั้งด้านหน้าของอาคาร

EQ 3 ระบบรักษาสมดุลของความเย็นและความร้อน (Balancing of Heating and Cooling Distribution Systems) (3 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและมีการติดตั้เครื่องปรับอากาศทุกห้องพักอาศัย นอกจากนี้ยังมีระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอิสระที่ผู้ใช้สามารถปรับอุณหภูมิได้ตามที่ต้องการในแต่ละห้องและมีการตรวจวัดค่าของอัตราการไหลของอากาศ ณ จุดเครื่องปรับอากาศมีค่าที่อยู่ภายใน $\pm$ 25 cfm ดังภาพที่ 4.46 - 4.47

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

ภาพที่ 4.46 แสดงการวัดอัตราการไหลของอากาศ ณ เครื่องปรับอากาศ

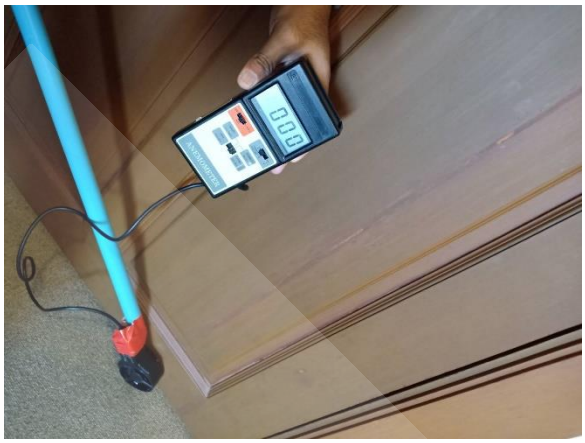


ภาพที่ 4.47 แสดงเครื่องปรับอุณหภูมิแบบอิสระ

EQ 4 การปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในช่องว่างฯ (Enhanced Compartmentalization) (1 คะแนน)

ภาพที่ 4.48 อาคารหลังนี้มีการวัดอัตราการรั่วไหลของอากาศภายในห้องพักอาศัย ซึ่งพบว่ามีอัตราการรั่วไหลที่น้อยกว่า 0.15 cfm.

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน



ภาพที่ 4.48 แสดงค่าจากการตรวจวัด ณ จุดใต้ร่องประตู

EQ 5 การระบายของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (Enhanced Combustion Venting) (2 คะแนน)

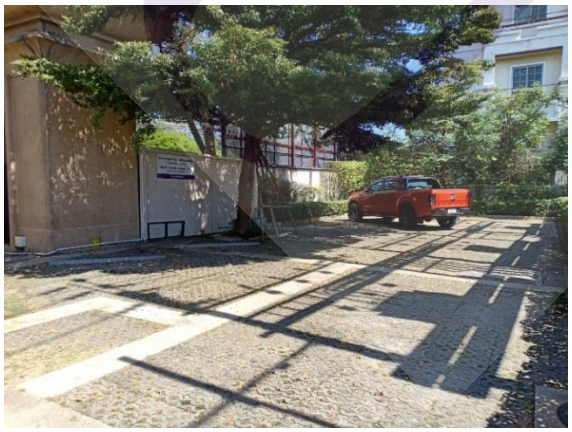
อาคารหลังนี้ไม่มีการติดตั้งในส่วนของเตาผิงหรือเตาเผาไหม้

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 2 คะแนน

EQ 6 การป้องกันมลพิษภายในโรงจอดรถ (Enhanced Garage Pollutant Protection) (2 คะแนน)

ภาพที่ 4.49 อาคารหลังนี้มีไม่มีโรงจอดรถเนื่องจากมีพื้นที่จอดรถบริเวณด้านหน้าอาคาร และโครงสร้างของกำแพงบริเวณโดยรอบลานจอดรถไม่ได้มีการใช้พื้นที่ของกำแพงร่วมกับอาคารหรือผู้อยู่อาศัยอื่นๆ

สรุปคะแนน 2 คะแนน คะแนนที่ได้ 2 คะแนน

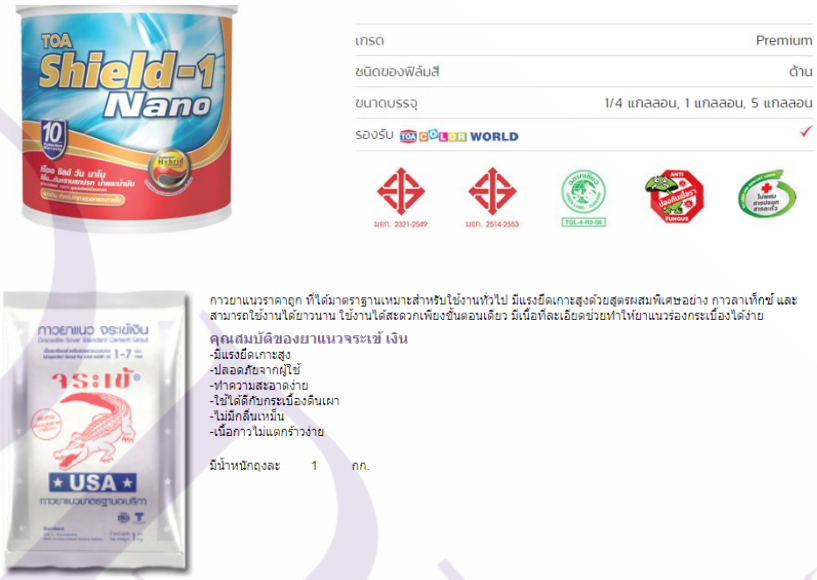


ภาพที่ 4.49 แสดงพื้นที่จอดรถบริเวณด้านหน้าของอาคาร

EQ 7 ผลิตภัณฑ์ที่มีการปล่อยมลพิษที่น้อย (Low Emitting Product) (3 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีการใช้สีภายในยี่ห้อ TOA Shield 1 และใช้วัสดุยาแนวยี่ห้อ จระเข้ และทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์นี้ได้มีการรองรับตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแต่ไม่ได้ถูกรองรับด้วยข้อกำหนดของนานาชาติ การทดสอบการปล่อยสารปนเปื้อนในอากาศตาม CDPH ดังภาพที่ 4.50

สรุปคะแนน 3 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน



ภาพที่ 4.50 แสดงผลิตภัณฑ์ของสีภายในและยาแนวสำหรับใช้ในอาคาร

สรุปคะแนน หมวดที่ 6 คะแนนเต็ม 16 คะแนนที่ได้ 12 คะแนน (ไม่ผ่าน)

หมวดที่ 7 นวัตกรรม (Innovation) (6 คะแนน)

IN P1 ข้อกำหนดเบื้องต้น (Preliminary Rating) (บังคับ)

เนื่องจากการตรวจอาคารครั้งนี้เป็นการศึกษาและการทำวิจัยเกี่ยวกับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวจึงไม่ได้มีการประชุมในส่วนผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด แต่ทั้งนี้มีการวางแผนที่จะพัฒนาและมีเป้าหมายเพื่อจะให้บรรลุเป้าหมายในระดับ Certified

สรุปคะแนน บังคับ คะแนนที่ได้ ผ่าน

IN 1 นวัตกรรม (Innovation) (5 คะแนน)

หลังจากที่ได้มีการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวเบื้องต้นได้มีการวางแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายโดยการกำหนดนโยบายและหามาตรการเพื่อให้ได้มาตรฐานอาคารเขียวระดับ Certified

สรุปคะแนน 5 คะแนน คะแนนที่ได้ 3 คะแนน

IN 2 ผ่านการรับรอง LEED (LEED AP Homes) (1 คะแนน)

ในคณะทีมงานที่เข้าการประเมินอาคารเขียวและสมาชิกในทีมไม่มีคนใดที่ได้รับหรือใบรับรับรองจากมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) เนื่องจากการประเมินอาคารเขียวครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาและงานวิจัยเท่านั้น

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

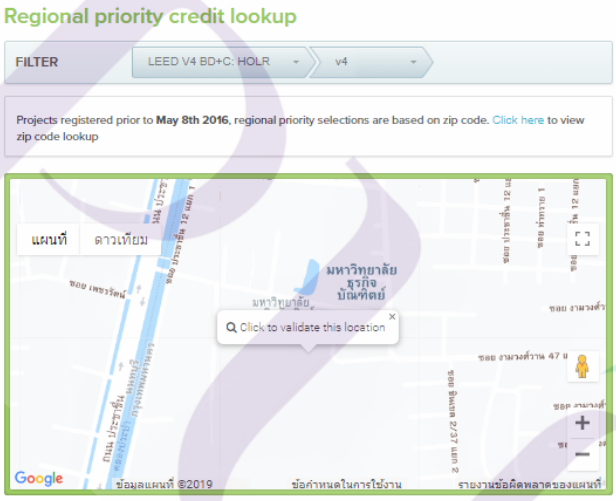
สรุปคะแนน หมวดที่ 7 คะแนนเต็ม 6 คะแนนที่ได้ 3 คะแนน (ผ่าน)

หมวดที่ 8 ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค (Regional Priority) (4 คะแนน)

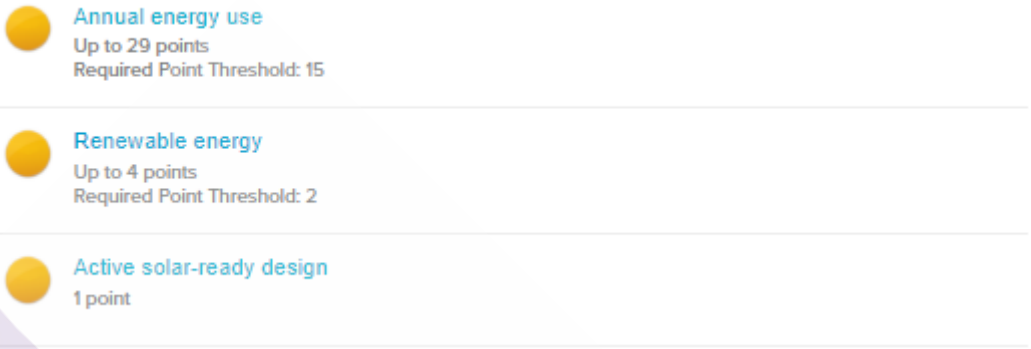
RP 1 เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค (Preliminary Rating) (1 คะแนน)

อาคารหลังนี้ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในหัวข้อพลังงานและบรรยากาศจึงทำให้ไม่สามารถได้รับคะนนในส่วนเครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาคตามเกณฑ์ที่ประเมินในหัวข้อนี้ ดังภาพที่ 4.51 – 4.55

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน



ภาพที่ 4.51 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของอาคารในการประเมินในหัวข้อความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค



ภาพที่ 4.52 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของพลังงานและบรรยากาศ

RP 2 เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค (Preliminary Rating) (1 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีเกณฑ์คะแนนที่ประเมินผ่านในหัวข้อสถานที่ตั้งจึงทำให้ได้เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาคในหัวข้อนี้

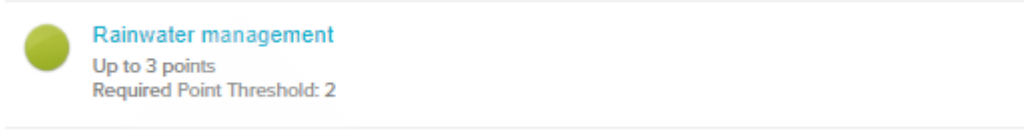
สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 1 คะแนน

ภาพที่ 4.53 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของสถานที่ตั้งและการขนส่ง

RP 3 เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค (Preliminary Rating) (1 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของสถานที่ตั้งและความยั่งยืนจึงทำให้ไม่สามารถได้รับเครดิตเฉพาะความสำคัญของภูมิภาคในหัวข้อนี้

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน

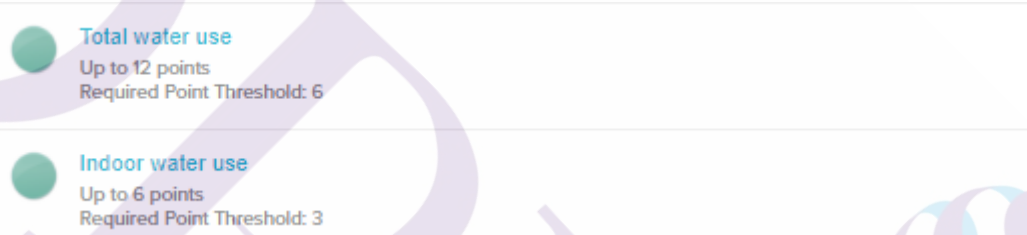


ภาพที่ 4.54 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของสถานที่ตั้งและความยั่งยืน

RP 4 เครดิตเฉพาะลำดับความสำคัญของภูมิภาค (Preliminary Rating) (1 คะแนน)

อาคารหลังนี้มีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของประสิทธิภาพน้ำในเรื่องของไม่มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำอัตโนมัติและการจัดการน้ำในอาคาร จึงทำให้ไม่สามารถได้รับเครดิตเฉพาะความสำคัญของภูมิภาคในหัวข้อนี้

สรุปคะแนน 1 คะแนน คะแนนที่ได้ 0 คะแนน



ภาพที่ 4.55 แสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อของประสิทธิภาพน้ำ

สรุปคะแนน หมวดที่ 8 คะแนนเต็ม 4 คะแนนที่ได้ 1 คะแนน (ไม่ผ่าน)

จากตารางที่ 4.8 เกณฑ์กี่ประเมินมาตรฐานอาคารเขียว(LEED) สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม ได้คะแนนรวมทั้งหมด 34.5 คะแนน แต่เนื่องด้วยบางหัวข้อไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินข้อบังคับจึงทำให้ไม่สามารถผ่านเกณฑ์การประเมินในบางข้อได้

ตารางที่ 4.8 สรุปคะแนนประเมินทั้ง 8 หัวข้อ

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
LT	ที่ตั้งและการขนส่ง	15	15
SS	สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน	7	1.5
WE	การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	12	3

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

หัวข้อ	ชื่อหัวข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
EA	พลังงานและบรรยากาศ	38	0
MR	วัสดุและทรัพยากร	10	9
EQ	คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร	16	0
IN	นวัตกรรม	6	3
RP	ความสำคัญเร่งด่วนของภูมิภาค	4	1
IP	กระบวนการเชิงบูรณาการ	2	2
รวม		110	34.5

4.4 มาตรการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มระดับเกณฑ์การประเมิน

จากการประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) สำหรับอาคารที่พักอาศัยรวม (LEED V4) เป็นเครื่องมือในการศึกษา เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงอาคาร โรงแรมดีพียู เพลส การเข้าเกณฑ์การประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) โดยคะแนนเต็ม 110 คะแนน อาคาร โรงแรมดีพียู เพลส ได้คะแนนรวมอยู่ที่ 34.5 คะแนน ไม่สามารถผ่านเกณฑ์ของ Certified ได้เมื่อพิจารณาทั้ง 8 หมวดแล้ว เกณฑ์ที่ไม่สามารถได้รับคะแนนได้ คือ หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ และหมวดที่ 6 คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร เนื่องจากทั้ง 2 หัวข้อนี้ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในหัวข้อบังคับ จึงไม่สามารถได้รับคะนนในทั้ง 2 หัวข้อนี้ได้

4.4.1 การปรับปรุงอาคารให้ได้คะแนน Certified (40 – 49)

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

1. ทำคะแนนในหัวข้อ EA P1 ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance) อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารควรจะมีการรองรับฉลาก Energy Star (ผ่าน)

2. ทำคะแนนในหัวข้อ EA P3 การศึกษาการใช้พลังงานของอาคารจากผู้ใช้ (Education of the Homeowner, Tenant or Building Manager) อุปกรณ์ไฟฟ้าอาคารจะมีเครื่องหมายการรับรองฉลาก Energy Star (ผ่าน)

หมวดที่ 6 คุณภาพของสิ่งแวดล้อมในอาคาร (Indoor Environment Quality)

1. ทำคะแนนในหัวข้อ EQ P2 การระบายของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ (Combustion Venting) ติดตั้งมอเตอร์ตรวจวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในอาคารและจะต้องมีไฟสำรองสำหรับมิเตอร์ตรวจวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์

2. ทำคะแนนในหัวข้อ EQ P 4 โครงสร้างที่มีความต้านทานก๊าซพิษและสารปนเปื้อน (Radon Resistant Construction) ทำการติดต่อผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางเข้าทำการตรวจวัดระดับของก๊าซพิษเนื่องจากไม่สามารถตรวจวัดได้เพราะขาดอุปกรณ์และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง

3. ทำคะแนนในหัวข้อ EQ P5 การฟอกอากาศ (Air Filtering) เปลี่ยนตัวกรองอากาศที่มีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับ MERV 6

4.4.2 การปรับปรุงอาคารให้ได้คะแนน Silver (50-59)

หมวดที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Sites)

1. ทำคะแนนในหัวข้อ SS1 การลดพลังงานของกลุ่มความร้อน(หลังคา) (Heat Island Reduction) จัดหาพันธุ์พืชที่สามารถปลูกหรือปกคลุมบริเวณหลังคาของอาคารหรือใช้สีที่มีคุณสมบัติการสะท้อนรังสีความร้อนของดวงอาทิตย์สูง

2. ทำคะแนนในหัวข้อ SS2 การบริหารจัดการน้ำฝน (Rainwater Management) จัดพื้นที่ที่สำหรับบริหารจัดการรองรับน้ำฝนให้มีพื้นที่มากขึ้นหรือการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้นเพื่อรองรับน้ำฝน

4.4.3 การปรับปรุงอาคารให้ได้คะแนน Gold (60-79)

หมวดที่ 3 การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Water Efficiency)

1. ทำคะแนนในหัวข้อ WE 1 การใช้น้ำในอาคาร (Indoor Water Use) เปลี่ยนเครื่องสุขภัณฑ์ในห้องน้ำเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ที่ได้รับรับรองมาตรฐาน LEED หรือได้รับการรับรองว่าเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ที่ประหยัดน้ำจากการประปานครหลวง

หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

1. ทำคะแนนในหัวข้อ EA 3 การออกแบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่พร้อมใช้งาน (Active Solar Ready Design) ทำโครงการหรือแบบแผนการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอนาคตหรือจัดทำเป็นแผนงานเพื่อรองรับการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ในอนาคต

2. ทำคะแนนในหัวข้อ EA 4 การรับรองระบบปรับสภาวะอากาศ (HVAC Start-Up Credentialing) จัดให้มีการอบรมหรือส่งทีมงานให้ไปอบรมหรือเข้าหลักสูตรอบรมที่ได้รับการรับรองด้านคุณภาพจากองค์กร H-Quito

3. ทำคะแนนในหัวข้อ EA 7 การติดตั้งฉนวน (Envelope Insulation) ติดตั้งฉนวนที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน 2012 International Energy Conservation Code

4. ทำคะแนนในหัวข้อ EA 12 แสงสว่าง (Lighting) จัดทำแผนการหรือโครงการปรับเปลี่ยนระบบแสงสว่างที่ได้รับการรับรองฉลาก Energy Star รวมถึงติดตั้งระบบการทำงานเซ็นเซอร์เพื่อให้ระบบทำงานขณะมีผู้ใช้งาน

5. ทำคะแนนในหัวข้อ EA 14 การใช้พลังงานทดแทน (Renewable Energy) จัดทำแผนงานหรือโครงการออกแบบพื้นที่เพื่อที่จะติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทน

4.5 การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

ในการทำคะแนนเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ระดับต่างๆนั้นจะต้องมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ทางผู้จัดทำจึงมีความเหมาะสมที่จะศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ ของแต่ละมาตรการเพื่อนำไปเสนอต่อไปเพื่อตัดสินใจ

โดยการคิดคำนวณค่าเฉลี่ยของหน่วยไฟฟ้ามาจากมาจากหน่วยไฟฟ้า ปี 2561 (KWh/y) หารด้วยค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้า(บาท) ดังตารางที่ 4.10 จะได้เท่ากับ 4.36 บาทต่อหน่วย

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปี 2561

เดือน	หน่วยไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	บาท/หน่วย
มกราคม	566,376	2,516,597.21	4.44
กุมภาพันธ์	643,286	2,809,855.32	4.37
มีนาคม	776,386	3,331,846.48	4.29
เมษายน	660,223	2,966,865.55	4.49
พฤษภาคม	529,275	2,355,812.66	4.45
มิถุนายน	659,309	2,876,679.34	4.36
กรกฎาคม	627,359	2,679,418.11	4.27
สิงหาคม	725,580	3,125,974.51	4.31
กันยายน	770,930	3,302,220.10	4.28

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

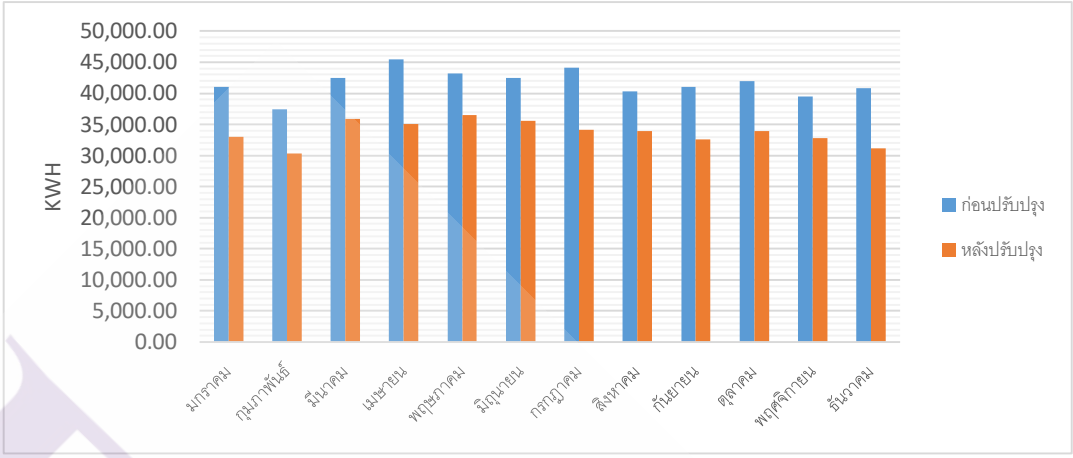
เดือน	หน่วยไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	บาท/หน่วย
ตุลาคม	726,620	3,190,729.51	4.39
พฤศจิกายน	791,290	3,394,077.28	4.29
ธันวาคม	493,666	2,230,169.03	4.52
รวม	**7,970,300**	**34,780,245.10**	4.36

มาตรการที่ 1 ติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำร้อน (Water Heat Pump)

การติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำร้อนเพื่อลดการใช้พลังงานของอาคาร โรงแรมดีพียู เพลส จำนวน 4 เครื่อง โดยคิดค่าเฉลี่ยการใช้น้ำในอาคารเฉลี่ย 495 m^3/y โดยเครื่องปั๊มน้ำร้อนมีกำลังขนาด 3.6 kW ราคา 120,000 บาท รวมค่าดำเนินการติดตั้ง 25% ราคารวมเท่ากับ 150,000 บาท ต่อเครื่อง โดย 1 เครื่องจะสามารถจ่ายน้ำให้ห้องพักในอาคารได้ 3 ห้อง ดังนั้นจะต้องติดตั้งทั้งหมด 8 เครื่อง โดยคิดระยะโครงการทั้งหมด 15 ปี ค่าบำรุงรักษา 10,000 บาทต่อปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 120,707.46 kWh/y ค่าดัชนีไฟฟ้ารวมเท่ากับ 66.21 kWh/m^2/y

ตารางที่ 4.10 ลงทุนหัวข้อ EA 1 ระบบการจ่ายน้ำร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรการที่ 1	ลงทุน(บาท)	ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)	ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
ติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำร้อน	1,200,000	94,692.54 kWh/y	412,859.47	2.90



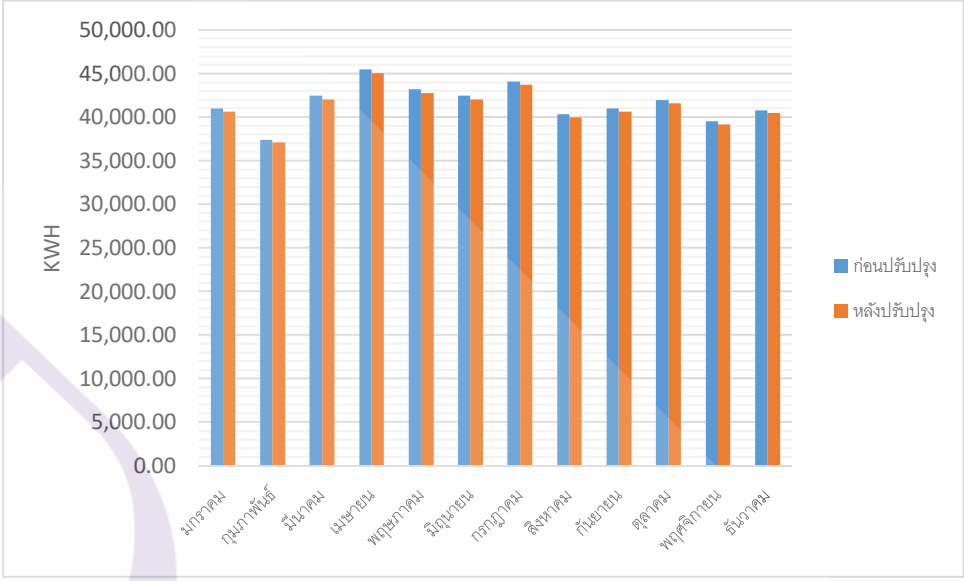
ภาพที่ 4.56 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง ติดตั้งเครื่องปั๊มน้ำร้อน

มาตรการที่ 2 ติดตั้งฟิล์มกรองแสง (Film)

การติดตั้งฟิล์มกรองแสงในพื้นที่กระจกทั้งหมด 331.57 ตร.ม. โดยคิดจากจำนวนพื้นที่กระจกโดยรอบของอาคารโรงแรมดีพียู เพลส โดยติดตั้งฟิล์มกรองแสงชนิด เซรามิกนาโนซูพลีม พร้อมติดตั้งราคา 45,000 บาท ต่อ 50 ตารางเมตร รวมคิดค่าติดตั้งทั้งหมด 25% จะเท่ากับ 56,250 บาท ต่อ 50 ตารางเมตร หรือ 1,125 บาท/ตร.ม. โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 210,731.62 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 115.59 kWh/m^2/y

ตารางที่ 4.11 ลงทุนหัวข้อ EA 8 หน้าต่าง (Windows)

มาตรการที่ 2	**ลงทุน(บาท)**	**ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)**	**ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)**	**ระยะเวลาคืนทุน (ปี)**
ติดตั้งฟิล์มกรองแสง	373,016.25	4,668.38 kWh/y	20,354.13	เกินระยะเวลาโครงการ

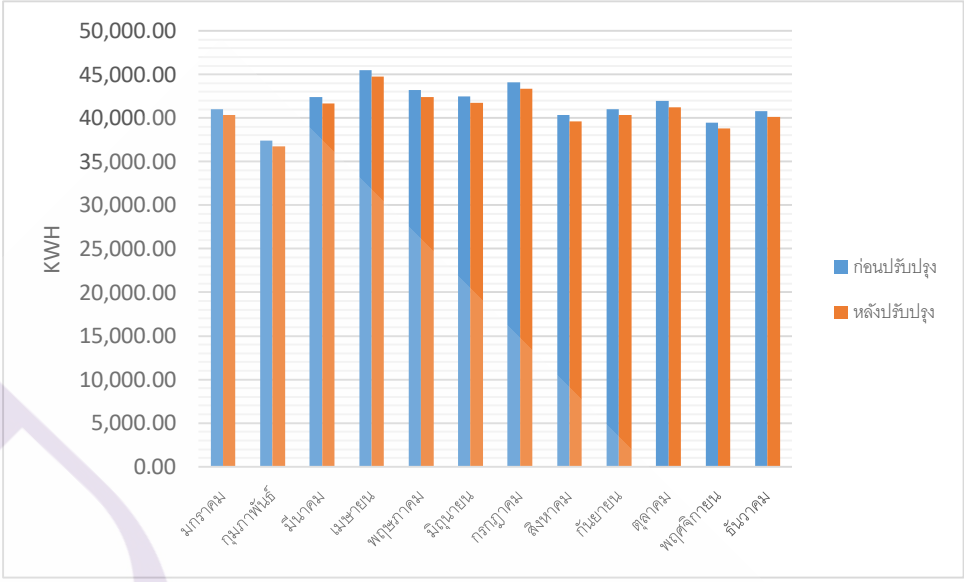


ภาพที่ 4.57 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง ติดตั้งฟิล์มกรองแสง

มาตรการที่ 3 ลงทุนเปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED)
เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน (LED) โดยทำการเปลี่ยนหลอดทั้งหมด 304 หลอด คิดระยะโครงการทั้งหมด 15 ปีและมีค่าเปลี่ยนอุปกรณ์ทุกๆ 2 ปี เท่ากับ 21,040 บาท ทำการลงทุนมูลค่า 48,800 บาท ค่าไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 8,376.41 kWh/y หรือเท่ากับ 36,521.15 บาทต่อปี มีระยะคืนทุนอยู่ที่ 1.33 ปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 207,023.59 kWh/y ค่าดัชนีไฟฟ้ารวมเท่ากับ 113.56 kWh/m^2/y

ตารางที่ 4.12 ลงทุนหัวข้อ EA 12 แสงสว่าง (Lighting)

มาตรการที่ 3	**ลงทุน (บาท)**	**ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)**	**ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)**	**ระยะเวลาคืนทุน (ปี)**
เปลี่ยนหลอดประหยัดพลังงาน	48,800	8,376.41 kWh/y	36,521.15	1.33



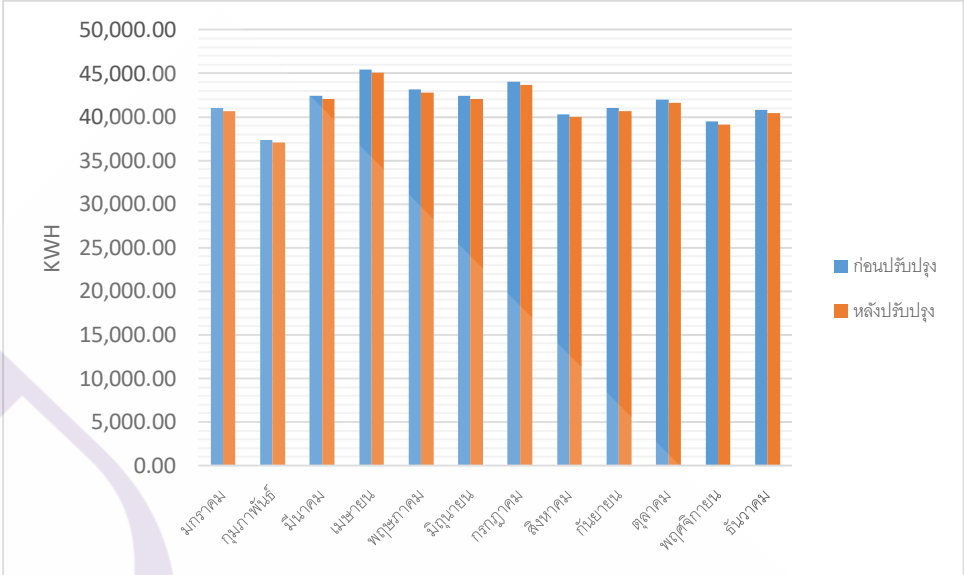
ภาพที่ 4.58 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง เปลี่ยนหลอด LED

มาตรการที่ 4 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ (AC)

ลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ จำนวน 41 ชุด โดยคิดจากเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในโรงแรมดีพียู เพลส ปี 2561 โดยเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง พร้อมราคาติดตั้งราคา 39,400 บาท รวมค่าติดตั้งและค่าดำเนินการ 25% จะเท่ากับ 49,250 บาทต่อชุด โดยคิดระยะโครงการที่ 15 ปีและมีค่าบำรุงรักษา 2,000 บาทหรือเท่ากับ 82,000 บาทต่อปี การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 211,025.54 kWh/y ค่าดัชนีไฟฟ้ารวมเท่ากับ 115.76 kWh/m^2/y

ตารางที่ 4.13 ลงทุนหัวข้อ EA 9 พื้นที่การระบายความร้อนและอุปกรณ์ทำความเย็น (Space Heating & Cooling Equipment)

มาตรการที่ 4	**ลงทุน(บาท)**	**ค่าไฟฟ้าลดลงต่อปีจากแบบจำลอง (kWh/y)**	**ลดลงมูลค่า (บาท/ปี)**	**ระยะเวลาคืนทุน (ปี)**
เปลี่ยนเครื่องปรับเป็นน้ำยา R32 ชนิดอินเวอร์เตอร์	2,019,250	4,374.46 kWh/y	19,072.65	เกินระยะเวลาโครงการ



ภาพที่ 4.59 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อน-หลัง ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

มาตรการที่ 5 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 (Water Heat Pump + Film) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 116,039.08 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.65 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 6 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 3 (Water Heat Pump + LED) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 112,311.05 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 61.62 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 7 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 4 (Water Heat Pump + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 116,333.00 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 63.81 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 8 นำมาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 (Film + LED) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 202,355.31 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 111 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 9 นำมาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 4 (Film + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 206,357.16 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 113.20 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 10 นำมาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (LED + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 206,649.13 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 111.16 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 11 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 (Water Heat Pump + Film + LED) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 107,662.67 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 59.05 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 12 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 4 (Water Heat Pump + Film + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 111,664.62 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 61.25 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 13 นำมาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Film + LED + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 197,980.75 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 108.60 kWh/m^2/y

มาตรการที่ 14 นำมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Water Heat Pump + Film + LED + AC) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวม เท่ากับ 103,288.21 kWh/y ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมเท่ากับ 56.66 kWh/m^2/y

ตารางที่ 4.14 สรุปผลการวิเคราะห์การลงทุนในแต่ละมาตรการ

มาตรการ	ลงทุน (บาท)	ค่าจากแบบจำลอง	ค่าไฟฟ้าลดลงมูลค่า (บาท)	ดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวม (kWh/m^2/y)	ระยะคืนทุน (ปี)
มาตรการที่ 1 (Water Heat Pump)	1,200,000	94,692.54	412,859.47	66.21	2.90
มาตรการที่ 2 (Film)	373,016.25	4,668.38	20,354.13	115.59	18.32
มาตรการที่ 3 (LED)	48,800.00	8,376.41	36,521.15	113.56	1.33
มาตรการที่ 4 (AC)	2,019,250.00	4,374.46	19,072.65	115.76	105.87
มาตรการที่ 5 (1+2)	1,573,016.25	99,360.92	433,213.60	63.65	3.63
มาตรการที่ 6 (1+3)	1,248,800.00	103,068.95	449,380.62	61.62	2.77
มาตรการที่ 7 (1+4)	3,219,250.00	99,067.00	431,932.12	63.81	7.45
มาตรการที่ 8 (2+3)	421,816.25	13,044.79	56,875.28	111.00	7.41
มาตรการที่ 9 (2+4)	2,392,266.25	9,042.84	39,426.78	113.20	60.67
มาตรการที่ 10 (3+4)	2,068,050.00	12,750.87	55,593.80	111.16	37.19
มาตรการที่ 11 (1+2+3)	1,621,816.25	107,737.33	469,734.75	59.05	3.45
มาตรการที่ 12 (1+2+4)	3,592,266.25	103,735.38	452,286.25	61.25	7.94
มาตรการที่ 13 (2+3+4)	2,441,066.25	17,419.25	75,947.93	108.60	32.14
มาตรการที่ 14 (1+2+3+4)	3,641,066.25	112,111.79	488,807.40	56.66	7.44

จากตารางที่ 4.15 จากการสรุปผลการวิเคราะห์การลงทุนของมาตรการหลัก พบว่า มาตรการที่ 1 (Water Heat Pump) เป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุนที่ไม่สูงมากนักและเป็นมาตรการที่ให้ผลตอบแทนการลงทุนที่เร็วและคุ้มค่า จึงเหมาะสมกับการลงทุนในมาตรการนี้รองจากมาตรการที่ 3

มาตรการที่ 2 (Film) เป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุนที่ต่ำกว่ามาตรการแรกแต่จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์พบว่าผลตอบแทนนั้นใช้เวลานานกว่ามาตรการที่ 1

มาตรการที่ 3 (LED) เป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุนที่น้อยที่สุดและผลตอบแทนนั้นใช้เวลาเร็วกว่ามาตรการที่ 1 จึงเหมาะสมกับการลงทุนในอันดับแรก

มาตรการที่ 4 (AC) เป็นมาตรการที่ใช้เงินลงทุนมากที่สุดและผลตอบแทนใช้เวลานานที่สุดและจะเห็นได้ว่ามาตรการนี้มีระยะเวลาผลตอบแทนที่เกินระยะเวลาโครงการ จึงไม่เหมาะแก่การลงทุนที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาเพื่อทำการประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) อาคารที่พักอาศัยรวม โดยใช้อาคาร โรมแรมดีพียู เพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ระดับการประเมินคะแนนอยู่ที่ 34.5 คะแนน ซึ่งยังไม่ผ่านระดับที่จะได้รับการรับรองมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) ก่อนการปรับปรุง พบว่ามีหัวข้อของ EA และ EQ ที่ได้คะแนนอยู่ที่ 0 คะแนน เนื่องจากว่าการประเมินในหัวข้อนี้ไม่สามารถผ่านการประเมินในหัวข้อบังคับได้แม้ว่าในหัวข้อย่อยจะได้คะนนหรือไม่ก็ตาม และจากการประเมินในหัวข้อ EA มีคะแนนที่ได้น้อยที่สุดเนื่องจากว่าเป็นหัวข้อที่ประเมินจากการใช้พลังงานในอาคาร ทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษาโดยการสร้างแบบจำลองทางวิศวกรรมเพื่อศึกษาการใช้พลังงานของอาคารโรงแรมดีพียู เพลส เพื่อทำการปรับปรุงและหามาตรการเพื่อที่จะลดการใช้พลังงานในหัวข้อนี้อีกด้วย จากการศึกษาพบว่าค่าพลังงานที่ได้จากการจำลองโดยโปรแกรมทางวิศวกรรมนั้นได้มีค่าพลังงานที่ใกล้เคียงกับค่าจากการวัดจริง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนการใช้พลังงานในปี 2560 อยู่ที่ 4.85% และในปี 2561 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 4.97% เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำลองการใช้พลังงานในโปรแกรมทางวิศวกรรมมาเปรียบเทียบจากค่าที่เกิดจากการวัดของการใช้พลังงานในแต่ละเดือน จึงทำการกำหนดมาตรการเพื่อหามาตรการที่จะลดการใช้พลังงานและศึกษาความคุ้มค่ากับความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์จะเห็นได้ว่าในมาตรการที่ 3 มีความเหมาะสมกับการลงทุน เนื่องจากใช้เงินลงทุนที่น้อยที่สุดและมีผลตอบแทนของโครงการในระยะเวลาที่สั้นถึงแม้ว่าค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าจะน้อยกว่าบางมาตรการแต่จะเห็นได้ว่ามาตรการที่ 3 มีความคุ้มค่าและใช้เงินลงทุนที่น้อยที่สุด โดยมาตรการที่ 3 ใช้เงินลงทุนประมาณ 48,800 บาท ค่าไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 8,376.41 kWh/y หรือเท่ากับ 36,521.15 บาทต่อปี และมีผลตอบแทนโครงการอยู่ที่ 1.34 ปี นอกจากนี้ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ 113.56 kWh/m^2/y และมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 207,023.59 kWh/y การเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าของแต่ละมาตรการของโรงแรมดีพียู เพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามาตรที่ 14 คือ มาตรการที่ 1 +

มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 + มาตรการที่ 4 (Water Heat Pump + Film + LED + AC) นั้นมีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าที่น้อยที่สุด ค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าของมาตรการที่ 14 คือ 56.66 kWh/m^2/y รองลงมาเป็นมาตรการที่ 11 คือมาตรการที่ 1 + มาตรการที่ 2 + มาตรการที่ 3 (Water Heat Pump + Film + LED) จะเห็นได้ว่ามีค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 59.05 kWh/m^2/y และมาตรการที่ใช้พลังงานมากที่สุดนั้นคือมาตรการที่ มาตรการที่ 4 (AC) ซึ่งมีค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมอยู่ที่ 115.76 kWh/m^2/y

5.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

แนวทางศึกษาโดยใช้แบบการประเมินมาตรฐานอาคารเขียว (LEED) ประเภทอาคารที่พักอาศัยรวม โดยศึกษาจากโรงแรมดีพียู เพลส มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์และศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) นั้นมีค่าเกณฑ์ที่มากที่สุด แต่จากการศึกษาและประเมินมาตรฐานอาคารเขียว(LEED) นั้นมีหัวข้อบังคับที่อาคารโรงแรมดีพียู เพลส ไม่สามารถผ่านเกณฑ์การประเมินเนื่องจาก อาคารมีอายุการใช้งานที่นานและอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นไม่มีฉลากประหยัดพลังงานรองรับ จึงทำให้ไม่สามารถผ่านเกณฑ์การประเมินในหัวข้อนี้ได้ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารไม่มีฉลากรองรับ Energy Star หรือ อาคารหลังนี้ไม่มีการออกแบบเพื่อรองรับพลังงานทดแทน จำพวกแผงพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น แต่ยังมีมาตรการที่สามารถประหยัดพลังงานและสามารถนำไปศึกษาต่อไปได้ ดังนี้

- มาตรการออกแบบพื้นที่เพื่อรองรับการติดตั้งพลังงานทดแทน เช่น แผงพลังงานแสงอาทิตย์
- มาตรการออกแบบติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีฉลาก Energy Star รองรับ
- มาตรการติดตั้ง Meter เพื่อรองรับการจัดบันทึกการใช้พลังงานในอาคารแบบ Real Time
- มาตรการติดตั้ง LED และระบบการทำงานอัจฉริยะ เช่น เมื่อไม่มีผู้ใช้งานระบบไฟแสงสว่างจะไม่ทำงานจนกระทั่งมีผู้ใช้บริการเดินผ่านหรือเคลื่อนไหว ระบบจะทำงานเปิด-ปิดไฟฟ้าได้ทันที

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

คุณธรรม สันติธรรม.(2560). *กระบวนการตัดสินใจสู่การพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์แบบยั่งยืน*.อาคารสำนักงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานอาคารเขียวในกรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภาวดี ธุวางศ์.(2559). *การพัฒนาเกณฑ์การออกแบบอาคารเขียวเพื่อส่งเสริมสุขภาวะสำหรับอาคารที่พักอาศัยแบบยั่งยืนในประเทศไทย*.วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มัลลิกา ปู่เพ็ชร์. (2555*). แนวทางการพัฒนาเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในแบบประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย.* วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตย สาขาวิชาสถาปัตยกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พีรเดช คุ้มศิริและนายปุ่น เที่ยงบุญธรรม.(2559*). การพัฒนากรอบการประเมินสำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองอาคารในการก่อสร้างอาคารเขียว*.คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ยุทธวัชร อภิวาทนสิริ.(2558). *อาคารเขียว*.วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิตย สาขาวิชาสถาปัตยกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.(2538).พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538.//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562 จากwww.dede.go.th/download/energysaving58/162552.pdf

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.(2552).กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานพ.ศ . 2552 . สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562 จาก www.dede.go.th/ewt_dI_link.php?nid=40824

สำนักงานนโยบายและแผนพลงังาน กระทรวงพลงังาน.//(2559).//คู่มือการใชง้านโปรแกรมจา ลองการใช้พลังงานในอาคาร BESM.//สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562, จาก www.dedepeecb.brightce.com/document/(FInal)%20BESM%20manual06_02_2018%20NCC.pdf

ภาษาต่างประเทศ

U.S. Green Building Council.(2016).*LEED BD+C: Homes and Multifamily Lowrise* :สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2562 จาก https://new.usgbc.org/leed

Pennsylvania Environmental Council.(2008) .Building Green: Overcoming Barriers in Philadelphia, สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2562 จากhttp://pecpa.org/wp-content/uploads/2-27- 08_BuildingGreen_FINAL.pdf

Reed, Bilos, Wilkinson and Schulte.(2009) . Development an Adaptive Environmental Assessment Method for Buildings: สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2562 จาก http://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1702708

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรม Energy Plus + Open Studio

ภาคผนวก ก

ความเป็นมาของโปรแกรม Energy Plus

Energy Plus เป็นซอฟท์แวร์ช่วยในการเรียนการสอนและการทำงานวิจัยของหลายๆ สาขาวิชา เช่น วิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรม เป็นต้น โปรแกรม Energy Plus ถือว่าเป็นซอฟท์แวร์ที่นิยมกันมาก สำหรับการจำลองทางพลังงานและแสดงผลกราฟิกที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ทำงานด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม

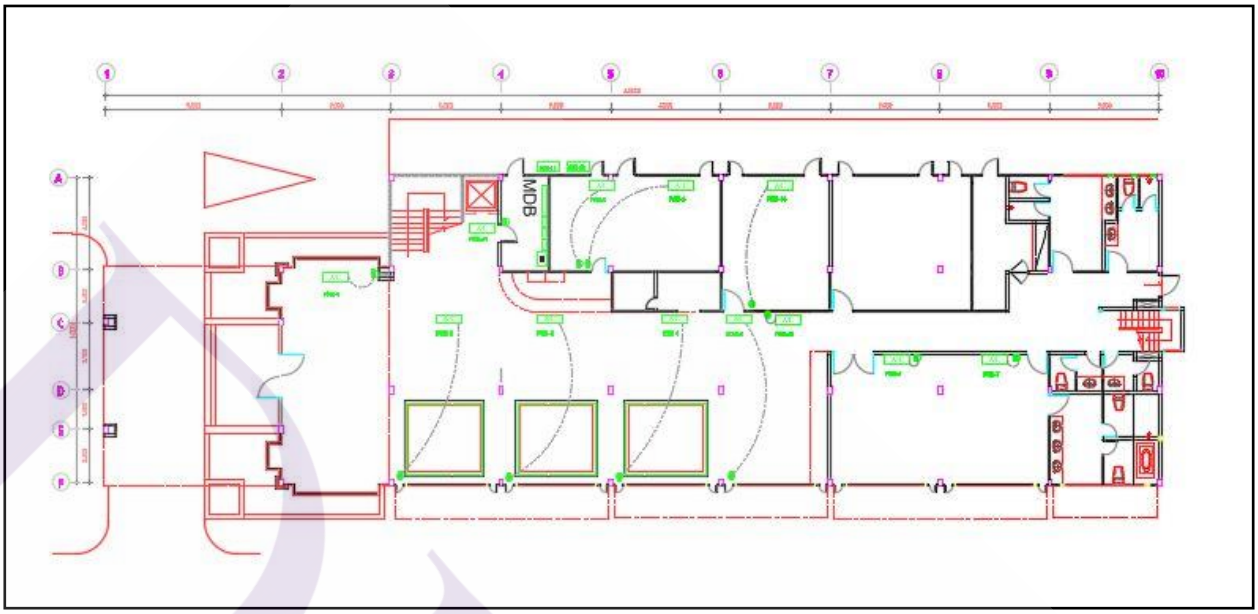
เป็นโปรแกรมที่ใช้ด้านการออกแบบจำลองสองและสามมิติ เพื่อใช้ในงานด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม โปรแกรมนี้สามารถวิเคราะห์หาอัตราการใช้พลังงานของอาคารทั้งหมด โดยโปรแกรมจะหาปริมาณการใช้พลังงานที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งโปรแกรมจะสร้างสมมุติฐานการใช้พลังงานในอาคาร โดยวิเคราะห์ถึงสภาพอากาศของที่นั้นๆด้วย โปรแกรมจะแสดงผลของพลังงานที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และยังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยจากอาคาร ฯลฯ

สำหรับโปรแกรม Energy Plus ที่ทางศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พัฒนาขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้งานได้หลายสายงาน เช่น วิศวกรรม สถาปัตยกรรม เป็นต้น

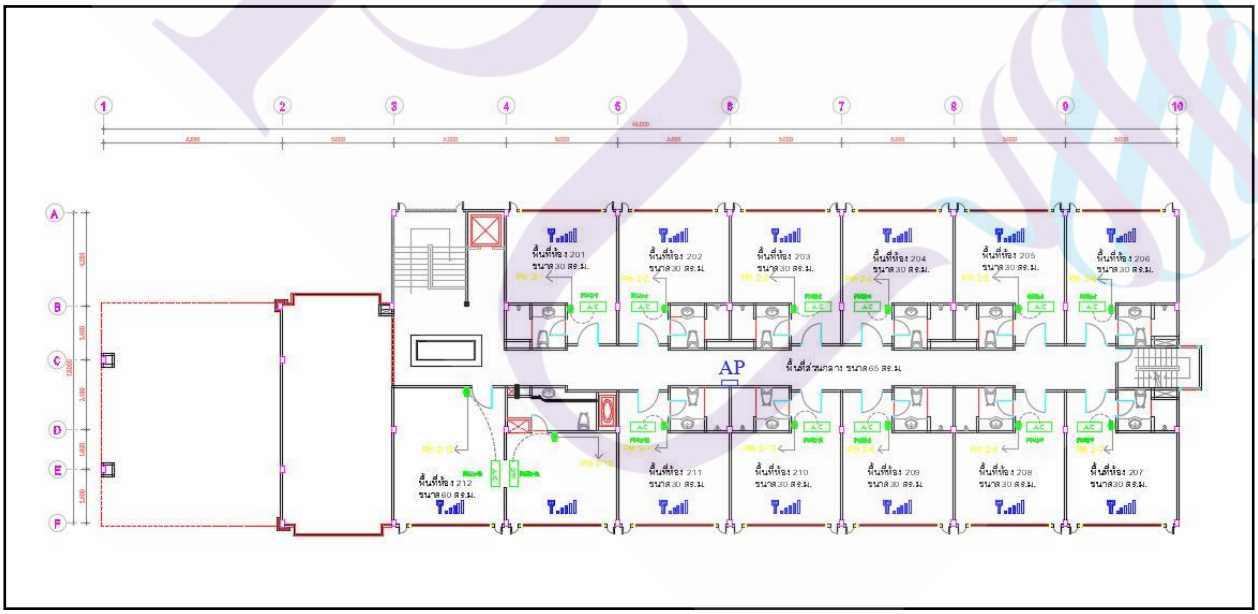
ภาคผนวก ข

ภาพแบบอาคาร ชนิด ขนาด ของอาคารโรงแรมดีพียู เพลส

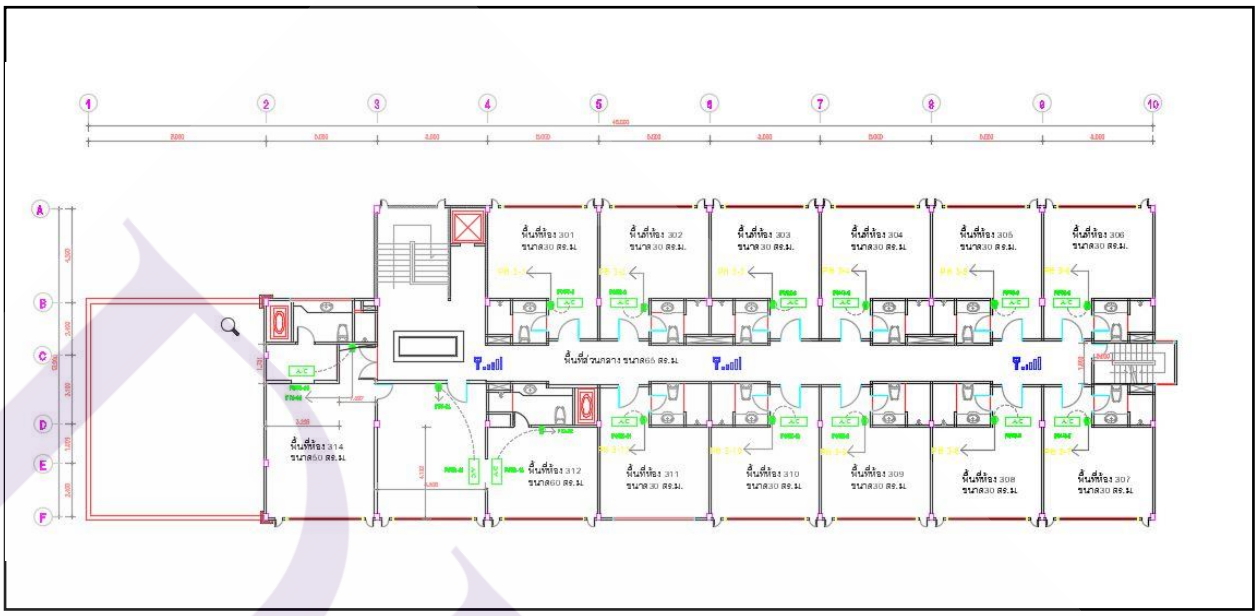
ภาพที่ ข.1 แบบแปลนชั้น 1 อาคารโรงแรมดีพียู เพลส



ภาพที่ ข.2 แบบแปลนชั้น 2 อาคารโรงแรมดีพียู เพลส



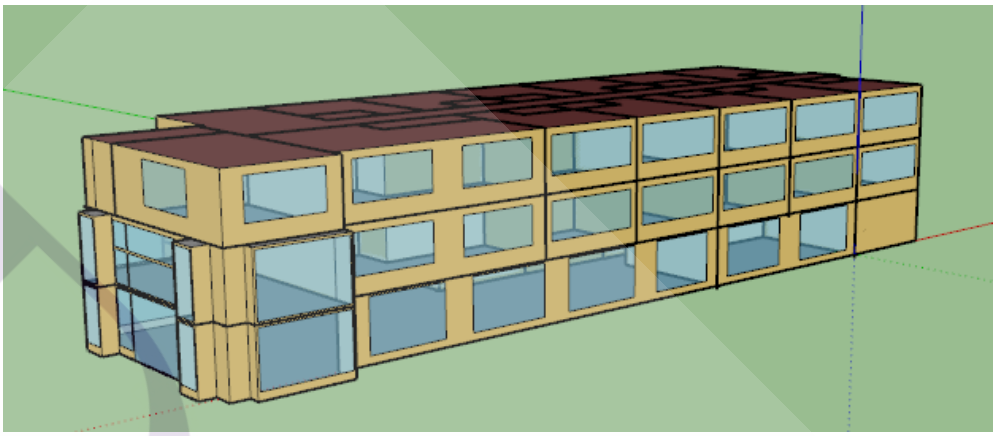
ภาพที่ ข.3 แบบแปลนชั้น 3 อาคารโรงแรมดีพียู เพลส



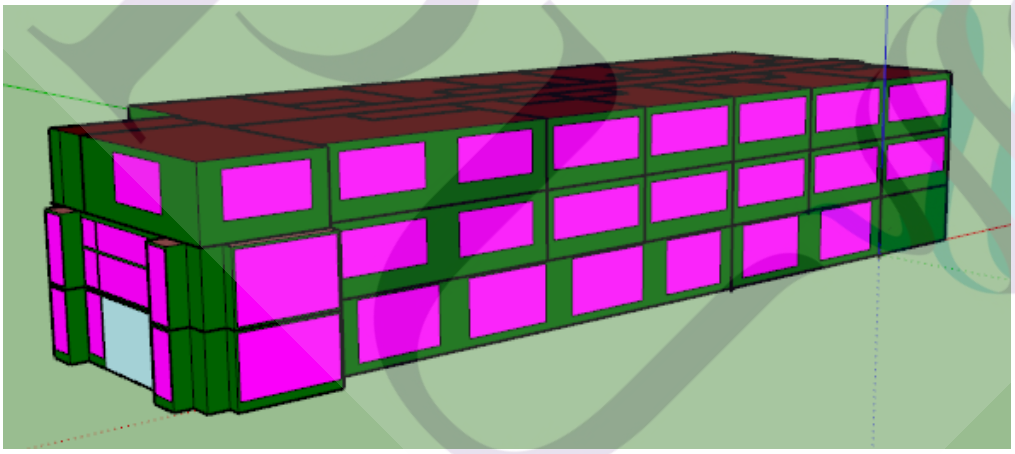
ภาคผนวก ค
ข้อมูลการสร้างแบบจำลองของอาคารโดยใช้

Sketch Up + Energy Plus

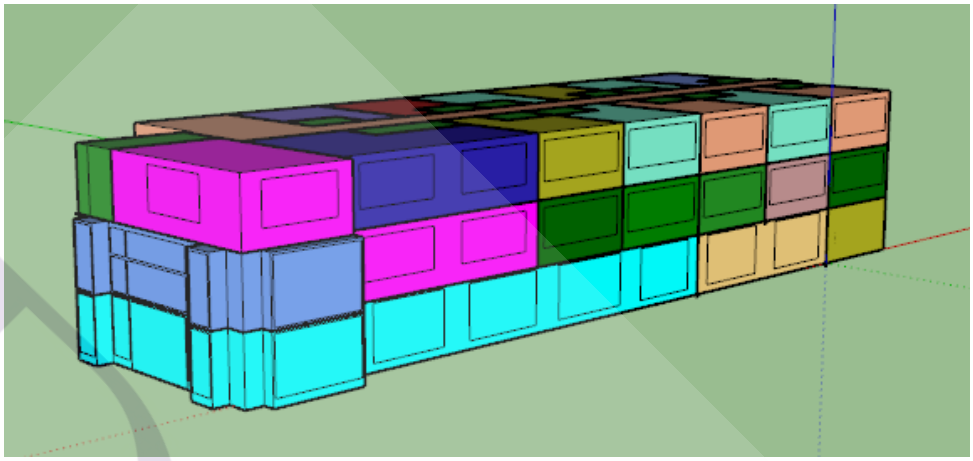
ภาพที่ ค.1 แบบอาคารโรงแรมดีพียู เพลส



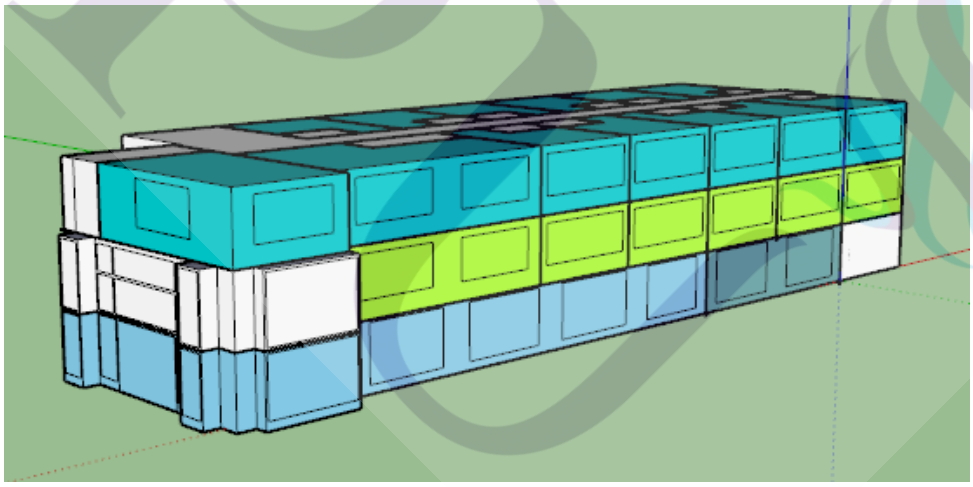
ภาพที่ ค.2 แบบอาคารโรงแรมดีพียู เพลส (Construction)



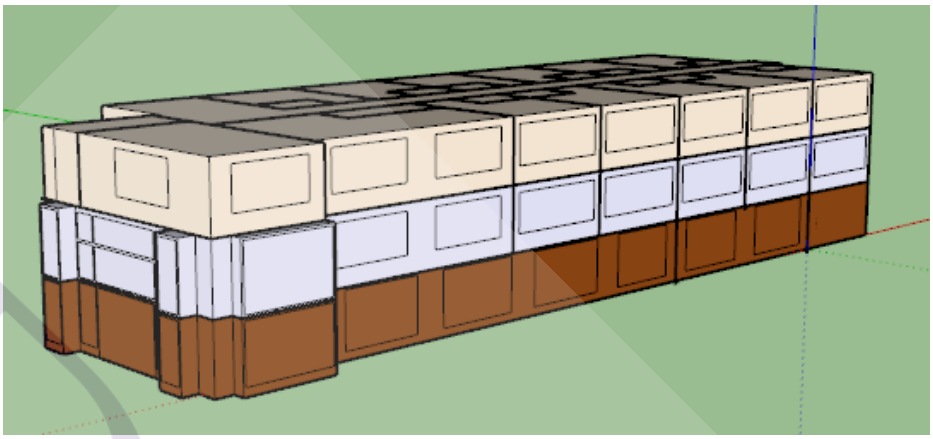
ภาพที่ ค.3 แบบอาคารโรงแรมดีพียู เพลส (Space Type)



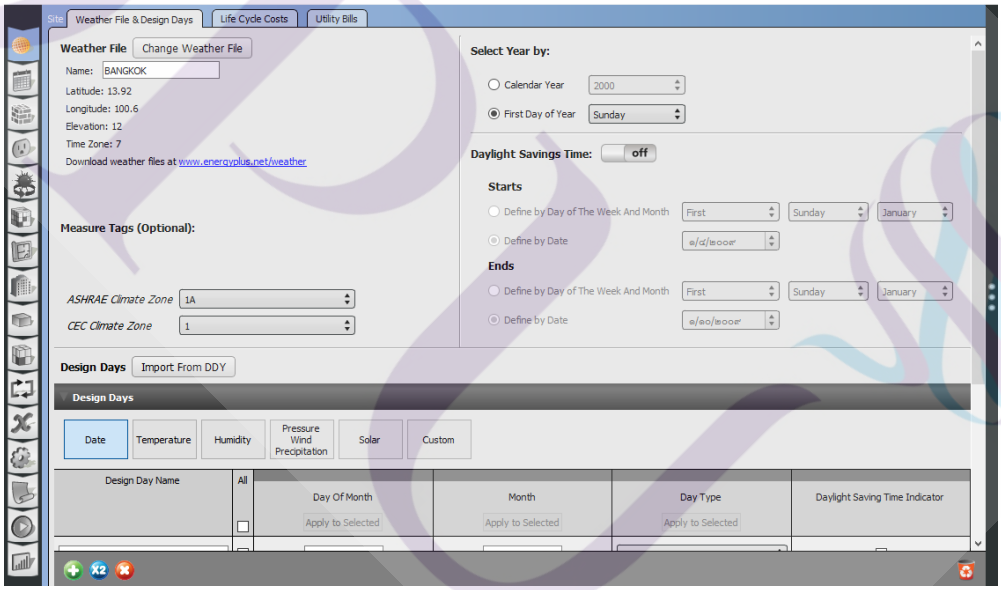
ภาพที่ ค.4 แบบอาคารโรงแรมดีพียู เพลส (Thermal Zone)



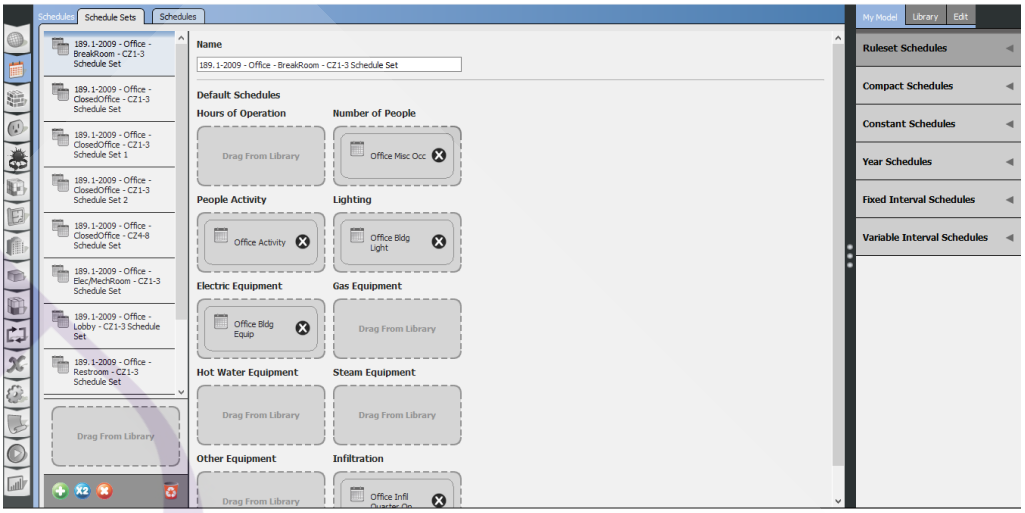
ภาพที่ ค.5 แบบอาคาร โรงแรมดีพียู เพลส (Building Story)



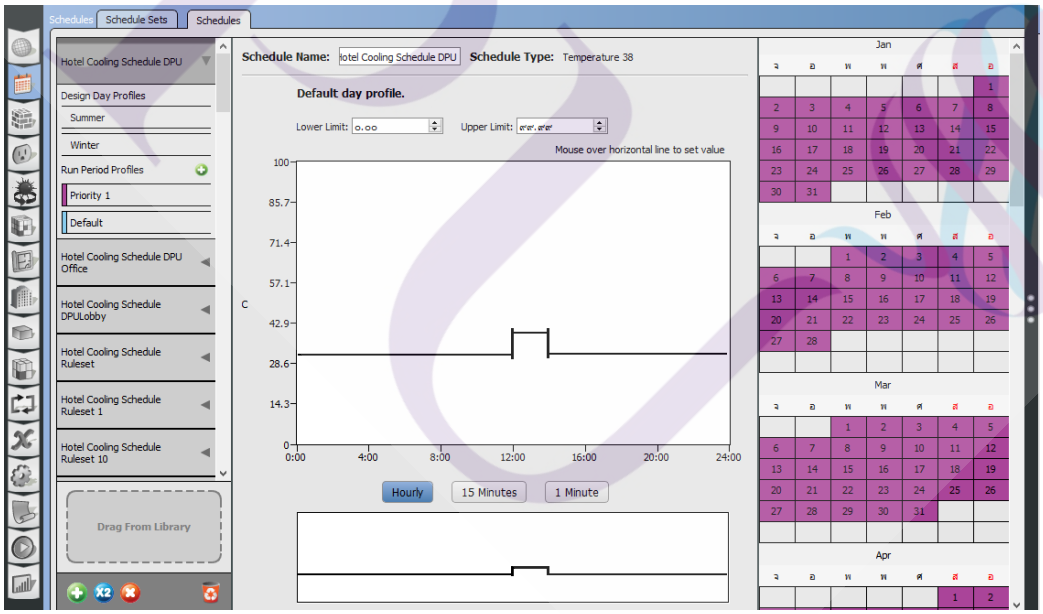
ภาพที่ ค.6 รายละเอียดหน้า Site



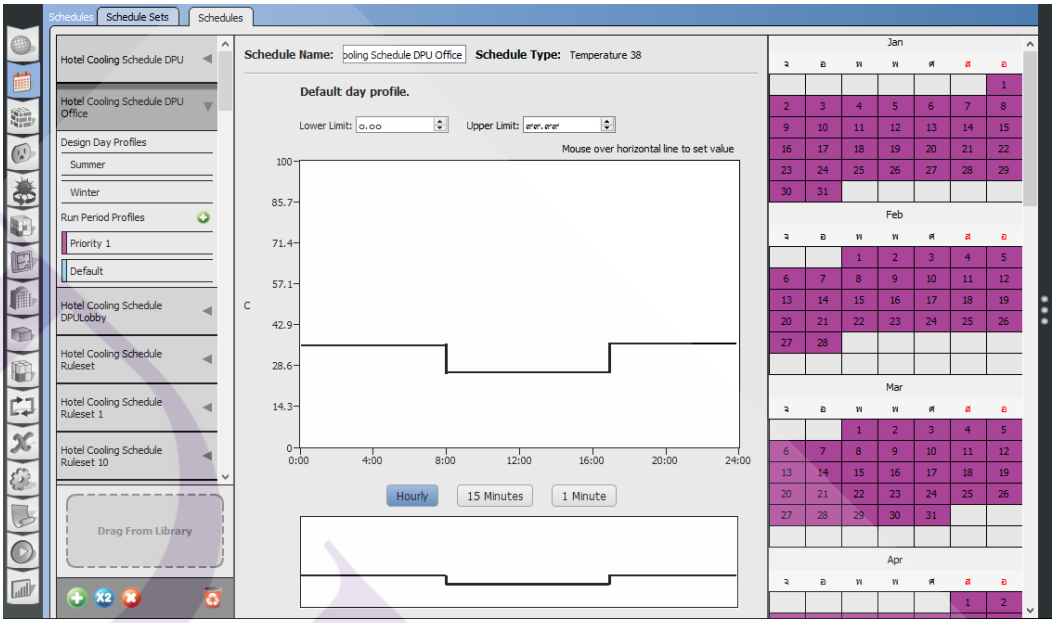
ภาพที่ ค.7 รายละเอียดหน้า Schedule Sets



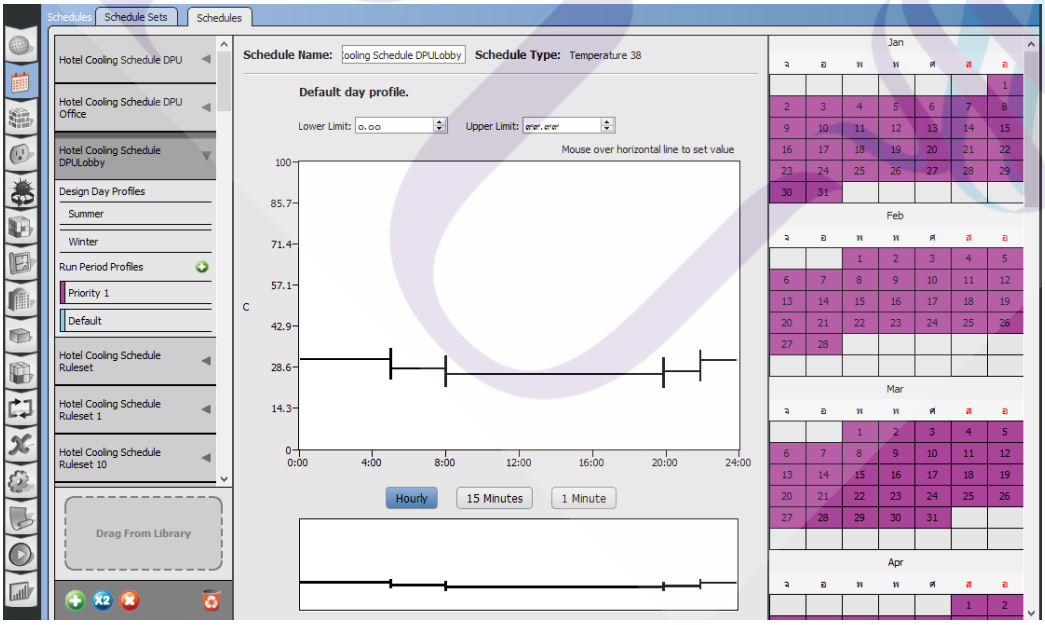
ภาพที่ ค.8 รายละเอียดหน้า Schedules



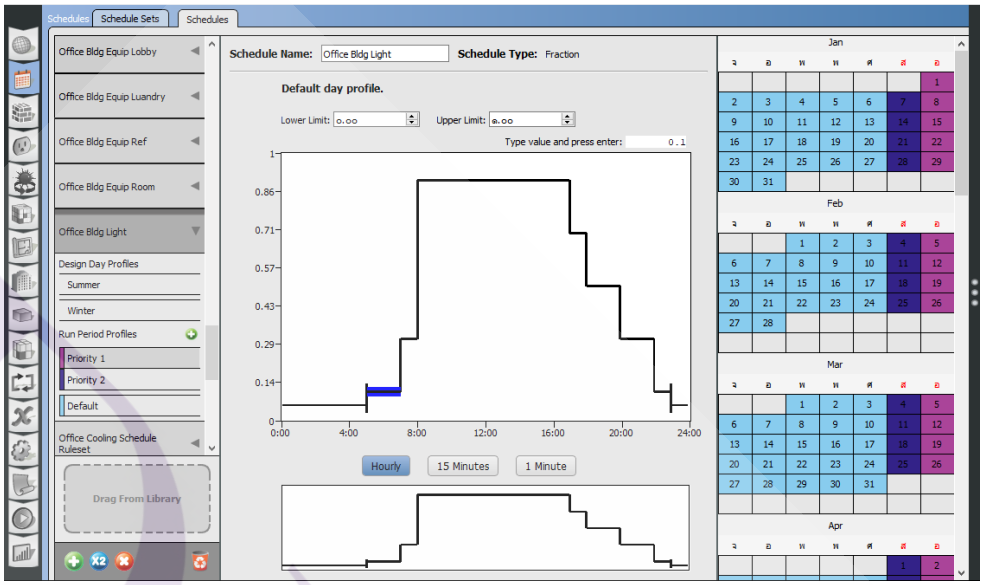
ภาพที่ ค.9 รายละเอียดหน้า Cooling Schedules DPU office



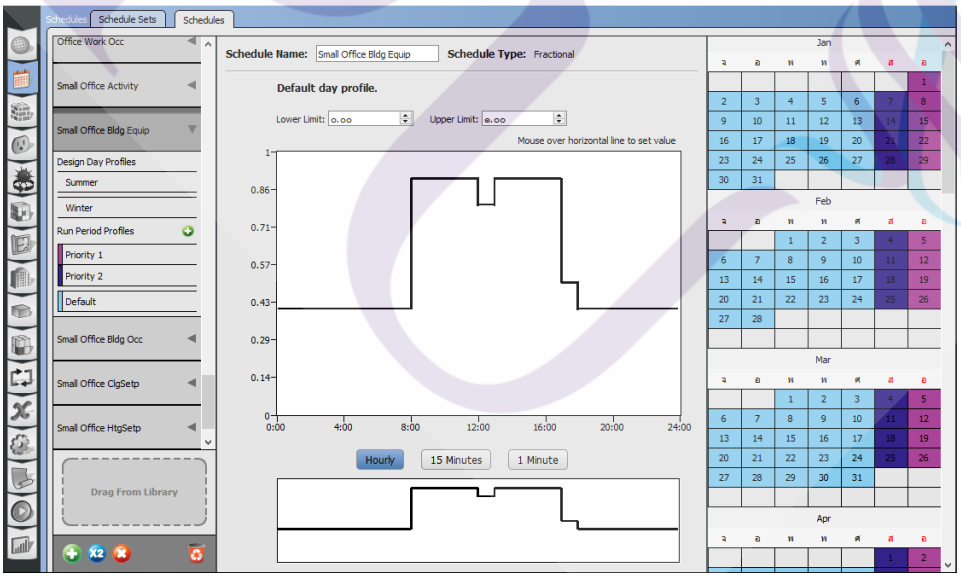
ภาพที่ ค.10 รายละเอียดหน้า Cooling Schedules DPU Lobby



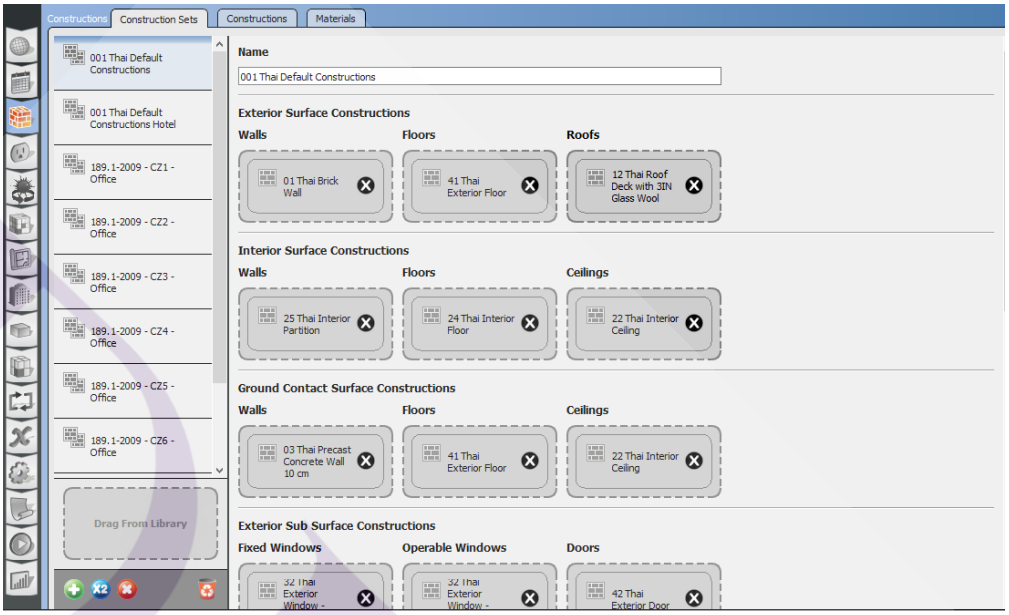
ภาพที่ ค.11 รายละเอียดหน้า Office Building Light



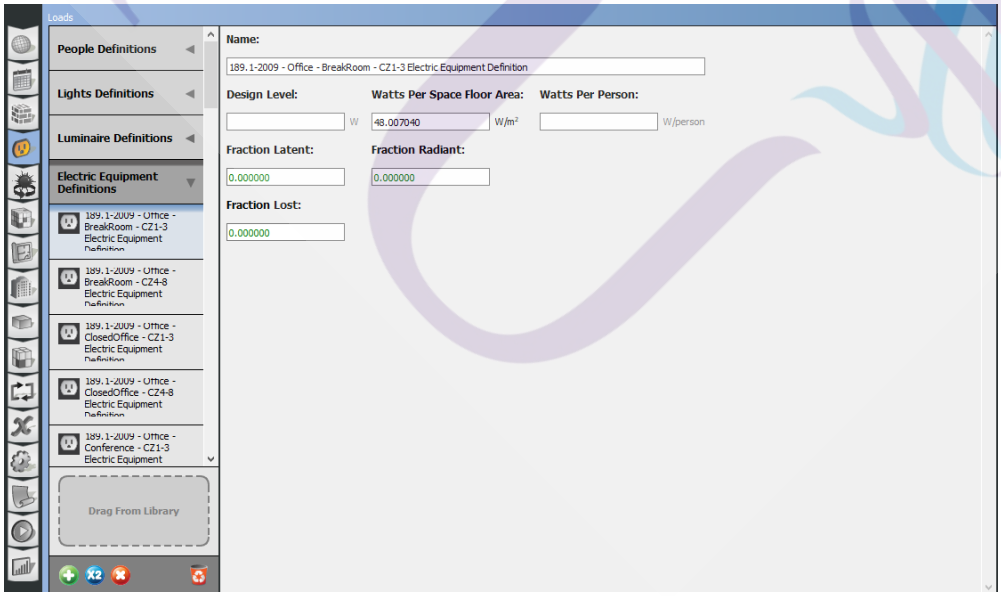
ภาพที่ ค.12 รายละเอียดหน้า Office Building Equipment



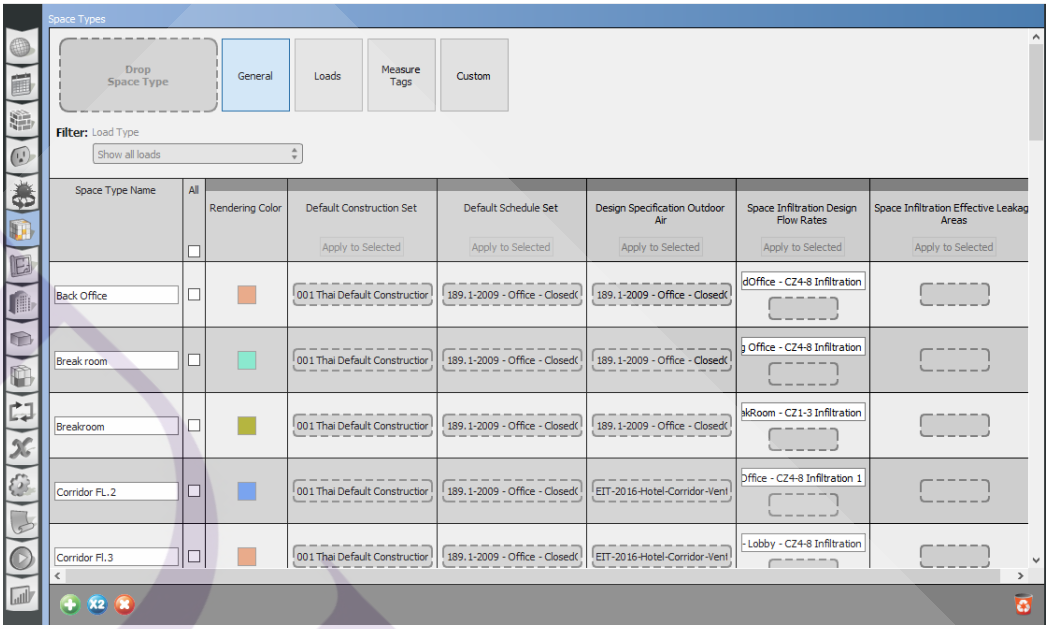
ภาพที่ ค.13 รายละเอียดหน้า Construction Sets



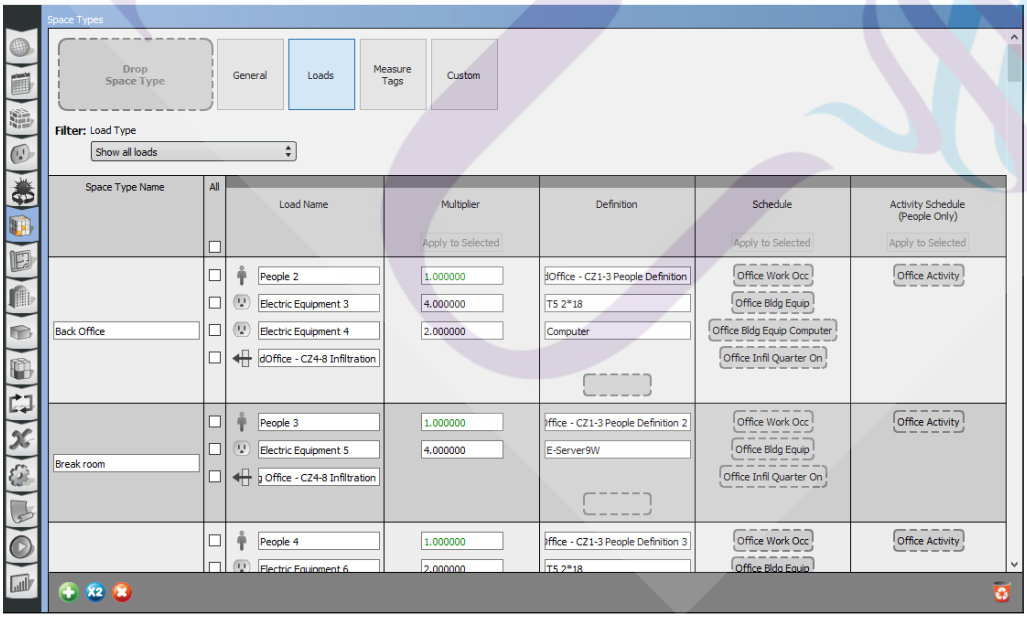
ภาพที่ ค.14 รายละเอียดหน้า Electric Equipment



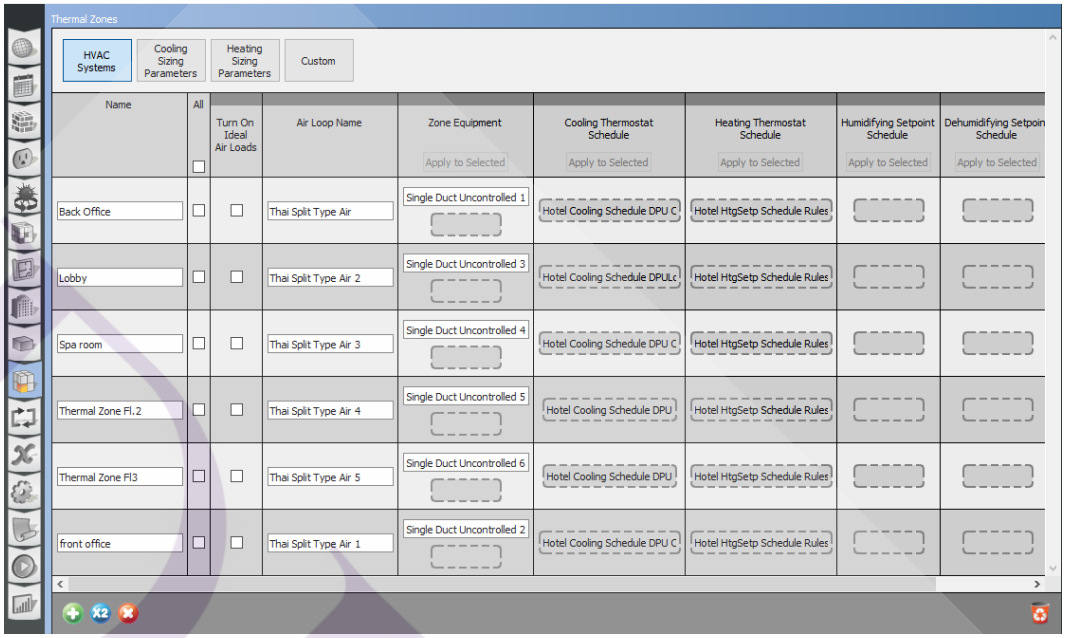
ภาพที่ ค.15 รายละเอียดหน้า Space Type General



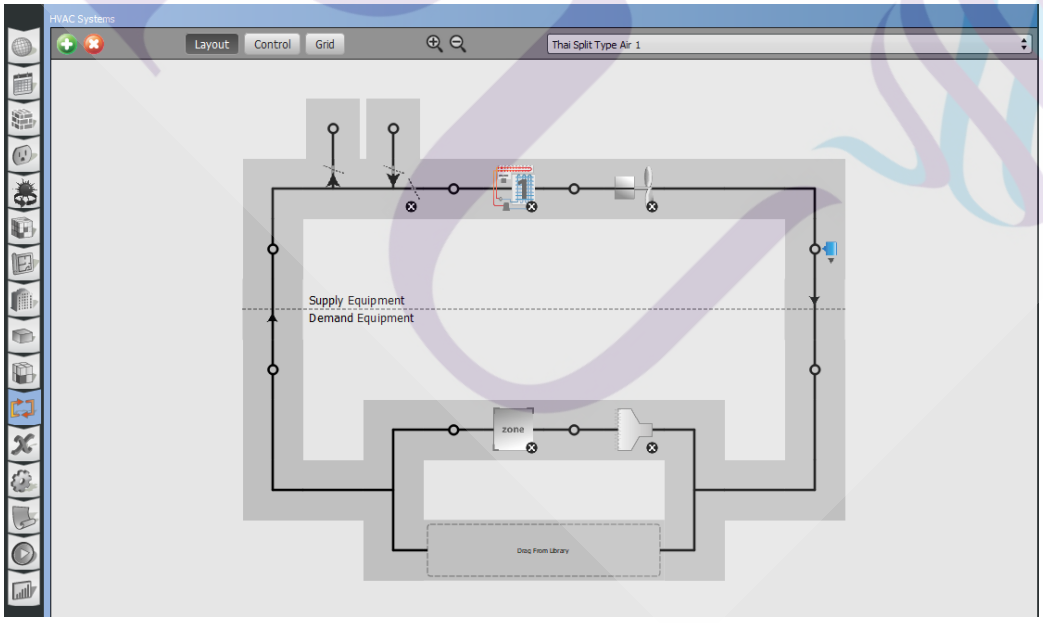
ภาพที่ ค.16 รายละเอียดหน้า Space Type Load



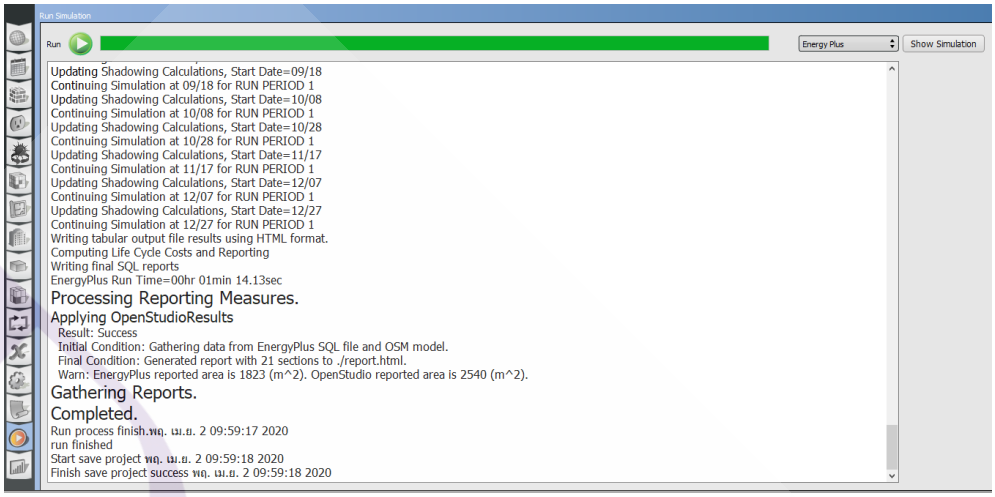
ภาพที่ ค.17 รายละเอียดหน้า Thermal Zone (HVAC System)



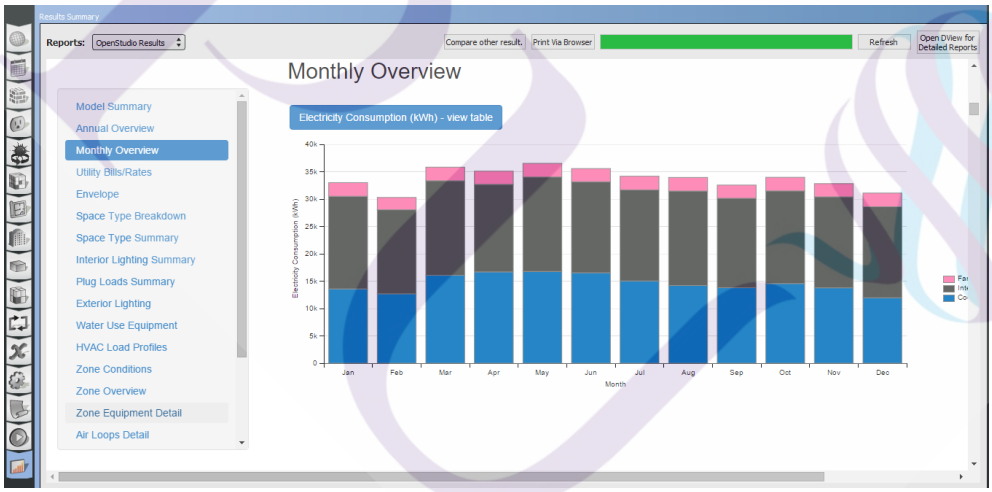
ภาพที่ ค.18 รายละเอียดหน้า (HVAC System)



ภาพที่ ค.19 รายละเอียดหน้า Run Simulation

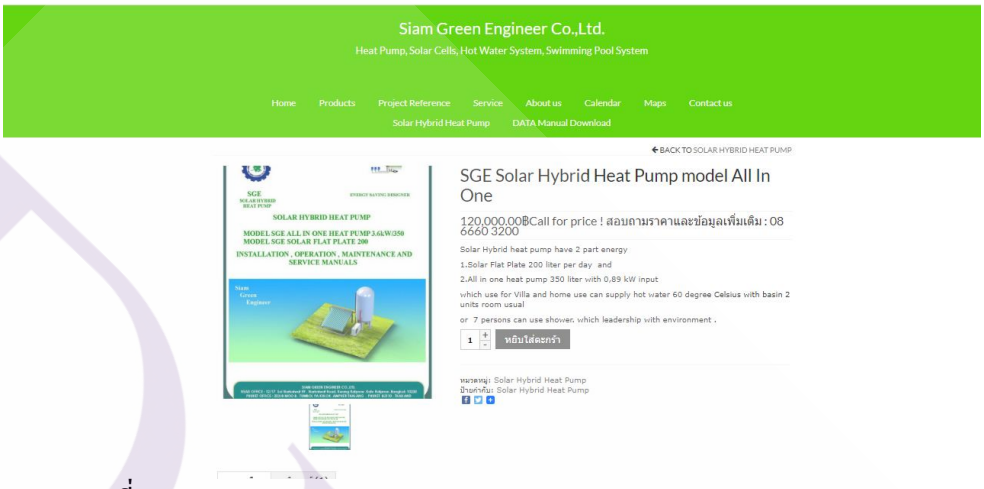


ภาพที่ ค.20 รายละเอียดหน้า Result Summary



ภาคผนวก ง
รายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

ภาพที่ ง.1 รายละเอียดแสดงตัวอย่างเครื่องปั๊มน้ำร้อน



ที่มา : https://siamgreenengineer.com/product/sge-solar-hybrid-heat-pump/

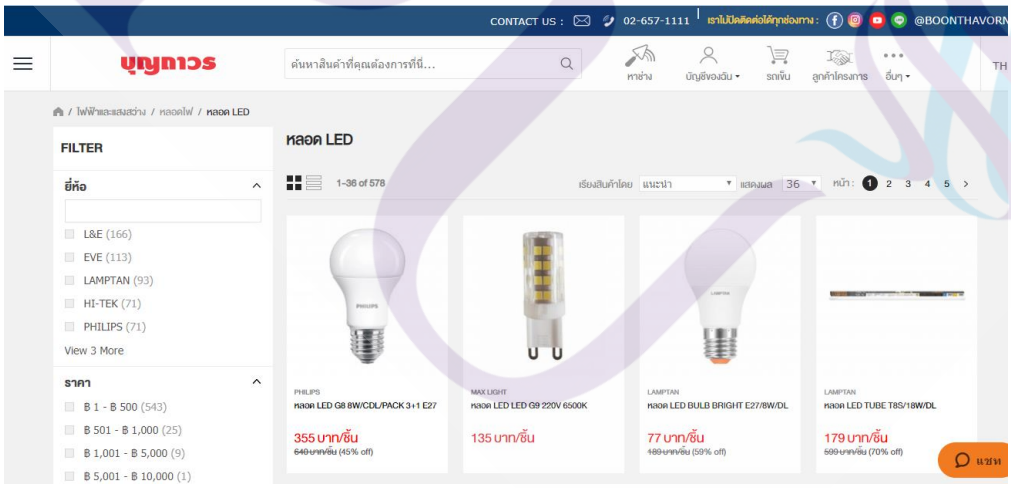
ภาพที่ ง.2 รายละเอียดแสดงตัวอย่างฟิล์มกรองแสง

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

ภาพที่ ง.3 รายละเอียดแสดงตัวอย่างหลอดไฟ T8

ที่มา : https://www.sangfi.com/product/

ภาพที่ ง.4 รายละเอียดแสดงตัวอย่างหลอดไฟ LED



ที่มา : https://www.boonthavorn.com/lighting/bulbs/led-bulbs

ภาพที่ ง.5 รายละเอียดแสดงตัวอย่างเครื่องปรับอากาศ

ที่มา : https://www.topcoolair.com/

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ -นามสกุล	ตะวัน จำปีเจริญสุข
ประวัติการศึกษา	วุฒิการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปีการศึกษา 2561
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกรออกแบบทางด้านเทคนิค บริษัท Phelps Dodge International Thailand